

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ДЕЛАМ МОЛОДЕЖИ РФ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

---



# **ТВОРЧЕСТВО ЮНЫХ – ШАГ В УСПЕШНОЕ БУДУЩЕЕ**

**по теме:  
«АРКТИКА И ЕЁ ОСВОЕНИЕ»**

*Труды X Всероссийской научной молодежной конференции  
с международным участием с элементами научной школы  
имени профессора М.К. Коровина*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2017

УДК 504(063)  
ББК 20.1л0 П78

Творчество юных – шаг в успешное будущее: Труды X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и её освоение». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 466 с.

ISBN 978-5-4387-0722-6

В сборнике отражены вопросы глобальных проблем исследования и освоения Арктики в ее экстремальных условиях. Рассматриваются аспекты: история освоения Арктики и Антарктиды; природные ресурсы Арктики и их освоение; геологические, геохимические, гидрогеохимические, климатические и геофизические исследования вод, шельфа, льдов и атмосферы Арктики и ее прибрежных зон, включая районы вечной мерзлоты; морская геология и её технологии в условиях Арктики; новейшие системы, техника и технологии для подводного изучения шельфа Арктики и прибрежных зон арктических морей; влияние арктических льдов на развитие планеты Земля; причины и последствия таяния льдов Арктики; изменение и потепление климата планеты, связанное с освоением Арктики; источник парниковых газов планетарной значимости; количественная оценка потоков и выявление возможных климатических экологических последствий; динамика транспортировки и трансформации углерода в арктической системе «суша-шельф-атмосфера» в условиях глобального потепления и деградации вечной мерзлоты; особенности магнитного поля Земли и его изменения в арктических широтах; влияние этого явления на развитие планеты Земля; Северный морской путь в Арктике и его перспективы; современная транспортная техника и её совершенствование в экстремальных условиях Арктики; современное энергообеспечение в экстремальных условиях Арктики; человеческий организм, его возможности и адаптация в условиях длительного пребывания в экстремальных, арктических условиях; вопросы медицинской геологии; глобальные геоэкологические проблемы освоения Арктики; влияние техногенного воздействия на природную среду Арктики, экологические риски, охрана и защита арктического региона; космические методы исследования природных явлений и ресурсов в Арктике; информационные технологии в геологии и геоэкологии при освоении Арктики; переработка углеводородного сырья и получение нефтепродуктов для экстремальных условий Арктики; проблемы экономики освоения Арктики и её ресурсов.

Публикация материалов конференции осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке спонсоров: ООО «Газпромнефть-Восток» (г.Томск, генеральный директор В.Н. Мисник); ООО БСК «Гранд» (г.Томск, генеральный директор С.В. Пушкарев); Компания En+GROUP (г.Москва, управляющий директор В.Г. Языков).

Главный редактор – А.С. Боев, директор Института природных ресурсов

Ответственный редактор – Г.М. Иванова, к.г.-м.н., доцент

Ответственные редакторы секций:

Секция 1 – О.А. Пасько, д.с.-х.н., профессор

Секция 2 – Н.М. Недоливко, к.г.-м.н., доцент

Секция 3 – С.Л. Шварцев, д.г.-м.н., профессор; В.К. Попов, д.г.-м.н., профессор

Секция 4 – С.Н. Харламов, д.ф.-м.н., профессор

Секция 5 – М.М. Немирович-Данченко, д.ф.-м.н., профессор

Секция 6 – П.А. Стрижак, д.ф.-м.н., профессор

Секция 7 – Н.В. Барановская, д.б.н., профессор

Секция 8 – Е.Г. Языков, д.г.-м.н., профессор

Секция 9 – А.А. Поцелуев, д.г.-м.н., профессор, Ю.С. Ананьев, к.г.-м.н., доцент

Секция 10 – Г.Ю. Боярко, д.э.н., профессор

Секция 11 – В.И. Ерофеев, д.т.н., профессор

Секция 12 – Л.М. Болсуновская, к.фил.н., доцент

Технические редакторы :В.Ю. Молоков, инженер

В.В. Казина, инженер

ISBN 978-5-4387-0722-6 © ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2017

© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2017

## ПРЕДИСЛОВИЕ

29 мая – 2 июня 2017 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялась юбилейная десятая Всероссийская X Всероссийская научная молодежная конференция с международным участием с элементами научной школы им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме: «Арктика и её освоение».

Всероссийская научная молодежная конференция с международным участием с элементами научной школы им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме: «Арктика и её освоение» проходит ежегодно по наиболее актуальным проблемным фундаментальным научными направлениям современности. Сегодня тема Арктики очень актуальна по своей научной тематике. Инвестиции государства направлены в настоящее время на Арктику и её освоение, т. к. шельф Арктики – это богатейшие нефтегазоносные провинции в мире. Принадлежат же арктические моря в основном России. При этом надо учитывать, что запасы углеводородного сырья сегодня на континенте падают. Кроме того, с природными явлениями в Арктике связаны экологические проблемы планеты, в частности потепления климата планеты, таяния ледников и другие геоэкологические планетарные изменения в XXI веке, научная молодежь в вузах и научных организациях должна обязательно включаться в решение актуальных, современных проблем, проводя исследования, в том числе в Арктике. Тем более что освоению Арктики сегодня придается большое и политическое значение.

Проведение очередной традиционной X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме: «Арктика и её освоение» на базе ИПР ТПУ посвящена памяти профессора Михаила Калининвича Коровина - выдающегося ученого, геолога, педагога, Заслуженного деятеля науки и техники, Лауреата Государственной премии, выпускника Томского политехнического университета (ранее ТТИ), ученика академика В.А. Обручева. Это первый ученый и геолог, ещё в 30 годах теоретически доказавший перспективность на богатейшие запасы нефти и газа Сибири, добившийся проведения первых геологоразведочных работ на нефть и газ в Сибири. Предвидения великого ученого подтвердились.

Организация и проведение X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами научной школы им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме «Арктика и её освоение» осуществлялась при поддержке Федерального агентства по делам молодежи РФ под кураторством Администрации Президента Российской Федерации, Российского географического общества, а также спонсоров ООО «Газпромнефть-Восток» (г.Томск, генеральный директор В.Н. Мисник); ООО БСК «Гранд» (г.Томск, генеральный директор С.В. Пушкарев); Компания En+GROUP (г.Москва, управляющий директор В.Г. Язиков).

X Всероссийская научная молодежная конференция с международным участием с элементами научной школы им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме «Арктика и её освоение» поручена Институту природных ресурсов Томского политехнического университета как признание заслуг старейшего технического учебного заведения в подготовке

геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях, в том числе в исследованиях Арктики.

ИПР (горное отделение ТТИ-ТПУ) является родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная академиком В.А. Обручевым сибирская горно-геологическая школа сыграла и сегодня продолжает играть важную роль в открытии, изучении и освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока нашей страны, но и Средней Азии. Среди выпускников института – целая плеяда выдающихся ученых, инженеров и организаторов производства. Это, прежде всего, основатель в 1906 г. Института природных ресурсов в составе Национального исследовательского Томского политехнического университета В.А. Обручев, первый декан ГРФ (ныне ИПР), выдающийся ученый с мировым именем, профессор, сын которого С.В. Обручев – тоже выдающийся геолог, сыгравший немалую роль в исследовании Арктики. Это М.А. Усов – ученик и первый аспирант В.А. Обручева, первый из числа выпускников института (ИПР, ИГНД, ГРФ, НГФ) – профессор и первый из сибиряков – академик, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири и первенца ее геологической службы – Сибгеолкома; академик К.И. Сатпаев – организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Н.Н. Урванцев, первооткрыватель уникального Норильского рудного региона; исследователь северо-восточного побережья российской Арктики, почетный полярник СССР; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири, по предложению которого еще в 30-е годы прошлого столетия здесь начались геолого-разведочные работы на нефть и газ и многие другие. Из почти 35 тысяч выпускников института более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 250 – докторами и более 1600 кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук, 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов (ИПР) ТПУ представляет собой крупный учебный (около 3000 студентов-очников) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 16 кафедр; 9 инновационных научно-образовательных Центров, 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 433 преподавателя, среди которых 5 – академиков РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 69 докторов и 203 кандидата наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 33 научным специальностям.

С момента основания в ИПР ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

В работе X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием по теме: «Арктика и ее освоение» было заявлено 610 докладов 665 авторов по 12 секциям и «Круглому столу», среди которых 142 доклада, иногородних участников из 33 городов России и 10 – из дальнего



## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Зарубежья (США, Китая, Вьетнама) и ближнего зарубежья (Казахстана, Белоруссии, Украины).

Научные проблемы, рассматриваемые на конференции следующие: история освоения Арктики и Антарктиды; природные ресурсы Арктики и их освоение; геологические, геохимические, гидрогеохимические, климатические и геофизические исследования вод, шельфа, льдов и атмосферы Арктики и ее прибрежных зон, включая районы вечной мерзлоты; морская геология и её технологии в условиях Арктики; новейшие системы, техника и технологии для подводного изучения шельфа Арктики и прибрежных зон арктических морей; влияние арктических льдов на развитие планеты Земля; причины и последствия таяния льдов Арктики; изменение и потепление климата планеты, связанное с освоением Арктики; источник парниковых газов планетарной значимости; количественная оценка потоков и выявление возможных климатических экологических последствий; динамика транспорта и трансформации углерода в арктической системе суша-шельф-атмосфера в условиях глобального потепления и деградации вечной мерзлоты; особенности магнитного поля Земли и его изменения в арктических широтах; влияние этого явления на развитие планеты Земля; Северный морской путь в Арктике и его перспективы; современная транспортная техника и её совершенствование в экстремальных условиях Арктики; современное энергообеспечение в экстремальных условиях Арктики; человеческий организм, его возможности и адаптация в условиях длительного пребывания в экстремальных, арктических условиях; вопросы медицинской геологии; глобальные геоэкологические проблемы освоения Арктики; влияние техногенного воздействия на природную среду Арктики, экологические риски, охрана и защита арктического региона; космические методы исследования природных явлений и ресурсов в Арктике; информационные технологии в геологии и геоэкологии при освоении Арктики; переработка углеводородного сырья и получение нефтепродуктов для экстремальных условий Арктики; проблемы экономики освоения Арктики и её ресурсов. Рабочими языками являлись три: русский, английский и немецкий. В связи с этим работала самостоятельная секция на иностранных языках – английском и немецком.

География участников конференции необычайно широка. Иногородние участники из России были представлены из 34 городов России – Москвы, Санкт-Петербурга, Саратова, Архангельска, Дивногорска, Астрахани, Владивостока, Екатеринбурга, Воронежа, Якутска, Курска, Южно-Сахалинска, Уфы, Самары, Юрги, Апатитов, Новосибирска, Иркутска, Перми, Тюмени, Нового Уренгоя, Ханты-Мансийска, Читы, Нижнего Новгорода, Горно-Алтайска, Анадыря, Казани, Барнаула, Улан-Удэ, Сыктывкара, Омска, Ставрополя, Томска.

В качестве почетных гостей в конференции участвовали: **1)** выдающиеся ученые и специалисты - Финкельман Роберт Барри, профессор Техасского университета (США); Юйфицуань Сунь, профессор Харбинского инженерного университета (Китай); Шеньконюнь Чин, профессор Харбинского инженерного университета (Китай); Кубмалеанг Жао, доцент Харбинского инженерного университета (Китай); Дэнъджингс Ванг, профессор Харбинского инженерного университета (Китай); Попов Юрий Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор Института науки и техники (Сколково, г. Москва), академик Российской академии естественных наук (г. Москва); Блохин М.Г., заместитель директора Дальневосточного отделения РАН (г. Владивосток), Слепнев В.Н., научный сотрудник НИИ «Транснефть» (г. Москва); **2)** известные полярники: Смилевец И.Д.

(Саратовская область, г. Энгельс), участник походов по Крайнему Северу, островам Северного Ледовитого океана в составе сборной России, экстремальных экспедиций на Северный и Южный полюса, зам. руководителя Международной комплексной экспедиции в Антарктиду (5 мировых рекордов и 4 рекорда Гиннеса), зам. руководителя кругосветной экспедиции «Полярное кольцо» (от г. Салехарда до Чукотки); Кужелевский И.И. (г. Северск), участник 6 арктических и 5 антарктических экспедиций, организованных Экспедиционным Центром "Арктика", в том числе: первого в истории Арктики автономного достижения Северного полюса на лыжах, первого автономного пересечения Северного Ледовитого океана на лыжах от берегов России до Канады через точку Северного полюса; Пауль В.Б. (г. Томск), инженер-синоптик на острове Диксон и в Антарктиде; Пауль Т.А. (г. Томск), ведущий инженер «Диксонгидромет».

В конференции приняли участие представители следующих вузов, научных учреждений и производственных организаций:

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (г. Санкт-Петербург); ООО «НИИ Транснефть» (г. Москва), Русское географическое общество (г. Москва), Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (г. Гомель, Белоруссия), Павлодарский государственный педагогический институт (г. Павлодар, Республика Казахстан), Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск), Геологический институт Российской академии наук (г. Москва), Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (г. Москва), Национальный исследовательский Московский авиационный университет (г. Москва), Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва), Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт Арктики и Антарктики РАН (г. Санкт-Петербург), ООО «Газпром добыча Ямбург» (г. Новый Уренгой), Институт химии нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, ОАО «ТомскНИПИнефть» (г. Томск), Астраханский государственный университет, Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого, Донецкий национальный технический университет (Украина), Уральский государственный педагогический университет (г. Екатеринбург), Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск), Воронежский государственный педагогический университет, Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь), Карагандинский государственный технический университет (Казахстан), Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан), Горно-Алтайский государственный университет, АО «Росгео» (г. Анадырь), Приволжский федеральный университет (г. Казань), Институт нефтехимии и катализа СО РАН (г. Уфа), Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (г. Москва), Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ), Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Омский государственный технический университет, Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук (г. Кемерово), Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово), Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета (г. Новокузнецк), Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк), Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова (г. Абакан), Тюменский государственный университет (г. Тюмень), Научно-исследовательский институт

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

экологии и рационального использования природных ресурсов (г. Тюмень), Сургутский государственный университет (г. Сургут), Пермский национальный исследовательский политехнический университет (г. Пермь), Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина (г. Саратов), Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (г. Новосибирск), Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова (г. Якутск), Воронежский государственный университет, Институт судостроения и арктической техники (г. Северодвинск), Юго-Западный государственный университет (г. Курск), Сахалинский государственный университет (г. Южно-Сахалинск), ООО «Газпрононефть-Восток» (г. Томск), Институт проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Институт химии нефти СО РАН (г. Томск), Уфимский государственный нефтяной технический университет, Самарский государственный технический университет, Башкирский государственный университет (г. Уфа), Забайкальский государственный университет (г. Чита), Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток), Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (г. Апатиты), Новосибирский государственный университет, Лимнологический институт СО РАН (г. Иркутск), Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельчикова СО РАН (г. Якутск), Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону), Гидрохимический институт (г. Ростов-на-Дону), Кубанский государственный университет (г. Краснодар), Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова (г. Владикавказ), Чеченский государственный педагогический университет (г. Грозный), Национальный исследовательский Томский государственный университет (г. Томск), Томский государственный архитектурно-строительный университет (г. Томск), Томский государственный педагогический университет (г. Томск), Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета (г. Юрга).

Открывали X Всероссийскую научную молодежную конференцию с элементами научной школы «Творчество юных – шаг в успешное будущее» имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и ее освоение» проректор по научной работе и инновационной деятельности ТПУ А.Н. Дьяченко и директор Института природных ресурсов ТПУ А.С.Боев. На открытии были зачитаны приветствия участникам конференции: от Федерального агентства по делам молодежи под кураторством Администрации Президента РФ в лице советника руководителя Федерального агентства по делам молодежи М.П. Навдаева и выдающегося полярника Б.Смолина, впервые в истории дошедшего на лыжах до Северного полюса полярной ночью, выпускника Томского политехнического университета (г. Москва).

В рамках X Всероссийской научной молодежной конференции с элементами научной школы «Творчество юных – шаг в успешное будущее» имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и ее освоение» был проведен лекторий. Перед студентами с лекциями выступили Заслуженные ученые и специалисты: **Язиков Е.Г.**, д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и геохимии, Отличник разведки недр РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, с лекцией «Проблемы экологии при освоении Арктики»; **Рихванов Л.П.**, д.г.-м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный геолог РФ, с лекцией «Радиологические проблемы Арктики»; **Шварцев С.Л.**, д.г.-м.н., профессор, академик Российской академии естественных наук, академик

Международной академии минеральных ресурсов, лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный геолог РФ, Почетный профессор, с лекцией «Геохимические особенности и миграция химических элементов в мерзлых породах арктических регионов»; **Боярко Г.Ю.**, д.э.н., к.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой экономики природных ресурсов с лекцией «Россия в Арктике»; **Смилевец И.Д.**, член Союза писателей России, член Русского географического общества, участник экспедиций в Арктику и Антарктиду (г. Москва) с лекцией «Итоги наблюдений и поисков, проведенных в районе Новосибирских островов во время полярных экспедиций. Архивные воспоминания полярников, работавших в районах островов Беннетта, Жохова, и Новосибирских островов»; **Финкельман Роберт Барри**, профессор Техасского университета (г. Даллас, США) с лекцией «Медицинская геология – новое направление в экологии»; **Пасько О.А.**, д.с.-х.н., к.б.н., профессор, член Союза журналистов России и Евразийской академии телевидения и радио, с лекцией «Международное сотрудничество в освоении Арктики и Антарктиды»; **Запывалов Н.П.**, д.г.-м.н., профессор Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (г. Новосибирск), Заслуженный геолог России, Почетный разведчик недр СССР, академик РАЕН, с лекцией «Геология нефти и газа Арктики – новые концепции XXI века»; **Мананков А.В.**, д.г.-м.н., профессор Томского государственного архитектурно-строительного университета, с лекцией «Геодинамика арктического шельфа и перспективы газогидратного метана»; **Манжай В.Н.**, д.т.н., профессор ТПУ, профессор Института геологии нефти и газа СО РАН, с лекцией «Использование противотурбулентных присадок для трубопроводного транспорта нефти в арктических условиях»; **Поцелуев А.А.**, д.г.-м.н., профессор, Отличник разведки недр РФ, действительный член Всероссийского минералогического общества, главный геолог ООО «Космогеопр», с лекцией: «Космические методы исследования природных ресурсов Арктики»; Т.А. Гайдукова, доцент, Заслуженный геолог РФ с докладом: «Профессор М.К.Коровин – выдающийся ученый, научно обосновавший нефтегазоносность Сибири, включая Арктическое побережье». Лекторий сопровождался фотовыставкой полярников по теме «Дороги к белым горизонтам».

В рамках молодежной научной школы по теме «Арктика и ее освоение» помимо лектория была проведена встреча с известными полярниками, на которой выступили многократные участники международных полярных экспедиций в Арктике и Антарктиде: **Кужелевский И.И.**, участник 6 арктических и антарктических экспедиций, организованных Экспедиционным Центром "Арктика", в том числе первого в истории Арктики автономного достижения Северного полюса на лыжах, первого автономного пересечения Северного Ледовитого океана на лыжах от берегов России до Канады через точку Северного полюса; **Смилевец И.Д.** (Саратовская область, г. Энгельс), участник походов по Крайнему Северу, островам Северного Ледовитого океана в составе сборной России, экстремальных экспедиций на Северный и Южный полюса; **Пауль В.Б.**, инженер-синоптик на острове Диксон и в Антарктиде; **Пауль Т.А.**, ведущий инженер «Диксонгидромет».

Встреча сопровождалась демонстрацией фрагментов фильмов об Арктике и Антарктике, авторы которых Лауреаты международных конкурсов: «Дороги к белым горизонтам», «Мечты и гибель Челюскина», «Трудные надежды Арктики», «Белое безмолвие», «Земля Санникова», «Полярное кольцо» и др.

Кроме того, был проведен мастер-класс по теме «Возможности участия студентов и магистрантов в научной деятельности в вузе». С докладом и разбором

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

положительных примеров научной деятельности молодежи в ИПР ТПУ выступила Иванова Г.М., к.г.-м.н., доцент, председатель Совета НИРСиМУ ИПР ТПУ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Для молодежи был организован и проведен дискуссионный клуб по теме «Земля Санникова. Была ли она?» в форме брейн-ринга, экспертами которого были полярники и ведущие ученые. Очные соревнования и дискуссии проходили между четырьмя студенческими командами, выступавшие с тремя гипотезами. Победители были награждены. Дискуссионный клуб работал в научно-технической библиотеке ТПУ, в аудитории, оформленной под кают-компанию на ледоколе. Здесь же работала выставка с историческими материалами по истории освоения и исследования Арктики.

В рамках конференции была проведена работа по 12 секциям, на которых студенты выступили с научными докладами на русском и английском языках.

Научный уровень докладов очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Доложенные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке многие из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок. Многие доклады являются частью хоздоговорных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Доложенные материалы нередко несут новые научные идеи, отражают современное состояние российской и мировой науки и имеют большую практическую значимость. Авторы научных работ продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований. На конференции в докладах были освещены достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды. Тематика докладов очень актуальна сегодня, охватывает важнейшие проблемы и новейшие достижения.

Авторы научных работ в своих докладах, представленных на конференции, продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В процессе работы конференции на секциях обычно используются современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», оверхед, демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, проектор Nec-595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видео-стена 3D-визуализации, плазменный экран, а также использовались для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и

других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождаются показом фильмов собственного производства.

Во время работы X Всероссийской конференции с международным участием им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме «Арктика и ее освоение» был проведен конкурс лучших научных докладов по двум номинациям – «Студенты» и «Молодые ученые». Лауреаты были награждены дипломами и призами в торжественной обстановке на закрытии конференции.

В период работы конференции для участников были проведены экскурсии в минералогический и палеонтологический музеи ИПР ТПУ; в МИНОЦ «Урановая геология»; в музей истории ТПУ; в Выставочный центр инновационных, научных и образовательных достижений ТПУ; в научно-техническую библиотеку ТПУ; в международную научно-образовательную лабораторию ИПР ТПУ по изучению углерода арктических морей; экскурсия по городу Томску.

На закрытии конференции выступали гости-участники конференции, поделились впечатлениями, отметили высокий уровень организации. Выступили: полярник И.Д. Смилевец и Слепнев В.Н. (научный сотрудник НИИ «Транснефть» (г.Москва)). В торжественной обстановке участникам были вручены сертификаты, лауреатам конкурса – дипломы и призы: книги об исследованиях в Арктике «Дороги к неизвестным островам» автора известного полярника И.Д. Смилевца.

Всего согласно явочным листам в X Всероссийской молодежной конференции им. М.К. Коровина приняло участие 638 человек.

Во время работы X Всероссийской конференции с международным участием им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» по теме «Арктика и ее освоение» был проведен отборочный тур федерального конкурса грантов «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятия в научно-технической сфере в номинации «За научные результаты, обладающие новизной и среднесрочной перспективой (до 6-8 лет) и их возможной эффективной коммерциализацией». Для участия в конкурсе грантов «У.М.Н.И.К.» было подано и рассмотрено 10 заявок студентов и молодых ученых. Для участия во II отборочном туре экспертами на секциях было отобрано 5 проектов.

Конкурсные комиссии секций конференции рекомендовали лучшие доклады для публикации в журнал «Известия ТПУ» ВАК. По итогам работы конференции проведен отбор лучших статей, которые будут опубликованы в журнале «Proceedings of the Geologists Association», индексируемом базой данных Scopus.

По итогам работы конференции изданы сборники научных трудов «Арктика и её освоение» (2016 и 2017 гг.) участников конференции, зарегистрированные в базе РИНЦ.

Электронный вариант сборника и вся информация расположены на сайте мероприятия [mkkorovin.tpu.ru](http://mkkorovin.tpu.ru).

На закрытии после обсуждения работы каждой секции было принято следующее решение конференции.

Решение по работе X Всероссийской молодежной научной конференции им. профессора М.К. Коровина с элементами научной школы по теме «Арктика и ее освоение»:

- 1) Считать работу конференции удовлетворительной. Научные работы выполнены на высоком научном уровне.
- 2) Отметить отличную работу научной школы конференции, которая прошла впервые в форме встречи с известными полярниками, лектория, мастер-

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

класса, дискуссионного клуба, проведенного совместно с НТБ в формате брейн-ринга, с фотовыставкой и демонстрацией видеофильмов по Арктике

3) Особо объявить благодарность спонсорам, позволивших провести конференцию и опубликовать сборники трудов IX и X Всероссийских конференций по теме: «Арктика и её освоение» в 2016 и 2017 гг. Генеральному директору ООО «БСК «Гранд» (г. Томск) **Пушкареву Сергею Владимировичу**; генеральному директору ООО «Газпромнефть-Восток» (г. Томск) **Миснику Виктору Николаевичу**; управляющему директору компании «EN+GROUP» (г. Москва), бывшему студенту и выпускнику ИПР (ГРФ) ТПУ 1972 года выпускаю **Языкову Виктору Григорьевичу**.

4) Отметить активное участие почетных гостей конференции и объявить им благодарность:

четырёх выдающихся полярников - Смиливец Игорь Демьянович, Кужелевский Иван Иванович, Пауль Владимир Брунович, Пауль Татьяна Александровна),

а также зарубежных ученых - профессор Техасского университета Финкельман Роберт Барри, США; Юйфицуань Сунь, профессор Харбинского инженерного университета, Китай; Шеньконюнь Чин профессор Харбинского инженерного университета, Китай; Кубмалеанг Жао, доцент Харбинского инженерного университета, Китай; Дэньджингс Ванг, профессор Харбинского инженерного университета, Китай;

ведущих ученых России - Попов Юрий Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор из Сколково, Института науки и техники, член Российской академии естественных наук (г. Москва);

Блохин Максим Геннадьевич, зам.директора Дальневосточного отделения РАН (г. Владивосток);

Слепнев В.Н., научный сотрудник НИИ «Транснефть» (г. Москва);

Минин С.С., доцент НИУ БелГУ (г. Белгород).

Тентюков М.П., доцент Сыктывкарского государственного университета и др.

5) Отметить большую роль в организации и проведении конференции и молодежной научной школы:

Г.М. Ивановой, к.г.-м.н., доцента, инженера по организации НИРС, НО ИПР ТПУ;

О.А. Пасько, д.с.-х.н., профессора кафедры ГИГЭ ИПР;

Е.Г. Языкова, д.г.-м.н., профессора, зав. кафедрой ГЭГХ ИПР;

С.Н. Харламова, д.ф.-м.н., профессора кафедры ТХНГ ИПР;

А.А. Лукина, к.г.-м.н., зав. кафедрой ГЕОФ ИПР;

В.И. Ерофеева, д.т.н., профессора кафедры ГРНМ ИПР.

б) рекомендовать продолжить проведение Всероссийской молодежной конференции им. профессора М.К. Коровина (Коровинские чтения) по актуальным научным проблемам современности.

7) рекомендуется проводить конференцию в удобное для преподавателей, студентов и молодых ученых время – в октябре, ноябре (ноябрь – месяц рождения профессора М.К. Коровина).

Конференция, ее ход, содержание и значимость широко освещались в средствах массовой информации (на областном телевидении, в журнале «Недра Сибири», в областной печати, в газете ТПУ «За кадры» и т.д.).

Учитывая финансовые трудности в стране, редакционная коллегия, в целях поддержки научной молодежи, как правило, публикует без оргвзноса материалы большинства представленных докладов. Критерием отбора служит лишь содержание докладов, их научная новизна, практическая значимость и возраст авторов. Редакционная коллегия надеется, что публикуемые материалы позволят заинтересованным читателям получить представление об уровне научных исследований в области геологии и освоения недр, выполняемых молодыми учеными, и использовать предложенные молодыми авторами идеи и разработки в своей научной и производственной деятельности. Кроме того, публикация трудов каждой секции и пленарных заседаний открывается проблемным докладом и публикацией выступлений ведущих ученых на пленарных заседаниях и на лектории ведущих ученых и специалистов. Редакционная коллегия считает, что опубликованные доклады ведущих ученых будут полезны и интересны студентам и аспирантам, проводящим исследования в данных научных направлениях, а также интересны доклады самих молодых ученых.

Редакционная коллегия конференции выражает благодарность спонсорам конференции: ООО БСК «Гранд» (г. Томск, генеральный директор Пушкарев С.В.), ООО «Газпромнефть-Восток» (г. Томск, генеральный директор В.Н. Мисник,) компании EN+GROUP (г. Москва, управляющий директор В.Г. Язиков), а также Русскому географическому обществу и Федеральному агентству по делам молодежи под кураторством Администрации Президента Российской Федерации, финансовая поддержка которых способствовала проведению конференции и публикации данного сборника.

*Ученый секретарь X Всероссийской конференции, доцент, к.г.-м.н. Г.М. Иванова*



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО  
СОВЕТНИКА РУКОВОДИТЕЛЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО  
ДЕЛАМ МОЛОДЕЖИ РФ М.П. НАВДАЕВА



Участникам и гостям X Всероссийской научной молодежной конференции с элементами научной школы «Творчество юных – шаг в успешное будущее» имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и её освоение»

**Дорогие друзья!**

От лица Федерального агентства по делам молодежи сердечно приветствую организаторов, участников и гостей X Всероссийской научной молодежной конференции с элементами научной школы «Творчество юных – шаг в успешное будущее» имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и её освоение».

Все мы знаем, что сегодня Арктике уделяется особое внимание, как стратегически важному региону нашей страны. Это уникальный и богатый край, поэтому задачи освоения Арктической зоны являются приоритетными для обеспечения социально-экономического развития России и обеспечения национальной безопасности.

Данная конференция – это не только возможность для молодых ученых проявить свои знания и умения и приобщиться к решению важной государственной задачи, это, также, и площадка для объединения молодежи, которая служит таким социально значимым целям, как укрепление уз дружбы, сотрудничества и формированию научных сообществ по всей стране.

Насыщенная программа конференции откроет перед участниками новые горизонты знаний и возможностей. Я убежден, что будущее Арктики в руках молодых и амбициозных ученых, которые готовы стать передовиками в этом сложном и одновременно очень интересном деле – освоении региона.

От всего сердца желаю участникам конференции плодотворной и успешной работы, вдохновения и новых открытий, а гостям – ярких впечатлений!

Директор Международного молодежного образовательного форума «Арктика. Сделано в России»  
Советник руководителя Федерального агентства по делам молодежи

М.П. Навдаев

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ПОЛЯРНИКОВ

*Борис Смолин, член Всероссийского клуба «Приключения» (г. Москва), выпускника Томского политехнического института, участник лыжного перехода через Гренландию и восхождения интегрированной команды здоровых и инвалидов на пик Мак-Кинли (6194 м). Указом Президента РФ "За заслуги в подготовке и проведении первого российского лыжного перехода через Гренландию" награжден Орденом Дружбы. Вместе с полярником М. Шпаро впервые в истории дошел на лыжах до Северного полюса полярной ночью. Заслуженный полник РФ.*



**Борис Смолин, Почетный полярник России**

Рад приветствовать участников X Всероссийской конференции «Арктика и ее освоение».

Мне не раз говорили, что люди не созданы, чтобы выживать в Арктике, что это чужой, враждебный мир. Что Арктика стремится остановить все, что движется: замораживает воду, чтобы задержать ее бег к океану, высасывает соки из деревьев и с особенной яростью ломает упорство человека.

Но во все времена были те, кто действовал вопреки. Я верю, что среди вас тоже есть бунтари. Кто на категорическое «невозможно», скажет: «Я попробую». Кто среди белого безмолвия сумеет разглядеть изумрудные торосы, услышит, как дышит Ледовитый океан и поймет игры слепых сил природы.

Арктика собирает в фокус все лучшее в человеке. Сюда стоит приехать, чтобы победить свои слабости. Чтобы вернувшись домой, острее почувствовать запахи травы, вкус жизни.

Сегодня, как никогда, актуален лозунг: «Кто владеет Арктикой – тот владеет миром». Экономический и природный ресурс этого региона поистине безграничен. И вам, - молодым и дерзким, осваивать этот край. Берите смело курс на север!

**Ваш земляк, сибиряк, Борис Смолин**

## БЛАГОДАРСТВЕННЫЕ СЛОВА

---

### Благодарственные слова известного полярника, гостя и участника X Всероссийской молодёжной конференции имени М.К. Коровина по теме «Арктика и ее освоение» И.Д. Смилевца

Я рад, что вновь побывал в г. Томске. Люди этого города научили меня ходить на лыжах и мне посчастливилось побывать в уникальных экспедициях на Северном и Южном полюсе. Именно, изучая уникальные документы в научной библиотеке и отделах редких книг и рукописей Томского политехнического университета я впервые решил написать свою первую книгу об исследовании Арктики.

Я искренне благодарен организационному комитету, который приложил немалые усилия и старания на организацию X Всероссийской молодёжной конференции с международным участием с элементами научной школы им. профессора М. К. Коровина.

Обращаясь к молодым участникам конференции, хотел бы сказать. Молодость – это пора поисков и открытий, время неограниченных возможностей, стремление действовать и побеждать.

Именно Томский политехнический университет может гордиться своими студентами – разносторонними, инициативными, смелыми, подающими большие надежды. Среди них – грамотные будущие специалисты, прекрасные организаторы, будущие учёные. Вы повышаете престиж университета на Всероссийских научных международных конференциях, олимпиадах, в творческих конкурсах. Для нас очень важны ваши успехи, ведь именно вам вершить будущее страны.

Хочется обратиться к вам не только с поздравлениями по случаю успешного проведения X всероссийской научной молодёжной конференции «ТВОРЧЕСТВО ЮНЫХ – ШАГ В УСПЕШНОЕ БУДУЩЕЕ» по теме: «АРКТИКА И ЕЁ ОСВОЕНИЕ», но и с пожеланием и в дальнейшем занимать столь же активную жизненную позицию, оставаться энергичными, готовыми преодолевать трудности, созидать и отстаивать интересы во благо нашей Родины – России. Именно от вас – молодых и неравнодушных, мы ждём новых идей, открытий и нестандартных решений.

Успехов вам, настойчивости в достижении поставленных целей! Пусть сбудутся все ваши мечты и реализуются самые смелые планы!

Пользуясь случаем, желаю Вам доброго здоровья и благополучия,

С уважением,  
Игорь Смилевец

Участник Арктических экспедиций  
Член Союза писателей России  
Член Русского географического общества

**Благодарственные слова участника X Всероссийской молодёжной конференции имени М.К. Коровина по теме «Арктика и ее освоение» научного сотрудника ООО «НИИ Транснефть» (г. Москва) В.Н. Слепнева**

Очень рад, что несмотря на производственную загруженность, смог приехать на эту конференцию. Я в Томске, а в частности, в Томском политехническом университете, побывал впервые.

Хочется выразить огромную благодарность оргкомитету за организацию интересной конференции, культурную программу, что позволило познакомиться с историей города и университета, узнать о нем как о крупном научном центре.

Программу самой конференции и научной школы была крайне насыщенной. Хочется отметить и оценить высокий уровень подготовки, глубину исследований, не только профессоров, но и студентов, и аспирантов. Отдельно стоит сказать о многообразии опытных исследований, представленных на заседаниях 7 и 8 секций, в обсуждении которых удалось принять участие.

В Москву возвращаюсь с накопленным «багажом» знаний об исследованиях и технических наработках ТПУ. Надеюсь, что в наших научных исследованиях они будут весьма полезны.

Еще раз хочется выразить благодарность оргкомитету, что вопреки большой занятости студентов и преподавателей в летний период защит и сессии, конференция была проведена на высоком организационном уровне. Желаю успехов и надеюсь на дальнейшее сотрудничество с Томским политехническим университетом.

Научный сотрудник ЛРПЛРН В.Н. Слепнёв

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ТПУ – НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ

**П.С. Чубик, профессор, ректор ТПУ**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*



**П.С. Чубик,  
профессор, ректор  
ТПУ**

КРАТКАЯ СПРАВКА.

*Чубик Петр Савельевич — ректор Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктор технических наук, профессор, «Отличник разведки недр РФ», «Почетный разведчик недр РФ», кавалер Почетного знака «Шахтерская слава» II и III степеней, вице-президент Ассоциации инженерного образования России и вице-президент Ассоциации технических университетов, член Международной академии наук высшей школы.*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - четвертый в стране и старейший технический вуз в ее азиатской части. Основанный в 1896 г. как Томский технологический институт Императора Николая II, он долгое время оставался единственным техническим высшим учебным заведением за Уралом. Ученые и выпускники университета обеспечили освоение территорий, прилегающих к транссибирской магистрали; становление промышленности и экономики Сибири, Дальнего Востока, республик Средней Азии; сыграли решающую роль в развитии нефтегазовой, угольной, металлургической, атомной, машиностроительной, космической, энергетической и других отраслей страны.

За это время подготовлено свыше 170 тыс. специалистов. Среди выпускников и сотрудников ТПУ 6 Героев Советского Союза, более 50 Героев Социалистического Труда, 30 лауреатов Ленинской премии и свыше 300 лауреатов Государственных премий СССР и премий Правительства Российской Федерации, более 80 действительных членов и членов-корреспондентов государственных Академий наук СССР, союзных республик, России и стран СНГ, более 350 первооткрывателей месторождений полезных ископаемых.

О заслугах ТПУ в области образования и науки свидетельствуют: ордена Трудового Красного Знамени (1940) и Октябрьской Революции (1971), присвоение статуса университета в 1991 году, включение в 1997 году Указом Президента Российской Федерации в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов



*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
(главный корпус)*



России. В 2009 году вузу по итогам федерального конкурса установлена категория «Национальный исследовательский университет». В 2013 году ТПУ одержал победу в конкурсе на предоставление государственной поддержки ведущим университетам Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров (Проект 5-100).

В настоящее время ТПУ занимает высокие позиции в национальных и международных университетских рейтингах. Так, по итогам 2017 года в мировом университетском рейтинге Times Higher Education (THE) Томский политехнический вошел в группу 301-350, став среди российских университетов третьим после МГУ и МФТИ. В рейтинге университетов QS World University Rankings вуз занимает 386 место в мире. В предметном рейтинге QS 2017 года вуз вошел в число лучших вузов мира сразу по пяти специальностям и в предметной области «Инженерные науки и технологии» (Engineering & Technology). В 2017 году Томский политехнический университет впервые вошел в предметный рейтинг ARWU (шанхайский рейтинг) по направлению Mechanical Engineering («Машиностроение») и сразу занял высокую позицию в группе 151-200.



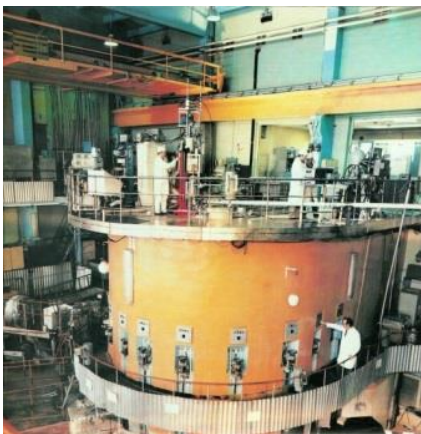
*Визит Президента РАН академика Ю.Осипова*

*Презентация разработок малых инновационных предприятий ТПУ Президенту РФ Д.Медведеву (2011 г.)*

За последние годы вуз значительно укрепил свою материально-техническую базу. В юбилейный для университета 2016 год введены в эксплуатацию 1-я очередь Научного парка, плавательный бассейн, завершен процесс санации восьми общежитий. По итогам конкурса Минобрнауки России студгородок ТПУ признан лучшим в стране. Кроме того, введен в строй после реконструкции исследовательский ядерный реактор – единственный в вузах азиатской части России.

Сегодня в ТПУ учится свыше 16 тысяч студентов. Площадь кампуса ТПУ – более 330 000 м<sup>2</sup>, учебных корпусов – 29, студенческих общежитий – 15, научно-образовательных и учебных институтов – 11, кафедр – 84; сотрудников – 6123, в том числе 13 академиков и членов-корреспондентов РАН, докторов наук – 385, кандидатов наук – 1411; аспирантов – 867. Доля иностранных студентов – 27,6 %; объем НИОКР – более 2 млрд. руб., консолидированный бюджет – свыше 6,5 млрд. руб.

Средний балл ЕГЭ поступивших в ТПУ на первый курс для обучения по очной форме за счет бюджетных средств вырос с 62,2 (в 2012 году) до 78,3 (в 2017).



*Исследовательский ядерный реактор ТПУ*

ТПУ ведет подготовку специалистов в рамках многоуровневой системы по широкому спектру образовательных программ в интересах развития ключевых отраслей экономики России. Образовательные программы ТПУ разработаны с учетом требований национальных и международных общественных профессиональных организаций, таких как Ассоциация инженерного образования России, Washington Accord, ENQHEEI, ENAEЕ, а также критериев международной сертификации профессиональных инженеров FEANI, WFEO, APEC Engineer Register, EMF. 25 образовательных программ ТПУ имеют международную аккредитацию.

В ТПУ с 2004 года действует система Элитного технического образования (ЭТО), основанная на углубленном изучении наиболее способными студентами естественнонаучных и математических дисциплин с последующей комплексной подготовкой к исследовательской, проектной и инновационной инженерной деятельности.

Среди знаковых событий 2016-2017 годов в образовательной сфере - запуск ряда уникальных магистерских программ. Уникальных и по форме, и по содержанию, и по составу участников их реализации, и по компетенциям выпускников этих программ. В 2016 году открыт прием на следующие магистерские программы:

- «Биомедицинская инженерия» и «Biomedical Science and Engineering» (направление «Электроника и наноэлектроника») на русском (15 человек) и английском (6 человек) языках в сетевой форме совместно с СибГМУ (для обучения на английском языке принято 6 абитуриентов из Индии и Пакистана). Проект по разработке программы «Биомедицинская инженерия» получил поддержку Благотворительного фонда В. Потанина;

- «Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия» (направление «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств») в сетевой форме совместно с СПбПУ Петра Великого, ПНИПУ, ЮУрГУ, набор на программу составил 14 чел.;

- «Устойчивое развитие городской среды» (направление «Инноватика»). Программа реализуется в сетевой форме совместно с ТГАСУ. Набор на программу составил 11 чел.

Произведен набор на 3 магистерские программы, реализуемые совместно и в интересах наших промышленных партнеров: Системного оператора ЕЭС (ЭНИН) и Росатома (ФТИ).

Два открытых онлайн-курса университета попали в «10 лучших практик онлайн-курсов России» по версии ведущей платформы открытого образования «Лекториум», образовательного портала «Newtonew» и национального конкурса EDcrunch Award ООС 2016.

Существенно увеличилось количество иностранных студентов. Сегодня в университете по основным образовательным программам обучается 3175 иностранных граждан из 37 стран, в том числе 563 человека из 29 стран дальнего зарубежья. Доля иностранных студентов составила 27,6 процента.

Доля магистрантов, аспирантов и докторантов в общем числе обучающихся 2016 году превысила 36,7%. В PhD-докторантуре зарубежных университетов проходило обучение 27 чел. (в 2015 г. – 17). В ТПУ работают 44 постдока, в том числе 7 иностранцев.

Востребованность выпускников ТПУ составляет 170-180 %. По заявкам предприятий, учреждений и организаций распределяется более 95 % выпускников.

Постоянное расширение спектра и совершенствование качества программ дополнительного профессионального образования является одним из главных направлений деятельности университета. В настоящее время в ТПУ реализуются свыше 250 программ повышения квалификации и более 60 программ профессиональной переподготовки.

В настоящее время ТПУ входит в число крупнейших технических вузов России и представляет собой научно-образовательный комплекс с хорошо развитой инфраструктурой научно-инновационных исследований и подготовки кадров высшей квалификации. Исследования в университете ведутся по 22 научным направлениям, подготовка докторантов и аспирантов, соответственно, по 22 и 79 научным специальностям.

Наиболее значимые разработки ученых ТПУ:

- малогабаритные бетатроны, используемые в досмотровых системах и медицине;
- технологии и установки по нанесению плазменных терморегулирующих и модифицирующих покрытий, которые используются и для нанесения покрытий на поверхности космических летательных аппаратов системы ГЛОНАСС;
- электроразрядные технологии (электроразрядное бурение, очистка воды) и нанотехнологии (уникальная технология получения нанодисперсных порошков и изготовления из них изделий с заданными свойствами);
- производство нанопорошков методом плазмохимического синтеза, производство кремния «солнечного качества» и изделий для солнечной энергетики на его основе, производство теплоизоляционных пеностеклокристаллических материалов, технология производства оптически прозрачной нанокерамики, производство радиофармпрепаратов;
- производство первого в России бериллия – уникальный способ переработки бериллиевых концентратов, позволяющий выделять металлический бериллий.



*Установки для получения нанопорошков*



*Медицинский бетатрон*



*Технологии нанесения покрытий на поверхность космических летательных аппаратов*



Значимые результаты фундаментальных исследований:

- впервые в мире экспериментально исследован процесс когерентного фоторождения нейтральных пионов на тензорно-поляризованных дейтронах. Работа выполнена коллективом международной коллаборации;
- разработаны научные основы создания наноструктурных упрочняющих и теплозащитных покрытий нового поколения, имеющих высокую релаксационную способность за счет формирования в них подвижных наноструктурированных границ;
- создана самосогласованная физико-математическая модель электровзрыва, в которой впервые реализована волновая динамика в системах электродов;
- открыты и исследованы реакции прививки органических молекул и биомолекул к поверхностям нано и макроразмерных объектов. Полученные с помощью этих реакций новые композитные органо- неорганические наночастицы с суперпарамагнитными свойствами используются в медицине для диагностики и лечения сердечно-сосудистых и онкозаболеваний.

В целом, реализация программ развития университета позволила за период 2009-2016 гг. на 60% увеличить количество магистрантов и аспирантов, утроить публикационную активность научно-педагогических работников, более чем в четыре раза увеличить объем научных исследований.

Плодотворная совместная с ИФПМ СО РАН работа в области космического материаловедения привела к включению нескольких «политеховских» научных экспериментов в программу исследований на Международной космической станции (МКС). Это работы по противомикрометеороидным покрытиям иллюминаторов МКС, 3D-печати в условиях космоса и исследованию динамических нагрузок на корпусные элементы российского модуля МКС. Спутник «Томск-ТПУ-120» в марте 2016 года был успешно доставлен на космическую станцию. В августе 2017 года он был успешно отправлен на орбиту российскими космонавтами.

По заказу ПАО «Газпром» создан радиационный томограф для крупногабаритных объектов. С индийской компанией Innotech Systems Pvt. Ltd разработан новый бетатрон SEA-7 для нестационарного рентгеновского контроля сварных соединений.

В рамках международной коллаборации ТПУ с учеными из Дубны, Польши, Словакии, Казахстана осуществлена разработка уникального, единственного в России, ускорителя легких ионов на диапазон энергий 2-40 кэВ, с использованием которого решаются задачи ядерной астрофизики.

Успешно пройден первый этап приемочных испытаний геохода – опробование опытного образца и его систем.

Научный журнал «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов» в 2016 году включен в базу данных Scopus.



*В 2011 году учрежден и выпущен первый номер электронного научного журнала «Вестник науки Сибири»*

Значительно увеличились показатели публикационной активности и цитируемости ученых вуза. Планы по публикационной активности перевыполнены: по публикациям WoS и Scopus на 30%, по публикациям в высокорейтинговых журналах на 40% (350 публикаций), цитируемость увеличилась в 2 раза, почти вдвое увеличилось число сотрудников с H-index – 105 чел., в т.ч. 41 штатный сотрудник ТПУ, H-index ТПУ – 50 чел. (2015 г. – 44).

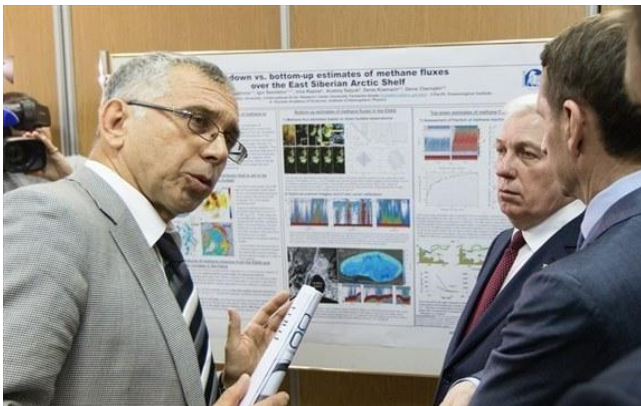
В текущем году университет совместно с Газпромнефтью впервые в России приступил к разработке методов поиска трудноизвлекаемых запасов нефти, а с Росатомом – к проектированию первого в России завода по производству оксида бериллия.

Для развития активного сообщества ученых со всего мира, реализующих уникальные междисциплинарные проекты, в 2015 году на базе ТПУ открыт «Центр RASA в Томске» (Russian-speaking Academic Science Association), который включает в себя 6 лабораторий, 2 из которых возглавляют ученые из ЦЕРНа. В 2016 году, ТПУ стал полноправным участником сразу четырех коллабораций ЦЕРНа: LHCb, CMS, COMPASS и RD 51.

В рамках реализации «дорожной карты» на 2017 год ТПУ заявил три крупных научных проекта, в работе по которым ученые вуза рассчитывают достигнуть существенных прорывов в ближайшем будущем. Это проект «Ядерные технологии персонализированной терапии диссеминированных форм рака», предусматривающий разработку и сертификацию новых уникальных методов обнаружения и лечения онкологических заболеваний при помощи радиофармпрепаратов и диагностических-терапевтического комплекса на базе бетатрона ТПУ. Проект «Прорывные технологии аддитивного производства и неразрушающего контроля жаропрочных композиционных материалов для экстремальных условий» направлен на создание новых жаропрочных материалов, а также новых бездефектных технологий изготовления из них элементов ракетно-космической техники, в том числе способных работать в химически активных окислительных средах. Третий проект - «Комплексная технология преобразования твердых топлив с повышенной энергоэффективностью и малой эмиссией парниковых газов». В его рамках планируется на базе опытно-промышленного комплекса по газификации угля создать уникальные технологии производства электрической энергии из генераторного газа (продукт газификации угля), минимизировав вредные выбросы в атмосферу.

За последние годы приобретено исследовательского оборудования на сумму более 2,5 млрд. руб. Обновленная материально-техническая база университета позволяет проводить передовые международно-значимые исследования, выходящие за пределы традиционных границ академических дисциплин. Катализатором успеха являются ведущие мировые ученые, привлеченные к работе над исследовательскими проектами вуза. В университете реализуются 7 масштабных научных мегапроектов, в исследования вовлечены сотни ученых, аспирантов и магистрантов. Создана концентрированная интеллектуальная среда, насыщенная ресурсами и самым современным оборудованием.

Томский политехнический университет ведет большую исследовательскую работу по арктическому направлению. Она была заметно активизирована с приходом в ТПУ в результате победы в конкурсе по постановлению Правительства РФ №220 И.П. Семилетова, который стал профессором ТПУ и руководителем лаборатории изучения углерода арктических морей. Недавно Игорь Петрович был избран членом-корреспондентом Российской академии наук. Совет по грантам



*Спикер Госдумы РФ С.Е. Нарышкин и член-корреспондент Российской академии наук И.П. Семилетов беседуют с ректором ТПУ П.С. Чубиком на Международном форуме по результатам исследований в Арктике (2016г.)*

университете прошел Международный форум, посвященный изучению биогеохимических последствий деградации вечной мерзлоты в Северном Ледовитом океане. Участие в арктическом форуме приняли ученые из 12 университетов и институтов России, Швеции, Нидерландов, Великобритании и Италии. По его итогам ведущие мировые исследователи Арктики в Томском политехническом университете подписали резолюцию о создании в ТПУ Международного арктического сибирского научного центра (МАСНЦ). Документ подписали: академик РАН, вице-президент РАН и председатель ДВО РАН, В. Сергиенко; профессор ТПУ, научный руководитель международной лаборатории ТПУ по изучению углерода арктических морей, член-корреспондент РАН И. Семилетов; действительные члены Шведской королевской Академии наук и Нобелевского комитета, профессор Стокгольмского университета (Швеция) О. Густафссон и профессор факультета морских наук Гетеборгского, Л. Андерсон; зам.директора океанологии РАН им. П.П. Ширшова П. Лобковский; профессор школы наук о Земле и окружающей среде Манчестерского университета (Англия) Барт Ван Доген; профессор ТПУ и университета Аляски Фейербенкс; обладатель гранта Российского научного фонда, профессор, научный сотрудник Тихоокеанского института ДВО РАН (г. Владивосток) Н. Шахова; преподаватель Амстердамского университета, обладатель гранта FRC-Starting Grant Й.Волк, исследователь Болонского института морских наук (Италия) Т.Тези.

За три года с момента получения гранта для оценки, насколько серьезным может быть влияние деградации подводной мерзлоты на климат и экологическую ситуацию на планете, выполнен ряд экспедиций в Арктику. В частности, для оценки экологического риска массивированного выброса метана из донных отложений морей Восточной Арктики в 2016 году были организованы две полномасштабные арктические экспедиции:

- 30-суточная экспедиция от устьевой зоны Великой Сибирской реки Обь (Обская губа – г. Салехард) до верхнего течения (г. Томск);
- 40-суточная экспедиция в морях Восточно-Сибирского моря (с бункеровкой топливом в море с ледокола «Адмирал Макаров» вблизи порта Певек) и дальнейшим следованием с попутными измерениями вдоль Северо-Востока

Правительства России принял решение продлить мегагрант на проведение научных исследований на тему «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости», которые проводит профессор И.П. Семилетов вместе с научными сотрудниками ТПУ, еще на два года – на 2017 и 2018 годы. В 2015 году грант Российского научного фонда на изучение Арктики получила научная группа под руководством профессора ТПУ Натальи Шаховой.

С 21 по 24 ноября 2016

года в Томском политехническом

Евразийского континента до порта Владивосток. В рамках этих исследований уточнялась роль газообразных компонентов – метана и двуокси углерода в углеродном цикле в арктической системе «суша-море-атмосфера».

Статьи о полученных результатах опубликованы в крупнейших высокорейтинговых научных журналах (Nature Geoscience, Nature Communications, Journal of Geophysical Research и так далее).

В 2016 году была проведена экспедиция на научно-исследовательском судне «Академик М.А. Лаврентьев» в районе Чаунской губы близ поселка Тикси (Якутия), где с участием сотрудников ТПУ были произведено три миссии по проверке и



*Исследования ученых ТПУ в морях Арктики*

наладке бортового оборудования автономного необитаемого подводного аппарата, был составлен ландшафт температуры на различной глубине моря Лаптевых. На основании проведенных работ, были скорректированы математические модели узлов и агрегатов автономного необитаемого подводного аппарата «Платформа» для

использования в условиях Крайнего Севера.

ТПУ продолжает развивать стратегическое партнерство с ведущими компаниями и корпорациями страны и мира. Университет связан договорными отношениями с более чем 400 партнерами. Среди них – Российская академия наук, ведущие российские и зарубежные вузы, Торгово-промышленная палата Российской Федерации, ОАО «НК «Роснефть»», ГК «Роскосмос», ГК «Ростехнологии», АК «Алроса», ОАО «АК «Транснефть»», ПАО «СИБУР Холдинг», ОАО «Федеральная сетевая компания единой энергетической системы», ОАО «Системный оператор единой энергетической системы», ЗАО «Р-Фарм», Межотраслевое производственное объединение работодателей Томской области, Lapp Group, Woodward, «Danfoss», «Hughes», Siemens PLM и др.

ТПУ участвует в программах инновационного развития 15 госкорпораций, для 6 из которых (ПАО «Газпром», ГК «Росатом», АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнёва», «Микроген», «Системный оператор ЕЭС», РАО «Энергетические системы Востока») является опорным вузом, а также в 25 технологических платформах из 32, организованных в Российской Федерации.

Наблюдательный совет ТПУ возглавляет С.А. Жвачкин, губернатор Томской области. Председателем Попечительского совета является выпускник ТПУ С.Б. Точилин, генеральный директор Сибирского химического комбината. В 2014 году в ТПУ создан Международный научный совет (МНС), в который вошли ведущие ученые из Австрии, Германии, Израиля, Канады, Швейцарии. Возглавляет МНС лауреат Нобелевской премии по химии 2011 года, профессор Техниона (Израильского технологического института в Хайфе) Дан Шехтман.

Сегодня перед учеными ТПУ стоят непростые задачи повышения конкурентоспособности науки по приоритетным направлениям модернизации



экономики России, востребованности ее реальным сектором экономики, интеграции в национальную систему образования и мировую науку.

Поставив перед собой цель достичь мирового уровня в образовательной и научной деятельности, ТПУ за последние годы существенно продвинулся в ее осуществлении. Это стало возможным благодаря напряженной работе всего коллектива ТПУ, настойчивости и последовательности в реализации разработанной программы повышения конкурентоспособности. Сделав ставку на развитие триады «исследования – инновации – инвестиции», Томский политехнический университет по каждому направлению добился продвижения вперед. Важно было выбрать приоритеты. Если заниматься исследованиями и инновациями – то теми, которые наиболее востребованы мировой научной повесткой, в которых нуждаются наши индустриальные партнеры, представляющие, как правило, высокотехнологичные секторы экономики. Считаю, Томский политехнический пока еще не задействовал весь свой потенциал, многие направления работы обязательно принесут хорошие результаты в ближайшем будущем. У ТПУ большие заделы в области космического материаловедения, ресурсоэффективных технологий, неразрушающих методов контроля, исследовании проблем Арктики и многих других. Накопленный высокий научно-технический потенциал и целеустремленность позволят выполнить стратегические цели, поставленные перед научным сообществом университета.

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНИКАМИ ОСТРОВОВ БЕННЕТА, ЖОХОВА, НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВОВ И ОСТРОВА САННИКОВА В АРКТИКЕ**

**И.Д. Смилевец, член Союза писателей России,  
участник экспедиций в Арктику и Антарктику  
г. Энгельс, Саратовская область, Россия**

#### *КРАТКАЯ СПРАВКА*

*Смилевец Игорь Демьянович (Саратовская область, г. Энгельс), участник походов по Крайнему Северу, островам Северного Ледовитого океана в составе сборной России, экстремальных экспедиций на Северный и Южный полюса, в т.ч. парашютно-лыжной экспедиции на Северный полюс, лыжной автономной экспедиции на Северный полюс, ходовых испытаний вездеходов в Карском море. Зам. руководителя Международной комплексной экспедиции в Антарктиду (5 мировых рекордов и 4 рекорда Гиннеса). На пневмовездеходах собственной конструкции достигнут Южный полюс и поднят флаг России. Зам. руководителя кругосветной экспедиции «Полярное кольцо» (от г. Салехарда до Чукотки). Автор книг: «Имя миру Антарктида», «Дороги к белым горизонтам», «Дорогами Полярного кольца», «Записки полярного доктора» и др.*



**И.Д. Смилевец**

Из книг, дневников, отчетов и рассказов многих полярных путешественников и наших исследований мы знаем, что землю или какие-то объекты в Арктике можно увидеть на значительном расстоянии. Приведу примеры.

Вот что пишет М.М. Геденштром (1830 г.), руководивший экспедицией 1809-1811 гг., которая исследовала район к востоку от устья реки Лены: «Весною вообще все предметы на море чрезвычайно далеко видны. В то время когда поверхность снега начинает несколько таять, с материкового берега Сибири через все море – 450 вёрст (480 км) – видны иногда бывают деревянные горы на Новой Сибири, которые только вышиною 30 сажень (64 метра). Чему сие приписать? Или особенному преломлению лучей, выходящему из известных правил, или большей сплюснутости земли с приближением к полюсу». В качестве примера хорошей видимости можно привести еще то, что с мыса Якан иногда видны горы острова Врангеля на

расстоянии 160 км. Об этом писали и гидрограф Г.А. Сарычев после экспедиций 1785-1793 гг. под началом Джозефа Биллингса, и Ф.П. Врангель (1841 г.) после экспедиций 1820-1824 гг., а также есть немало очевидцев среди наших современников. И таких примеров можно привести множество. Но мы начали издавека.

А что же все-таки видел промышленник, активнейший участник экспедиций М.М. Геденштрома Яков Санников в 1810 и 1811 гг.? Мнения самые различные: это острова из ископаемого льда, размытые морем подобно островам Диомиды, Васильевскому и Семеновскому; дрейфующие ледяные острова; миражи; торосы; стамухи; испарения над полыней; острова Де-Лонга. Пожалуй, ни одну из версий отбросить сразу нельзя как несостоятельную. Но все-таки большего доверия заслуживают те предположения, которые основываются на проработке первоисточников и автор которых обладают хоть каким-то полярным опытом. Только здравого смысла и логики здесь недостаточно. Из воспоминаний Сергея Аркадьевича Кесселя – известного почетного полярника: «С острова Жохова нам не раз доводилось наблюдать расположенный в сорока двух километрах к юго-западу от него островок Вильницкого, а сфотографировать удалось лишь один раз – в конце мая 1985 года, так как обычно испарения из полыни ненадолго приоткрывают свою завесу».

Чтобы дать ответ на вопрос о том, что видели Санников и другие полярные исследователи,

необходимо иметь, по крайней мере, минимум возможно точных исходных данных: 1) места, откуда велись наблюдения; 2) азимут наблюдаемых объектов; 3) условия видимости; 4) время наблюдения; 5) высота наблюдения над уровнем моря; 6) высота объекта наблюдения; 7) опыт исследования и степень доверия к нему.

Далее будем вести речь только о землях Санникова.

Я подчеркиваю – землях, а не об одной земле, как это часто представляют, ибо в отчетах руководителя экспедиции, в которой участвовал Яков Санников, М.М. Геденштрома и геодезиста П. Пшеницына (1822 г.), а немного позже у Ф.П. Врангеля (1841 г.) мы



Земли Санникова и Толля

можем увидеть на картах и прочесть местонахождение не одной, а трех земель, виденных Санниковым на расстоянии от 50 до 100 км от мест, из которых велись наблюдения.

Правда, позже, М.М. Геденштром (1830 г.) писал: «От северных берегов не далее 25 вёрст простирается лёд, а за ним – открытое, незамерзающее море. С Котельного и Фаддеевского видны к северо-западу синюющие вдали гор, которых, впрочем, на собаках достичь уже невозможно». То есть одну из земель, виденных Санниковым с мыса Каменного острова Новая Сибирь, Геденштром «вычеркнул», так как не увидел ее сам.

Однако почему-то Э.В. Толль, а вслед за ним и Ф.Нансен, В.А. Обручев, В.Ю. Визе и другие наносили на карты и описывали только одну землю, якобы виденную Санниковым к северу от мыса Анисий или мыса Бережных (остров Котельный) на расстоянии 150-200 км. Возможно, стали изображать одну землю, потому что предполагали, что существует большая земля к северу от Новосибирских островов и объединили виденные Санниковым три в одну большую. Потом, очевидно, стали вести речь только о земле, виденной Э. Толлем. Ведь в том направлении не Санников видел землю, а геолог Э.Толль, и это он, по-видимому, «запутал» последующих исследователей, называя виденное им и его проводником Джергели нечто землей Санникова. Правильно было бы ее именовать Землей Толля или Землёй Джергели, мечтой которого было на эту землю «ступить и умереть». А Яков Санников видел землю из трех мест в следующих направлениях и в такой хронологической последовательности: на северо-восток от мыса Благовещенского (о. Фаддеевский) в 1810 году; на северо-запад от северо-западного берега острова котельного в 1810 г. и к северо-востоку от мыса Каменного (о. Новая Сибирь) в 1811 г.

Расстояниям и направлениям, о которых говорится в отчетах М.М. Геденштрома, в том числе и относительно увиденных Санниковым земель, нельзя полностью доверять.

Яков Санников был опытным полярным путешественником, имевшим на своем счету открытие островов. Да и принять за землю испарения, так же как и низкую облачность можно только на какое-то короткое время, так как форма их остается измененной.

Может это был мираж? Но в исследованиях должен быть научный подход к вопросам, поэтому будем пользоваться термином, взятым из метеорологической литературы: «Мираж – оптическое явление, при котором в воздухе в результате рефракции у горизонта появляется изображение реально существующих объектов, обычно в более или менее искаженном, а иногда в перевернутом виде. Изображение может располагаться над действительным предметом (верхний мираж), под ним (нижний мираж) и сравнительно реже справа или слева от него (боковой мираж). Верхний мираж часто наблюдается в полярных районах, нижний – в пустынях».

А почему, собственно, возникло и продолжает существовать столько гипотез, сомнений, споров, по поводу того, что видел Санников? Во-первых, оттого, что многие авторы не знают, откуда и в каком направлении были увидены земли, так как большинство из пишущих на эту тему не очень хорошо знакомы с первоисточниками, а переписывают и перерисовывают варианты местонахождения земель у авторитетов. Но чтобы найти истину, надо забыть об авторитетах.

В апреле 1821 года П.Ф. Анжу прошел на северо-восток от Новой Сибири лишь на 25 верст, так идти дальше помешали разводья. Санников объяснил Анжу, что эти «земли видны бывают только летом и в расстоянии 90 вёрст, а зимой и

осенью не видать».

Пожалуй, первым, высказавшим мнение о том, что Санников мог видеть с мыса Благовещенского остров Беннетта, а с мыса Каменного – острова Генриетты и Жаннетты, был ученый секретарь Русского географического общества А.В. Григорьев в 1882 году. Но он не мог еще знать об открытых позднее Гидрографической экспедицией Северного Ледовитого океана в 1913 и 1914 годах островах Вилькицкого и Жохова. Предположения, аналогичные мнению А.В. Григорьева, позже высказывались М.И. Беловым (1956 г.) и В.М. Пасецким (1986



*Остров Беннетта*

г.). С.М. Успенский в 1959 году считал, что Санников мог видеть остров Беннетта.

Приведенные примеры убедительно говорят о том, что по крайней мере, в районе Новосибирских островов увидеть Землю на расстоянии более ста километров – не проблема. Расстояние от мыса Благовещенского на острове Фаддеевском на северо-восток до острова Беннетта – 150 километров. Наибольшая высота Купола Де-Лонга на о. Беннетта – 426 метров, а Купола Толля на том же острове – 384 метра; высота мыса Благовещенского – около 20 метров. От мыса Каменного на острове Новая Сибирь расстояние на северо-восток до острова Вилькицкого – 75 километров, а до острова Жохова – 115 километров. Высота мыса Каменного – 44 метра, острова Вилькицкого – 82 метра, острова Жохова – 123 метра.

Даже на основании простого сравнения можно заключить, что Яков Санников видел остров Беннета с мыса Благовещенского и остров Вилькицкого с мыса Каменный, а возможно, в последнем случае два острова одновременно – Вилькицкого и Жохова. В конце августа 1902 года капитан яхты «Заря» Ф.А. Матисен, находясь севернее мыса Каменный, по-видимому, также видел, а затем описал это в отчете, либо остров Вилькицкого, либо остров Жохова, приняв их за один из открытых в 1881 году Де-Лонгом островов. Вот что он пишет: «...я поднялся в бочку...и увидел на горизонте  $NO\ 35^{\circ}$  истинную шапкообразную вершину горы, окутанную туманом, как куполом. Земля была видна отчетливо простым глазом и в бинокль и одновременно со мной вахтенным с мостика. Проложив место корабля, пеленг и предполагаемые места островов Генриетты и Жаннета по Де-Лонгу, я думаю, что это был один из них. Меня смущает только то, что был виден один остров, и получилось до него громадное расстояние в 120 миль (220 км). Может быть, это был и какой-нибудь новый остров. Вскоре опустился густой туман».

Образовавшийся вскоре туман и необходимость выполнения прямой задачи – снятия начальника и членов экспедиции с острова Беннетта. Помешали командиру направиться к показавшемуся вдали острову.



## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

---

И еще из воспоминаний Ф.А. Матисена (1902): «Вскоре на горизонте показался огромный торос, совершенно напоминавший высокий скалистый островок.

Подойдя к нему ближе, мы увидели колоссальную ледяную массу – с горами и пригорками, гротами, зубчатыми башнями и горами ледяных осколков. Волны с глухим рокотом разбивались о ледяные утесы. Высота тороса, по измерению А.В. Колчака, оказалась равной 18 метрам».

Одним из подтверждений существования Земли Санникова Э.В. Толль, В.А. Обручев и другие считали то, что в северном направлении от Новосибирских островов летит много птиц, на припайном льду наблюдались следы оленей, направляющихся в сторону открытого моря. Так, В.А. Обручев в послесловии к своему роману «Земля Санникова» в 1955 году писал: «Пролет птиц на север, замеченный еще в 1938 году зимовщиками на острове Генриетты, доказывает, что в этом году какая-то Земля, удобная для летовки и гнездования, на севере среди льдов существовала».

Но на островах Де-Лонга гнездятся летом птицы, и даже живут круглогодично стаи белых куропаток. Больше всего птиц по количеству и разновидности обитает на острове Беннетта, на котором Де-Лонг и Э. Толль видели даже зайцев и оленей. Животные идут, плывут и летят к разводьям и полыньям или вдоль них, не обязательно к какой-то Земле.

Из воспоминаний Сергея Аркадьевича Кесселя – известного почетного полярника: «По Земле Толля-Джергели сложилось мнение, что к северу от мыса Анисий и Бережных существовал остров ископаемого льда, подобно исчезнувшему острову Диомида, Семёновскому и Васильевскому. На эту мысль меня натолкнуло вот что. В навигацию 1980 года между 77° и 78° Северной широты по восточному меридиану 140°, то есть там, где предполагал наличие Земли Э. Толль, мы с борта гидрографического судна «створ» при измерении глубин на гидрографических станциях обнаруживали песчаный грунт, в то время как вокруг грунт был илистый. Правда, смущали глубины в 30 метров. Тщательно исследовать этот район, к сожалению, не позволили дрейфующие паковые льды».



*Разрушающийся берег Новосибирских островов*

Ряд островов в море Лаптевых существовал, но со временем исчез. Остров Фигурина исчез в начале XX века. Остров Васильевский – в 1936 году, а Диамида – во время Второй Мировой войны.

В 1823 году лейтенант русского флота Пётр Анжу высадился на расположенном в море Лаптевых острове Семёновском и отметил, что тот достигает почти 15 километров в длину. Когда в 1912 году к Семеновскому подошел корабль «Вайгач», оказалось, что его протяженность не превышает двух километров. Остров Семеновский пропал в 1955 году прямо на глазах моряков судна «Лаг». Они шли зажигать на острове маяк и были потрясены, когда, не обнаружив острова, увидели верхушку маяка, медленно уходящего под воду. На месте острова осталась только песчаная отмель.

Семёновский растаял. Не в тумане и не в романтической дымке – растаял физически, потому что состоял из... подземного льда. Точно так же – раньше или позже – исчезли в море острова Меркурия, Фигурина и некоторые другие. Многие исследователи считают, что тоже самое случилось и с Землей Санникова. Объясняется все просто. Многие арктические острова состоят не из скал, а из вечной мерзлоты, поверх которой за многие тысячелетия был нанесен довольно высокий слой грунта. Но со временем морская стихия, подтачивая берег, постепенно «съедает» весь остров. И он буквально растворяется в воде.

В 1912 году Л.М. Старокадомский сделал фотографию, которой суждено было стать уникальной. На ней изображен береговой обрыв острова Васильевского – географического объекта, не существующего в современной природе. Да, Васильевский тоже исчез на глазах одного поколения, оставив после себя лишь небольшую песчаную отмель. Подтаивают острова Новосибирского архипелага, в том числе и о. Большой Ляховский, который, как оказалось, состоит все-таки не из мамонтовых костей, а на три четверти из льда.

Скорость отступания ледовых берегов в некоторых случаях достигает 20-30 метров в год – они сокращаются, как шагрeneвая кожа. Кстати, на космических снимках эти участки и впрямь напоминают испещренную рябинками кожу, которую раньше называли шагренью. Такое впечатление создается из-за многочисленных провалов и пустот, вызванных протаиванием ископаемого льда.

Острова на ледяной «подушке» - явление парадоксальное. Их происхождение остается предметом острых дебатов. Это совсем не то что «обычна» мерзлота. Мерзлота – вещь достаточно хорошо изученная и по-своему надежная. Если она оттаивает, объем грунта изменяется в допустимых пределах, потому что льда в ней немного. А на островах-призраках он составляет до 90 % объема и лишь слегка прикрыт сверху метровой прослойкой наносной почвы.

По соседству, где сегодня плещутся холодные, но не глубокие воды Чукотского и Восточно-Сибирского морей, тоже тянулись сухопутные просторы. Пожалуй, в том, что здесь тоже была суша, сомневаться уже не приходится. Вопрос об осушении арктического шельфа относится к общепринятым истинам. Но среди специалистов идут острые дискуссии о том, как именно выглядела эта Земля. Точнее, спор ведется о происхождении ледового зеркала Арктики, фрагменты которого ныне обнажаются в берегах тающих островов. Мотивы исчезнувшей суши можно уловить и в преданиях прибрежных народностей, например, кереков (не путать с каряками!) – одного из древнейших, если не древнейшего народа Чукотки, дожившего до наших дней.

Наверно, не случайно именно у кереков (и только у них!) сохранился странный обряд морского погребения умерших, который не известен ни у одного из

народов, пришедших на побережье Берингова моря позднее. Отпуская тело соплеменника в морскую воду, керечи всегда напутствуют его словами: «Пошёл к предкам». Не значит ли это, что земля предков, осталась под водой?

Вдоль крупнейших рек Восточной Сибири – Лены, Алдана, Индигирки – обнаружены следы гигантских коридоров выдувания, достигающих несколько сот километров в длину. По ним полярный антициклон запускал «щупальца» вглубь континента. Мощные потоки арктического воздуха текли на юг, неся с собой струи пыли и песка. Обнаружены груды камней, истёртых этой песчаной поземкой, словно наждаком. И что самое поразительное, среди них встречаются тысячи орудий каменного века, точно таким же образом обточенных ледяными ветрами. Значит, в этой дикой пустыне или где-то рядом с нею все-таки жили люди.

Версия вторая. Земля могла растаять от действия вулкана.

Съемки из космоса в январе и апреле 1983 года зафиксировали в районе острова Беннетта такое мощное истечение пара или газов, которое естественнее всего объясняется вулканическим происхождением. Подобные по формам и масштабам шлейфы наблюдаются над действующими вулканами в период их активизации.

Всем самолетами ледовой разведки было рекомендовано по возможности пролетать над таинственным островом и проводить его тщательный визуальный осмотр. Ученым довелось тоже его осматривать с высоты нескольких сот метров. Это довольно большой вытянутый скалистый остров с высокими и крутыми обрывами и в основном ровной столообразной поверхностью. Был апрель, остров со всех сторон был окружен сплошным ледяным покровом, однако в небольшой бухточке была чистая вода, что говорило о некоем источнике тепла. Во всяком случае, после этого стало ясно, что легенды о Земле Санникова не лишены оснований.

Из воспоминаний Бурмистрова Александра Васильевича, океанолога, гидролога, много лет проработавшего на Чукотке: «Мне довелось летать с ледовым «бортом» по всей нашей зоне – от Тикси до Берингова пролива. Максимальная северная широта, которую мы достигали, - 80°. Плановые разведки, кстати, проходили задолго до навигации, чтобы чувствовать динамику ледового покрова для более точного прогноза ледовой ситуации на лето.

Иногда гидрологи выполняли спецзадания. Например, поиск подходящей льдины для дрейфующей станции «СП». Как раз в одном из моих полетов в районе севернее Новосибирских островов в мае 1985 года, когда мы искали место для «СП-27». Ранее подходящую льдину уже нашли, но потом потеряли. А еще у нас было задание облететь остров Беннетта (о-ва Де-Лонга) и внимательно его осмотреть. Дело в том, что в январе и апреле 1983 года американские спутники засекли шлейф непонятного происхождения, идущий от этого острова на восток на сотни километров. Об этом, в частности, сообщил журнал американского Географического общества. Как потом выяснилось, шлейф просматривался и на наших снимках, но никто на него не обратил внимания.

Загадочности добавляло то, что этот довольно большой остров совершенно необитаем, там нет и не было никакой хозяйственной или военной деятельности. К тому же шлейф был холодный: на снимках, сделанных в инфракрасных лучах, он был белый, а такой цвет имеют только холодные объекты. Тогда в некоторых центральных газетах появились небольшие заметки об этом, а одна была озаглавлена: «Вулкан в Арктике?».

Наши ледовые разведчики несколько раз пролетали над островом, но он

всякий раз был покрыт густым туманом. Нам повезло: мы первые, кто его увидел после всех этих событий.

Остров Беннетта – продолговатой формы, имеет длину 32 километра и максимальную ширину 12 километров. Берега высокие, обрывистые, но поверхность в основном ровная, как крышка стола. Максимальная высота над уровнем моря 424 метров. Кое-где в море сползают небольшие ледники. На южной оконечности в небольшой бухте мы заметили неширокую полосу чистой воды, в то время как вокруг располагались старые и ниласовые льды. Эта вода чуть парила. Также на самом острове наблюдалось пятно подтаявшего снега. Хотя и был май, здесь весной не особенно пахло. Подтаивание было, скорее всего, не весенним.



*Остров Вилькицкого*

Какова причина этих потемнений, тогда выяснить не удалось. То ли это были просто следы таяния льда, то ли следы вулканического пепла. Ведь доказано, что острова архипелага Де-Лонга (Жохова, Генриетты, Жанетты, Беннетта, Вилькицкого) – вулканического происхождения.

Только в конце сентября 1985 г. специалистами института вулканологии АН СССР удалось добраться до острова и провести там исследования в течение нескольких часов. Они не обнаружили стопроцентных свидетельств вулканической деятельности. Правда, были найдены конкреции окиси марганца, которые могли служить косвенным доказательством. Анализ динамики, морфологии и объема газовых склонений над островом Беннетта, а также данные по составу атмосферного воздуха привели советских и американских ученых к выводу о вероятной вулканической природе наблюдавшегося явления. Расчеты, выполненные директором Института вулканологии ДВНЦ АН СССР, членом-корреспондентом АН СССР С.А. Федотовым, показали значительную мощность предполагаемого вулканического извержения: она равна энергии, выделяющейся при сгорании 100 тысяч тонн нефти в течение нескольких часов. Такое событие, конечно, нельзя было оставить без внимания. Прежде всего потому, что доказательство вулканического извержения в районе острова Беннетта было бы самым убедительным напоминанием о принадлежности этого района в Великому поясу современной активности Земли. С учетом этого в Институте вулканологии и принимается решение об организации экспедиции к месту события.

Позже на острове работали ученые-вулканологи, которые обнаружили не саму вулканическую деятельность. А некие конкреции – минеральные образования, которые могли свидетельствовать о вулканизме, Экспедиция, впрочем, была краткосрочной.

Естественно, сразу вспоминается легендарная Земля Санникова, которая как раз и находилась предположительно севернее Новосибирских островов. Значит, легенда не на пустом месте возникла? Вообще-то, легенды, сказки и мифы никогда не возникают из ничего. Древние люди, наверное, умели фантазировать, но свои истории они не выдумывали. Они могли приукрашать, по-иному интерпретировать, опускать какие-то детали и добавлять свои, но суть при этом оставалась неизменной.

Аэрологи с нашего методического отдела (Певкское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды) предложили свою версию появления растянутого шлейфа, похожего из космоса на дым из трубы. Иногда в Арктике встречается явление инверсии – это когда температура воздуха с высотой не понижается, а повышается. Во время ветра с подветренной стороны довольно высокого острова происходит завихрение воздушного потока. Зона завихрения распространяется по ветру и вполне может быть похожей на шлейф. Так как приземные завихрения холодные, а вышележащие слои – в случае инверсии – теплые, то белый (холодный) цвет шлейфа вполне объясним. Тем более что данные аэрологического зондирования на полярной станции «Остров Жохова» (120 км от острова Беннетта) прямо свидетельствовали об инверсии. С другой стороны, почему-то раньше подобных шлейфов не наблюдалось...»

В 1984 году в районе острова Беннетта вновь из космоса была зафиксирована вулканическая деятельность.

Последняя экспедиция на поиски Земли Санникова была организована совсем недавно. Кстати, сенсацией стало обнаружение учеными на острове Жохова остатков поселений древнего человека, возраст которых 8-9 тысяч лет.

Так что же Земля Санникова – существует она, в конце концов, или нет? Бесспорно, нет. Но, может быть, существовала? Разумеется, да. Но, отвечая «да», мы имеем в виду не расположение ее в какой-то момент времени в точности на месте, указанном Э. Толлем, а нахождение ее, так сказать, и там тоже. А что же роман Обручева о Земле Санникова? Чистой воды вымысел, но созданный человеком, отлично себе представляющим, как она должна была выглядеть, если бы существовала. Обручев просто поместил мир Земли Санникова в некую «машину времени» и передвинул его на 12-15 тысяч лет вверх по оси времени, угодив прямо в начало XX столетия.

Много тайн хранят полярные страны. Только небольшая их часть вошла в эпос северных народов. Борьба за существование оставляла слишком мало сил и времени на его создание, да и многое ушло, исчезло незаписанным. То же, что нам рассказывает сама природа, удивительно. Она рисует картины былого процветания этого края и затем жестокой поры великого оледенения, загадывая исследователям загадки одну интереснее другой. По сей день под толстым слоем камней и тундровой почвы скрываются остатки ледников. Может и была Земля Санникова? Наука требует точности и доказательства, в ней нет места вымыслу. Но без мечты нет науки. Много в ней, еще недавно неоспоримое, меняется под напором новых фактов... Конечно, вопросов, на которые хотелось бы получить ответы, еще очень много. Они ждут своих исследователей.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ**

**С.Л. Шварцев, профессор**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*



**Профессор  
С.Л. Шварцев**

КРАТКАЯ СПРАВКА

*Шварцев Степан Львович - доктор геолого-минералогических наук, профессор, Лауреат Государственной премии СССР; Лауреат Премии РАН им. академика Ф.П. Саваренского; «Заслуженный геолог РФ» и «Заслуженный деятель науки РФ» (2002 г.). Награжден орденами «Знак Почёта», «Дружбы», Почётной Ленинской грамотой Президиума Верховного Совета СССР, золотой и бронзовой медалями ВДНХ, нагрудными знаками Минобразования СССР «За отличные успехи в работе» (1984г.), Советом энциклопедии «Лучшие люди» орденом «Почет и слава» (2011 г.), медалью «За развитие недропользования Томской области» (2016 г.), золотой медалью ТПУ. Международный биографический центр (Кембридж, Англия) дважды включал С.Л. Шварцева в номинацию «Учёный года» (2004 и 2007гг.), Международный учёный года (2006г.), в 2005г. избрал его в число 2000 выдающихся учёных XXI века. В 2007г. отмечен «Научной премией мира». Американский биографический институт наградил «Памятной медалью «Ученый 2008 года», Европейский научный и индустриальный консорциум – орденом “Labore et Scientia –трудом и знанием» (2013 г.).*

*Два Китайских университета (Нанчанский и Восточно-Китайский) избрали С.Л. Шварцева Почетным профессором своих университетов в 2010 г. и 2013 г. соответственно. Научный руководитель Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии. Директор Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (1997-2013 гг.). Руководителем Сибирской гидрогеохимической школы. Подготовил 50 кандидатов и 9 докторов наук. С. Л. Шварцев - широко известный в России и в мире ученый, специалист в области гидрогеологии, гидрогеохимии и геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых. Он впервые в мировой практике разработал теорию и практику применения гидрогеохимического метода поисков месторождений рудных полезных ископаемых в условиях криолитозоны, создал новое научное направление в области взаимодействия воды с горными породами, развил современную концепцию формирования состава подземных вод. Им выполнены разные теоретические разработки по проблемам круговорота воды в земной коре, ее синтезу и химическому разложению, геохимическому циклу в земной коре, формированию крепких рассолов и состава подземных вод. Им опубликовано 417 работ, в том числе 16 монографий и 2 учебника, 90 работ переведены на английский язык и изданы за рубежом, в том числе 2 монографии изданы в Англии и Германии.*

В последние годы в России очень активно стали звучать проблемы Арктики в связи с необходимостью ее более активного освоения в ближайшие годы. Но Арктика – это мир, прежде всего мерзлых пород и льдов, т.е. это постоянно охлажденная область нашей планеты, которая «характеризуется определенной формой проявления двух химических тел, играющих на нашей планете совершенно исключительную по значению роль - воды и угольной кислоты» [1, с.637]. В этой области значительная часть воды находится в твердом состоянии, а угольная кислота встречается в жидком. Все это накладывает огромный отпечаток на геохимическое состояние и миграцию химических элементов, включая непосредственно и мерзлые породы.

Долгое время считалось, что мерзлота практически законсервировала развитие каких бы то ни было геохимических процессов, создав своеобразный химический покой, который нарушается только физическими явлениями, связанными с процессами промерзания и оттаивания (это выражается в формировании своеобразных форм рельефа типа бугров пучения, гидролакколитов, термокарстовых воронок и т. д.). Отсутствие химических и биологических процессов якобы подтверждалось и находками в мерзлых слоях хорошо сохранившихся органических остатков, включая огромные туши мамонтов.



И все же, начиная с середины XXв., удалось преодолеть такие взгляды. Оказалось, что мерзлые слои земные живут своеобразной химической жизнью, которая только начинает приоткрывать свои тайны. Связано это с тем, что в горных породах замерзает не вся вода, а только так называемая свободная, которая не испытывает на себе влияние горных пород и находится в достаточно крупных порах. Чем меньше размер пор, тем ниже температура замерзания такой воды и в мерзлых породах она находится в своем обычном, т.е. не замершем состоянии. Кроме того, не замерзает и высокоминерализованная вода (рассол), поскольку температура замерзания такой воды ниже, чем температура мерзлых пород. Имеются и другие причины, которые обеспечивают незамерзание воды и в мерзлых породах [2].

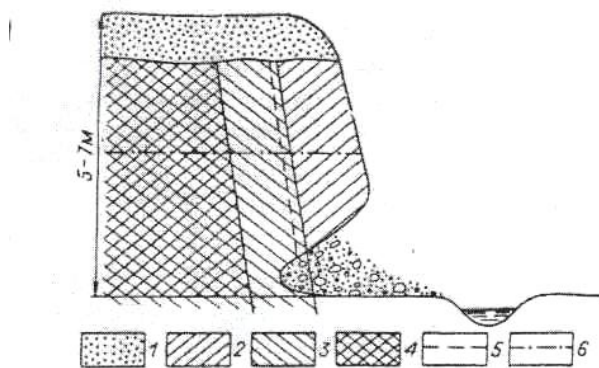
Наличие жидкой воды в мерзлых породах – это главное обстоятельство, которое определяет возможность протекания разнообразных геохимических процессов и при отрицательных температурах. Важно также, что эта незамерзшая вода находится в постоянном движении. Механизм этого явления по И.А. Тютюнову состоит в следующем: «Движущей силой миграции воды и ее кристаллизации является разность поляризационных (химических) потенциалов взаимодействующих фаз грунтовой системы» [3, с.88]. В свою очередь, разность химических потенциалов определяется температурным градиентом, влажностью, дисперсностью и минералогическим составом грунтовой системы. Естественно, что скорости движения таких физически связанных вод исключительно малы, что и определяет наличие в мерзлых породах очень слабого водообмена, который и контролирует специфику всех геохимических или криогенных процессов, протекающих в этих условиях. Оказалось, что в мерзлых породах скорости химических реакций, протекающих при взаимодействии воды с горными породами выше, чем скорости движения таких вод. Поэтому в мерзлых породах происходит накопление высоких содержаний многих химических элементов и образование ими многих легкорастворимых минералов, если этому благоприятствуют геологические условия.

Еще в 1941 г. позже академик С.С. Смирнов, изучая зону окисления Эге - Хайского месторождения (Якутия), обосновал точку зрения, что наличие большого количества легкорастворимых сульфатных минералов в исследуемом месторождении является следствием весьма затрудненного водообмена, обусловленного наличием многолетней мерзлоты. Позже и другие исследователи пришли к аналогичным выводам, например, в работе [4].

В 60-е годы прошлого века нами совместно с Б.В. Олейниковым проводилось изучение зон окисления на ряде сульфидных рудопроявлений северо-запада Сибирской платформы. Исследования проводились в бассейнах рек Северной, Курейки, Горбиячин, Кулюмбэ, Фокиной и др. Зоны рудной минерализации здесь располагаются в экзоконтактовых ореолах трапповых интрузивов, внедренных либо в верхнепалеозойские угленосные отложения, либо в эффузивно - туфогенные образования триаса. Зона окисления на участках развития сульфидов, как правило, имеет небольшую мощность (первые метры) и представлена гидроокислами и окислами железа, скоплениями сульфатов кальция, магния, железа, натрия, алюминия, редкими налетами карбонатов меди. В небольшом количестве в нижней части зон окисления иногда фиксируются агрегаты мельниковита. Остатки первичных сульфидов наблюдаются по всему разрезу таких зон. Среди вторичных минералов широко развиты в них гипс, мелантерит и продукты его дегидратации,

галотрихит, магнистый рёмерит, копиапит, эпсомит, алуноген, натровые квасцы и др. минералы, например, малахит и азурит [5].

Важно подчеркнуть, что сульфаты обнаружены в основном в постоянно мерзлых породах, а не в зоне деятельного слоя. Например, в зоне окисления халькопирит-пирротин-пиритовой жилы берегового обрыва нижнего течения ручья Серебряного (среднее течение р. Фокиной) на дневной поверхности и в полосе деятельного слоя развиты гетит, гидрогетит, лимонит, гипс и малахит (рис.1). На границе деятельного слоя и многолетнемерзлых пород в пределах последних наблюдается магнистый рёмерит с реликтами первичных сульфидов. Более глубокие горизонты зоны окисления сложены мелантеритом с небольшим количеством галотрихита в ассоциации с неокисленными сульфидами и льдом. Заметим, что в нижней части зоны окисления, где развит мелантерит, не установлено даже малейших признаков пленок окисного железа. Следовательно, весьма затрудненный водообмен и отсутствие  $O_2$  в толще мерзлых пород предохраняет двухвалентное железо от окисления и последующего выпадения в виде гидроокиси.



**Рис.1. Схематический разрез по сульфидной жиле на ручье Серебряном.**

1 –рыхлые отложения; 2-зона развития окислов и гидроокислов железа и карбонатов меди; 3 - зона сульфатных минералов с реликтами сульфидов; 4 — первичные сульфиды; 5 — граница многолетнемерзлых пород; 6—уровень паводковых вод.

Наиболее мощная зона окисления развита на медно-никелевом месторождении Норильск-I, возраст которой считается древним, но многочисленные сульфатные минералы – следствие молодых процессов криогенеза [6]. Первичные рудные минералы на месторождении Норильск I представлены пирротинном, пентландитом, халькопиритом, кубанитом и меньше другими сульфидами. Зона окисления, мощностью до 30 м в основном сложена различными гидроокислами железа с большим количеством сульфатных минералов, среди которых Н. С. Зонтовым описаны мелантерит, пизанит, халькантит, моренозит, фибро-феррит, ярозит, гипс и др.

В этой зоне окисления нами обнаружен новый минерал-никельгексагидрит (сульфат Ni). Описываемый минерал был обнаружен в карьере рудника «Северный» в 1959 г. Корки и налеты сульфата покрывали неветрелые габбро- долериты на дне карьера, где авторы наблюдали, как сульфат кристаллизовался из рудничных вод при испарении последних в летнее время. В последующие годы этот же минерал был установлен в верхних горизонтах зоны окисления, вскрытой карьером в его восточной части. Здесь на вертикальной стенке выработки, обращенной на юг, никельгексагидрит образует корки максимальной толщиной до 1.0 см и многочисленные налеты землистых масс, развившиеся на сильно трещиноватых габбро-долеритах, содержащих окисленные сульфиды. Замечено, что после продолжительных дождей его скопления либо резко уменьшались в размерах, либо



исчезали полностью и появлялись только следующей весной. В отмеченных случаях других сульфатов в ассоциации с никельгексагидритом встречено не было [7].

Результаты наших и многих других ученых позволила более глубоко изучить механизмы формирования сульфатных и др. минералов. Оказалось, что полученные материалы позволяют рассмотреть вопрос о причинах большого количества сульфатных минералов в пределах зон окислений сульфидных месторождений северных районов. В настоящее время в процессе промерзания горных пород и почв происходит подтягивание влаги из нижних горизонтов в зону охлаждения. Это движение влаги имеет место также в толще мерзлых пород в сторону более низких температур. А так как в течение долгих полярных зим верхние горизонты почв и горных пород охлаждаются намного быстрее, чем нижние, миграция влаги происходит из нижних горизонтов в верхние. Вода переносит в растворенном виде различные химические элементы. Последние передвигаются также и в результате диффузии. В верхних частях зон окислений сульфидных месторождений подземные воды имеют низкие величины  $pH$ , высокие концентрации сульфат-иона и различных тяжелых металлов [8]. Около поверхности, где температура горных пород быстро падает, количество незамерзшей воды резко сокращается, что ведет к образованию различных минералов. При этом выпадение сульфатов из раствора может происходить и ниже деятельного слоя. Об этом свидетельствует нахождение мелантерита, галотрихита и магнистого рёмерита в толще мерзлых пород. Дефицит кислорода и замедленный водообмен в этих условиях способствуют сохранению названных минералов. Приведенные факты позволяют сделать вывод, что сульфатообразование в настоящее время происходит как в деятельном слое, так и толще мерзлых пород.

В силу весьма затрудненного водообмена в этих условиях в пределах небольших глубин зоны окисления физико-химическая и термодинамическая обстановка может существенно отличаться даже на небольших участках, что находит отражение в образовании разнообразных вторичных минералов. При низких значениях  $Eh$  и малых величинах  $pH$  образуются мелантерит, галотрихит и другие сульфаты, содержащие двухвалентное железо. На участках где значения вод несколько выше создаются благоприятные условия для частичного окисления железа и возникают копиапит, магнистый рёмерит и другие сульфаты закисного и окисного железа. При высоких значениях  $Eh$  и нейтральной или слабощелочной среде железо полностью выпадает в виде окислов и гидроокислов, а сульфаты представлены гипсом, алуногеном, эпсомитом, квасцами и т.д.

Таким образом, проведенные исследования разными учеными позволили установить, что не только в сезонно-талом слое, но и во всем объеме мерзлоты осуществляется масштабное перераспределение вещества, приводящее к изменениям химического и минерального состава пород, руд, почв и т.д. Криогенная миграция химических элементов обеспечивается широким спектром физико-механических и физико-химических процессов, прямо или косвенно регламентируемых наличием и историей существования мерзлотного режима. Поскольку условия в мерзлых породах различны, мы имеем и разные результаты криогенеза. Поэтому известный гидрогеолог Л. Ф. Швецов предложил выделять площади проявления таких процессов под названием **криогенных геохимических полей**. Совокупность их в свою очередь образует криогенную систему, а сумма протекающих в ней процессов - криогенез. Влияние факторов криогенеза сказывается на развитии всех этапов литогенеза в северных районах [9].

Криогенные геохимические поля формируются в криогенных зонах выветривания горных пород, почвах, заболоченных территориях, зонах окисления. В результате формируются криогенные ореолы рассеивания не только в пределах рудных полей, но и их погребенных разностях [10]. Все это позволило нам говорить об открытии нового явления – криогенного солевого рассеивания химических элементов, которое в корне меняет наше представление о мерзлых породах [11, 12].

К сожалению, наступившие 1990 е годы и связанный с ними развал науки, привели к резкому сокращению объема научных исследований и, в частности, сокращению этого научного направления. Но исследования физически – связанных вод обязательно в районах с развитием мерзлоты продолжались. И в этом направлении достигнуты грандиозные результаты. Сошлемся хотя бы на работу Ю.П. Рассадкина [13], который показал, что вода в малых объемах порового пространства обладает особыми свойствами. К ним относятся: существенное уменьшение диэлектрической проницаемости до величин 4,5; в ней не растворяются соли и не гидратируются ионы; на 35-40% увеличивается вязкость; возрастает коэффициент самодиффузии до величин  $2,3 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ ; температура замерзания снижается вплоть до  $-70^\circ\text{C}$ ; увеличивается плотность до  $1,2-1,4 \text{ г/см}^3$ , растет теплопроводность и т.д. Толщина слоя, где проявляются эти изменения, достигает сотен и тысяч ангстрем.

Еще одно важное обстоятельство установлено в последнее десятилетие. Речь идет о том, что система вода-алюмосиликаты является равновесно – неравновесной во всех без исключения участках земной коры: водный раствор всегда неравновесен с отдельными минералами магматического или метаморфического генезиса, но одновременно равновесен с определенной гаммой вторичных минеральных образований. Следовательно, мы имеем дело с внутренне противоречивой системой, способной к самопроизвольному, непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых минеральных фаз и геохимических типов воды [14].

Еще более важно, что со многими ведущими минералами эндогенного генезиса равновесие воды в принципе невозможно. Удивительно и то, что в эту группу входят только минералы, слагающие базальты, изначально образовавшие нашу планету. Причина такого явления состоит в том, что поступающие из базальтов в раствор химические элементы связываются новыми минеральными соединениями, формирующимися в этой системе. Такие вторичные минералы выступают геохимическими барьерами на пути установления равновесия подземных вод с растворимыми минералами, что обеспечивает непрерывность растворения базальтов, смену во времени состава вторичных минералов и воды [15].

Рассматриваемая нами система никогда не приходит в равновесие и не становится инертной, она, медленно развиваясь, формирует принципиально новые разнообразные минеральные соединения и непрерывно меняет состав воды. Для её развития характерна непрерывность, неравновесность и нелинейность, способность к созданию новых более сложных соединений, которых ранее на земле не было, что является важнейшим признаком эволюции, независимой от внешних факторов и обладающей автономностью, наличием механизмов самоорганизации и т.д. [16].

Это полностью меняет наше представление об эволюции системы вода-порода и позволяет с новых позиций подойти к проблеме солевого рассеивания элементов, включая и многолетнюю мерзлоту. Все это поможет решению многих проблем на территории Арктики.

Литература

1. Вернадский В.И. Избранные сочинения, Т. IV, кн.2, М.:Наука, 1960, 652 с.
2. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции. Новосибирск: Изд.»ГЕО», 2009, 319 с.
3. Тютюнов И. А. Введение в теорию формирования мерзлых пород М.: Из-во АН СССР, 1960, 144с.
4. Мирошников Л. Д., Щеглова С. О. О концентрации водорастворимых сульфатов на полуострове Челюскина. Зап. Всес. минерал. об-ва. ч. 88, вып. 6, 1959, С.101-114
5. Олейников Б. В., Шварцев С.Л. Современное сульфатообразование в зонах окисления пирротин-халькопиритовых гидротермальных рудопоявлений (северо-запад Сибирской платформы) //Геология и геофизика, 1968, №6, С.15-24
6. Зонтов Н.С. О зоне окисления вюрмского времени в Норильском месторождении медно-никелевых сульфидных руд. //ДАН СССР, 1959, т.129, №2, С.181-184
7. Олейников Б.В., Шварцев С.Л., Мандрикова Н.Т., Олейникова Н.Н. Никельгексагидрит – новый минерал. Записки Всесоюзного минералогического об-ва, 1965, вып.5, С.534-547
8. Шварцев С.Л. О гидрогеохимическом методе поисков в северных заболоченных районах //Геология и геофизика. 1965, №7, С.3-10.
9. Швецов П.Ф. Криогенные геохимические поля на территории многолетней криолитозоны //Изв. АН СССР, сер. геол., №1, 1961, С.73-81
10. Питулько В.М., Шварцев С.Л. Геохимические методы поисков рудных месторождений в областях криогенеза // Сов. геология, 1977, №3, С.94-107
11. Шварцев С.Л. Геохимическая деятельность мерзлоты. //Природа, 1975, №7, С. 67-73.
12. Мельников П.И., Иванов О.П., Макаров В.Н., Питулько В.М., Шварцев С.Л. Явление криогенной миграции химических элементов и его значение для поисков месторождений в районах многолетней мерзлоты //ДАН СССР, 1988, т.303, №4, С.963-967
13. Рассадкин Ю.П. Вода обыкновенная и необыкновенная. // М.: «Галерея СТО», 2008. 840 с.
14. Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода. //Вестник РАН, 2012, №3, С.242-251
15. Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН, 2015, том 85, № 7, с. 632–642.
16. Шварцев С.Л. С чего началась глобальная эволюция? //Вестник РАН, 2010, №3. С.235-244.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ  
В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ**

**А.А. Вазим, доцент, А.В.Шарапов**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В настоящее время нефтяная промышленность является локомотивом развития российской экономики, обеспечивая развитие науки, образования,

социальной сферы, других отраслей промышленности. А есть еще арктический шельф, содержащий, по совместным оценкам наших и иностранных специалистов, до 30% мировых запасов углеводородов. Российская Федерация в течение последних десятилетий ведёт активную борьбу за пальму первенства по объёму добычи нефти с Саудовской Аравией. За период 2000-2009 год объёмы добычи были увеличены более чем в половину. Экспорт нефти составляет 230 миллионов тонн в год, нефтяная промышленность составляет 12-14% совокупного производства страны, 17-18% доходов федерального бюджета и 35% валютных поступлений. 1 рабочее место в нефтяном секторе обеспечивает ещё 5-10 мест в смежных и вспомогательных отраслях промышленности [4]. Нефтяной сектор так же бесспорный лидер и по косвенным экономическим показателям: производительности труда, удовлетворённости трудом, уровне квалификации специалистов и тому подобным. Предприятия нефтяной отрасли – наиболее привлекательный работодатель на рынке для молодых специалистов, что легко заметить по гигантскому конкурсу на профильные специальности и объёмам подаваемых в компании резюме.

Вопрос в том, насколько такие передовые кадры, которых мы готовим, будут востребованы. Ведь это зависит от экономики и политики, даже при цене на нефть 40–50 долларов за баррель вряд ли освоение арктического шельфа будет бурно развиваться, потому что слишком дорого и тяжело. Если нефть вернется к цене в 100 долларов то, конечно, пойдет интенсивное освоение запасов Крайнего Севера. Но все-таки постепенно, шаг за шагом, развитие будет происходить. Традиционные месторождения постепенно истощаются, запасы углеводородного сырья, вовлеченные в разработку, будут кончатся; нужно будет осваивать большие глубины и идти в отдаленные регионы, что не сильно дешевле, чем освоение Арктики.

Однако, идиллия, царившая последние годы в отрасли, когда многие начали считать нефтяные активы «золотой гаванью», была прервана целой цепью событий различной природы и масштаба, которые поставили под серьёзный вопрос её дальнейшее благополучие. Задачей данной статьи является классификация и анализ наиболее серьёзных негативных факторов развития нефтяной промышленности в текущих экономических и политических условиях, а также поиск возможных решений этих проблем на основе анализа специализированной литературы.

Освоение Арктики будет развиваться при международном участии. Потому что риски очень высокие. Для того чтобы снизить риски, в том числе экологические, нужно кооперироваться. Риски нужно страховать. Если сравнивать с добычей нефти в Персидском заливе, там и условия другие и много технических средств в наличии в случае аварийных ситуаций, а в Арктике – нет.

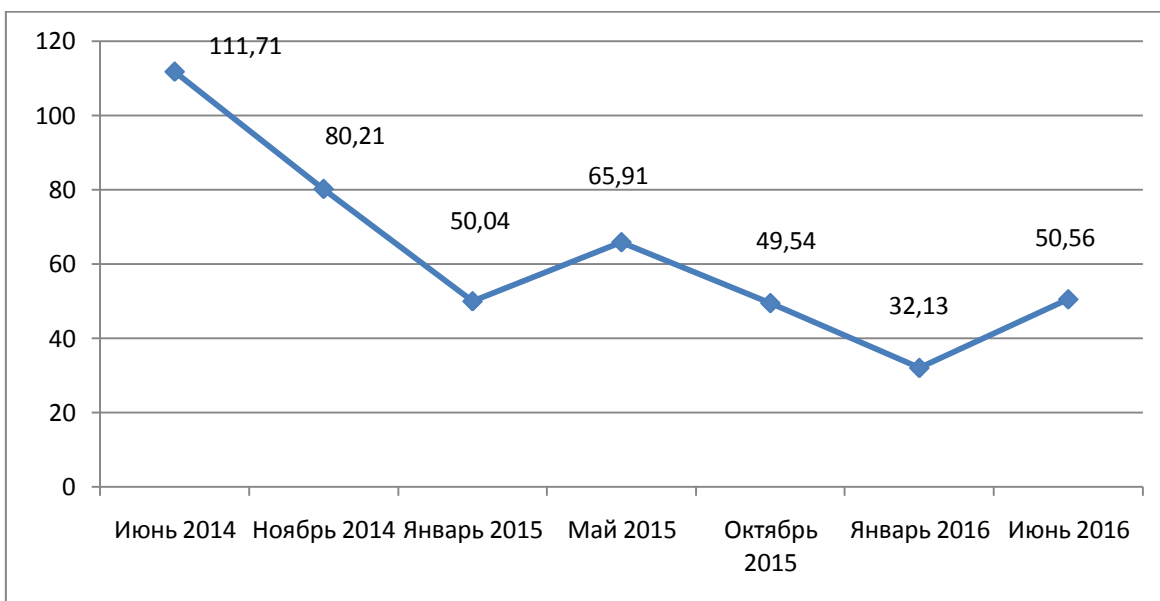
По мнению многих специалистов, экономика России попала в ситуацию «идеального шторма», когда сразу несколько негативных факторов глобального масштаба начали одновременно действовать на неё с разных сторон.

Наиболее обсуждаемым в общественном дискурсе стал вопрос экономических санкций, принятых США, Европейским союзом и рядом других стран, причисляемых к так называемому Западному миру, причиной которых стало вмешательство России в политический конфликт на Украине, и, в большей степени, присоединение Крыма. В рамках нашей темы нас в первую очередь интересует третий пакет санкций, введённый в 2015 году. В рамках него, западным кампаниям запрещались поставки оборудования для нефтегазовой отрасли российским предприятиям. С первого взгляда, эффект от этих мер сомнителен – объём добычи

нефти с тех пор не только не упал, но даже вырос. Однако, по мнению экспертов, это нанесёт серьёзный урон в среднесрочной перспективе [16]. Дело в том, что западное оборудование, в первую очередь, применялось при разработке сложных месторождений в Арктике и на Арктическом шельфе. В России такого оборудования нет, отсутствуют и какие-либо серьёзные научные разработки в этой сфере. Развивающиеся страны (которые могли бы выступить как альтернативный поставщик) также не имеют наработок в данном направлении, за исключением бурового флота [5]. Причина санкций полностью лежит в области политики, и мало поддаётся экономическим механизмам воздействия. Любой конфликт негативно сказывается на экономическом положении участников, и чем дольше он длится, тем сильнее экономические негативные последствия. Учитывая тот факт, что в связи с истощением традиционных запасов нефти и газа на континенте, Арктика и её шельф через 20-30 лет должны стать основным источником углеводородов для российской экономики, любое промедление в их освоении серьёзно сказывается на перспективах отрасли. В связи с чем, необходимо ускорить работу по отмене санкций, хотя бы в этом направлении. Помимо технической стороны вопроса, санкции ударили по финансовым возможностям компаний. Ограничение выхода на иностранные рынки капитала и сотрудничества с зарубежными партнёрами поставило под вопрос ряд крупных проектов российских производителей. В частности совместные проекты Роснефти и Shell были остановлены, существенно замедлены работы на проектах Новотэка и Total. Внутренние резервы российских компаний при этом крайне ограничены в силу социальных и государственных обязательств, что существенным образом сказывается на времени реализации проектов [5].

Вторым мощным ударом стал резкий обвал цен на нефть. В течение последних двух лет цены колебались с фантастической амплитудой [График]. Изначальной причиной подобного падения как раз следует считать борьбу ближневосточных нефтяных держав (в первую очередь, конечно, Саудовской Аравии) с появлением альтернативных игроков на нефтяном рынке. Самым мощным из них являются США, начавшие широкомасштабную разработку сланцевых нефтяных месторождений. Сланцевые углеводороды имеют довольно высокую себестоимость добычи, и обвал цен привёл к серьёзному упадку этого направления. В России сегодня себестоимость добычи углеводородов очень низка, однако, не далеко то время, когда и нашей стране придётся приняться за разработку сложных видов нефти. Степень выработки легкодоступных месторождений сегодня в 4 раза выше, чем трудноизвлекаемых. Из 2,5 тысяч разведанных сегодня залежей нефти более половины относятся к трудноизвлекаемым, содержат вязкую, битумную и другие виды сложной нефти [9]. Подобное падение цен на нефть серьёзным образом сказывается на инвестиционных планах нефтегазовых компаний, и ставит под вопрос перспективы разработки значительной части российских месторождений в долгосрочной перспективе. К сожалению, единственный способ как-то повлиять на цену нефти – это договориться с другими производителями о регулировании объёмов добычи, что крайне сложно даже в рамках сравнительно однородной по взглядам ОПЕК, не говоря о тех странах, которые туда не входят.

В данном ракурсе появляется ещё одна серьёзная проблема – геополитические сложности. Рынок нефти всегда был крайне чувствителен к политическим проблемам. Так, Война Судного дня в 1973 году привела к четырёхкратному росту цен на нефть (с 3 до 12 долларов), спровоцировав мировой экономический кризис.



*Рис. 1 Изменение цены на нефть марки Brent в 2014-2016 годах (в долларах США за баррель)*

К двукратному росту цен привела Исламская революция в Иране. Можно привести ещё множество примеров. Как мы уже видели ранее, ситуация в настоящее время тоже в немалой степени имеет под собой политический подтекст. Несмотря на кажущееся бессилие производителей нефти, они являются достаточно мощными игроками мирового геополитического рынка. Их финансовые и политические возможности превышают таковые у большого количества развивающихся и малых государств. В случае, когда их совокупный интерес будет требовать стабилизации цен на нефть, политические игры будут намного легче прекратить, в пользу стабильности и благополучия рынка нефти, а значит и подавляющего числа других отраслей. Скорое возвращение Ирана на рынок углеводородов должно продемонстрировать, насколько производители способны на договорённости для максимизации общих выгод. Либо они предпочтут игру в «одни ворота», что тоже будет неким выбором, но сильно осложнит жизнь им самим и потребителям продуктов нефтепереработки, так как волатильность по-прежнему будет угрожать долгосрочным стратегиям.

Ещё один интересный фактор, особым образом влияющий на рынок нефти – это появление субститутов и альтернатив. В данной статье уже упоминалось появление сланцевой нефти. Так же постепенно, в связи с истощением лёгкой нефти на рынке появляются тяжёлая и битумная нефть. К сожалению, попытка перерабатывать этот ресурс окончилась провалом. Перерабатывающий завод «ТАНЕКО», созданный в структуре «Татнефти» (именно на эту компанию, а также на «Башнефть» приходится львиная доля добываемой в России тяжёлой, высокосернистой нефти) для переработки сложных нефтяных соединений совершенно не справился с работой – продукция не соответствует заявленным требованиям. Рассматривался вопрос об отводе тяжёлой нефти из общих трубопроводов и продажи её в Европу отдельно через комплекс в Усть-Луге (в Европе существует отлаженная система переработки высокосернистой нефти), с целью повышения прибылей от поставки более лёгких высококачественных сибирских сортов нефти. Однако, сопротивление Башнефти и Татнефти, которые в

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

таком случае потеряют значительную долю прибыли, пока не позволяет осуществить эти планы. Помимо нефтяной альтернативы, широко распространяются альтернативные источники энергии: солнце, ветер, биотоплива и прочее. Доля этих ресурсов хоть и невелика, но с каждым годом заметно прироста, что нужно иметь в виду при долгосрочном планировании рынка.

Немаловажным будет также дать обзор российского корпоративного рынка углеводородов. Из 500 крупнейших компаний России 50 связаны с нефтегазовым сектором. Из 10 первых по чистой прибыли - 7 представителей топливного сектора [Табл. 1].

*Таблица 1*

*10 крупнейших компаний по размеру чистой прибыли за 2015 год*

<b>Компания</b>	<b>Отрасль</b>	<b>Выручка (млрд. руб.)</b>	<b>Чистая прибыль (млрд. руб.)</b>
<b>Сургутнефтегаз</b>	Нефть и газ	875	885
<b>Роснефть</b>	Нефть и газ	3 681	350
<b>Сбербанк России</b>	Банки	2 155	290
<b>ЛУКОЙЛ</b>	Нефть и газ	4 718	181
<b>Газпром</b>	Нефть и газ	5 477	157
<b>Сахалин Энерджи</b>	Нефть и газ	308	118
<b>Татнефть</b>	Нефть и газ	476	98
<b>ГМК «Норильский никель»</b>	Цветная металлургия	447	93
<b>Банковский холдинг Альфа-банка</b>	Банки	217	63
<b>MaiLRu Group</b>	Интернет	32	62

Однако лидерство нефтегазового сектора в последние годы сопровождается гигантским приростом средств от скачка валют на протяжении 2014-2015 года. Как уже ранее было отмечено, экспорт нефтепродуктов даёт более трети всех валютных поступлений бюджета. Продавая нефть за доллары, они естественно, значительно увеличили рублёвую выручку. Так, например, пророст выручки лидера - компании Сургутнефтегаз, составил 217%. Однако, даже в таких условиях, такие гиганты как Роснефть, ЛУКОЙЛ и Газпром умудрились потерять в выручке, уступив менее крупным компаниям (потери в чистой прибыли составили 37, 25 и 87% соответственно) [11]. Качество корпоративного управления у гигантов нефтегазовой отрасли давно вызывает ряд вопросов у экспертов. Так слабыми сторонами

менеджмента в нефтегазовом секторе называют излишний интерес к экстенсивным источникам развития: природным условиям, увеличению трудоёмкости, государственной поддержке и тому подобным явлениям. Так же российские производители очень мало делают для сокращения разрыва в технологическом и финансовом превосходстве западных стран. На низком уровне находятся внутренняя диверсификация и вертикальная интеграция, что привело к упадку в стране геологии, исчезновению собственного бурового флота, сильному упадку отраслевого машиностроения [8][10]. При этом руководство предприятий не забывает о собственном материальном достатке [табл. 2].

**Таблица 2**

**Соотношение заработной платы руководства и работников с финансовыми результатами компании в нефтегазовой отрасли**

<b>Компания</b>	Газпром	Лукойл	Татнефть	Сургутнефтегаз
Средний доход топ-менеджера (члена правления) (млн. руб.)	149	109	28	3
Изменение среднего дохода члена правления (от 2013 к 2014)	43%	-52%	112%	5%
Средний доход работника (млн. руб.)	1,148	н/д	н/д	0,61
Изменение среднего дохода работника (от 2013 к 2014)	-2%	н/д	н/д	7%
Разница в заработной плате (в разгах)	130	н/д	н/д	5
Динамика чистой прибыли компании за 2013-2014 (млрд. руб.)	-71,7	-207	19,4	635,2
Финансовый результат в 2014 (млрд. руб.)	290,3	314,9	97,7	891,7

Весьма неоднозначно выглядит тот факт, что в государственных компаниях падение финансовых результатов не привело к сокращению вознаграждения управляющих. В то время как Сургутнефтегаз 2 года подряд выдавая рекордные результаты продолжает держать планку самого демократичного предприятия в России, с наименьшим разрывом в заработной плате руководства и сотрудников.

В условиях, когда жадность и недалёковидность сочетаются друг с другом, не так далеки могут оказаться и серьёзные материальные проблемы. Российские производители нефти (впрочем, не только российские), должны научиться работать в совершенно новых для себя условиях и быть готовым к самым неожиданным ситуациям. Российским компаниям нужны большие инвестиции в НИОКР и человеческий капитал – те сферы, которые раньше подвергались развитию только в случае крайней необходимости. Технологическое развитие, интенсивный путь развития должны стать основной идеей, особенно для государственных компаний и



прийти на смену идеологии потребления. В ином случае, существует риск упустить долгосрочные явления, которые могут серьёзно подорвать позиции нефтяных производителей. Отсутствие поддержки образования, инфраструктуры и научного потенциала привело к зависимости от западных технологий, создавая за собой остальные проблемы, в то время как важные для реинвестиций средств уходили на второстепенные проекты и премии. Больше внимание к стратегическому планированию в условиях высоких рисков и неопределённости является высшей формой менеджмента, но сегодня именно такой навык необходим руководителям нефтяных компаний, если конечно, их интересует долгосрочное устойчивое развитие компаний и всей страны.

### Литература

1. Болдырев Е.С., Буренина И.В., Захарова И.М. Учёт рисков при оценке инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли // Интернет-журнал Науковедение. – Москва, 2016. - Т. 8. - № 1 (32). - С. 43
2. Гаврилов В.П., Лобусев А.В., Мартынов В.Г., Мурадов А.В., Рыжков В.И. Стратегия освоения углеродного потенциала арктической зоны РФ до 2050 г. и далее // Территория Нефтегаз. – Москва, 2015. - № 3. - С. 39-49.
3. Горкина Т.И. Океанический шельф как район нового освоения для мировой экономики // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – Москва, 2015. - № 3. - С. 19-28.
4. Заведеев Е.В. Риски в деятельности нефтегазодобывающих компаний России // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. - Москва, 2011. - № 2. - С. 53-57
5. Сидорова Е. Энергетика России под санкциями Запада // Международные процессы. – Москва, 2015. - Т. 14. - №1 (44). - С. 143-155.
6. Карпов В.П. Север и Арктика в «Генеральной перспективе» СССР: проблемы комплексного освоения // - Уральский исторический вестник. – Екатеринбург, 2016. - №1 (50). - С. 91-99
7. Коржубаев А.Г. Инновационное развитие нефтегазового комплекса России: проблемы, условия, перспективы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – Москва, 2011. - № 2. - С. 27-33.
8. Новикова Е.Ю. Перспективы интеграции предприятий нефтегазовой отрасли в современных экономических условиях // Альманах мировой науки. – Москва, 2016. - № 4-3 (7). - С. 91-97.
9. Понкратов В.В. Ресурсный потенциал нефтегазовой отрасли промышленности России и стимулирование повышения эффективности его использования // Экономика. Налоги. Право. – Москва, 2015. - № 3. - С. 94-101.
10. Проскурнина Т.В., Сальникова О.В. Проблемы развития топливной промышленности России на примере нефтегазового сектора // Экономика и предпринимательство. – Москва, 2015. - № 3 (56). - С. 230-233.
11. РБК 500: Рейтинг российского бизнеса 2015 [Электронный ресурс]: // РБК - Электрон. текст. данных – [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://www.rbc.ru/rbc500/> (дата обращения: 01.06.2016)
12. Сергеев П.А. Проблемы эффективного использования ресурсного потенциала российской Арктики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – Москва, 2014. - № 44 (281). - С. 13-19.

13. Соболев Л.Б. Ветровая энергетика и диверсификация корпораций военно-промышленного комплекса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - Москва, 2015. - № 36 (321). - С. 2-11.
14. Скопина Л.В., Шубников Н.Е. Построение экспертной системы для геолого-экономической оценки нефтяных месторождений в условиях неопределённости и рисков // Наука и образование. – Москва, 2014. - № 4 (76). - С. 11-15.
15. Федулов Н.Н. Повышение энергетической безопасности России через международное сотрудничество в освоении нефтегазовых ресурсов Арктики // Экономика и предпринимательство. – Москва, 2015. - № 8-1 (61-1). - С. 59-63.  
Хвальневич А.В. Влияния кризиса на конкуренцию на мировом рынке услуг по добыче нефти и газа // Российский внешнеэкономический вестник. – Москва, 2015. - Т. 2015. - № 11. - С. 115-127.

## ЛЕКТОРИЙ

### ИСТОРИЯ ПОЛЯРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АРКТИКИ

О. А. Пасько, профессор

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*



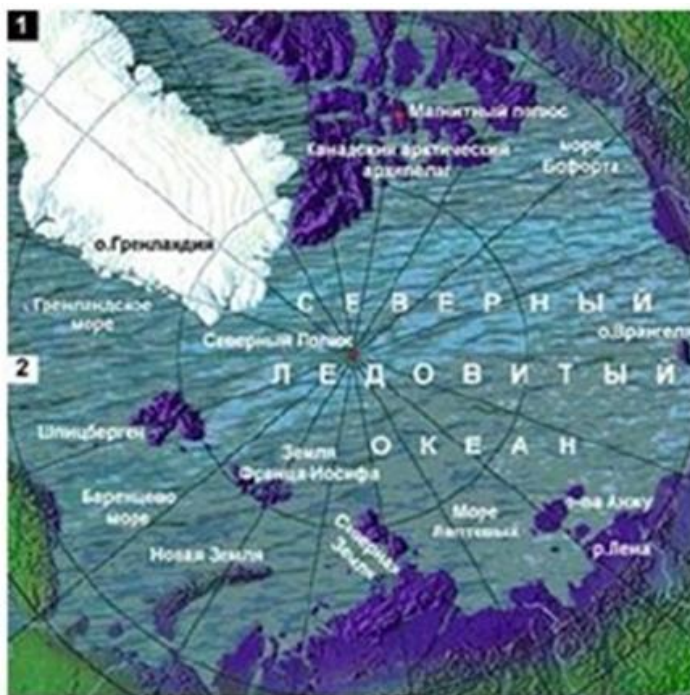
КРАТКАЯ СПРАВКА

*Пасько Ольга Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор, член Союза журналистов России и Евразийской академии телевидения и радио; член жюри международных теле- и кинофестивалей, экс-ведущая и редактор научно-образовательного канала «Разум. XXI век», программ «Ученые записки», «Черные дыры», «Белые пятна» (г. Москва, Канал «Культура») и др., призер областного конкурса «Человек года» в номинации «Лучший журналист» (г. Томск).*

**Профессор ТПУ  
О.А. Пасько**

История исследования Арктики неразрывно связана с историей развития человечества и технического прогресса. Ее называли «страной ледяного ужаса», «мертвой землей» и предполагали, что она совершенно не приспособлена для жизни людей. Однако первые обитатели северной части Евразии смогли приспособиться к этим тяжелым условиям и со временем стали продвигаться все дальше на север, расширяя границы исследованной человеком территории.

Сейчас Арктика - северная полярная область Земли, включающая Северный Ледовитый океан и его моря: Гренландское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Бофорта, а также море Баффина, залив Фокс-Бейсин, многочисленные проливы и заливы Канадского Арктического архипелага, северные части Тихого и Атлантического океанов; Канадский Арктический архипелаг, Гренландию, Шпицберген, Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские острова и о.



*Рис.1 Карта Арктики*

Врангеля, а также северные побережья материков Евразия и Северная Америка. Исследование именно этих территорий и являлось задачей для большинства полярных экспедиций, проведенных человечеством на всем протяжении истории.

Русские поморы и землепроходцы уже в середине XVI века, используя притоки сибирских рек, совершали плавания в Северный Ледовитый океан и вдоль его берегов. В 1648 г. группа мореходов во главе с «торговым человеком» Федотом Поповым и казачьим атаманом Семеном Дежневым обошла Чукотский полуостров и вышла в Тихий океан. В 1686-1688 гг. торговая экспедиция Ивана Толстоухова обошла морем с запада на восток Таймырский полуостров. В 1712 г. землепроходцы Меркурий Вагин и Яков Пермяков впервые посетили Большой Ляховский остров, положив начало открытию и исследованию всей группы Новосибирских островов [2].

В 1733-1742 гг. в водах Северного Ледовитого океана и на его побережье работала Великая Северная экспедиция. По существу, она объединила девять различных экспедиций, в том числе вторую Камчатскую экспедицию под руководством Витуса Беринга. Основной задачей экспедиции было поставлено исследование севера России от Печоры до Чукотки и составление его географического, геологического, ботанического, зоологического и этнографического описания. Кроме того, планировались морские походы к берегам Японии и Северной Америки. В ходе десятилетней работы был выполнен огромный комплекс исследований северной территории Сибири от устья Печоры и острова Вайгач до Чукотки, Командорских островов и Камчатки. Впервые были нанесены на карту берега Северного Ледовитого океана от Архангельска до устья Колымы, побережье острова Хонсю, Курильские острова. Более грандиозного географического предприятия до этой экспедиции не было [1].

Наибольший интерес имел для исследователей Северный Морской путь – кратчайший путь между западной и восточной частями Евразии, позволяющий сейчас соединять западноевропейские страны и Китай, Атлантический и Тихий Океаны между собой. В середине XVI века англичане (Хью Уиллоби, Ричард Ченслер) предпринимали ряд попыток пройти Северным морским путем, но дальше Новой Земли им проникнуть не удалось. Разработкой и теоретическим обоснованием такой экспедиции занимался М. В. Ломоносов, много внимания уделял теме Д. И. Менделеев. Впервые маршрут был пройден с одной зимовкой в 1878-79 годах экспедицией шведа Нильса Норденшельда на барке «Вега». А первое сквозное плавание в направлении с востока на запад, с зимовкой у полуострова Таймыр, совершила гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана под руководством Бориса Вилькицкого на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач» в 1914 —1915 годах (рис.1). Это плавание стало также первым сквозным прохождением Северного морского пути российской экспедицией. Впервые за одну навигацию был пройден экспедицией Отто Шмидта в 1932 году на ледокольном пароходе «Александр Сибиряков», и в дальнейшем активно использовался Советским Союзом, в частности, в ходе Великой Отечественной войны. Сейчас продолжается освоение и использование этой важнейшей транспортной магистрали российской Арктики.

В исследовании Арктики принимали участие и зарубежные исследователи. К их числу можно отнести экспедиции англичанина Франклина, уже упомянутую экспедицию Норденшельда, успешную экспедицию Нансена и многие другие.

В 1818 году Франклин впервые принял участие в британской арктической экспедиции, которая должна была достичь Берингова пролива, пройдя через Северный полюс (задача явно невыполнимая, но основанная на представлениях того времени о том, что в районе Северного полюса океан свободен ото льдов). Экспедиция смогла продвинуться на север от о. Шпицберген, но была вынуждена

повернуть назад из-за глубоких льдов. В ходе последующих экспедиций было исследовано около 800 км северного побережья Канады и Америки. В поисках Северо-Западного прохода (морской путь через Северный Ледовитый океан вдоль северного берега Северной Америки через Канадский Арктический архипелаг) была организована так называемая «Пропавшая» экспедиция Франклина (1845-1847 гг.), в ходе которой он и погиб. В поисках пропавшей экспедиции принимали участие многие известные мореплаватели и исследователи, в частности Эдуард Ингфилд, Джон Рэй, Френсис Мак-Клинтон [3].

Гренландская экспедиция Нансена 1888—1889 годов была первым в мировой научной практике успешным пересечением ледникового покрова острова Гренландия. Экспедиция доставила большой комплекс метеорологических данных, сведений о физической географии и богатые этнографические наблюдения. Успех экспедиции способствовал подъёму национального самосознания норвежцев и открыл ряд успешных походов в высокие широты Северного и Южного полушарий, которые сегодня известны как «золотой век полярных исследований». Методы, опробованные экспедицией, стали основой похода Нансена на Северный полюс в 1895—1896 гг.

Совершенно новый этап в исследовании и транспортном освоении Северного Ледовитого океана связан с именем знаменитого русского мореплавателя адмирала Степана Макарова. По его идее в 1899 г. в Англии был построен первый в мире мощный ледокол «Ермак», который предполагалось использовать для регулярного сообщения с Обью и Енисеем через Карское море и для научных исследований океана до самых высоких широт.

Плодотворной по результатам была русская «Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана» 1910-1915 гг. на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач». Базируясь во Владивостоке, она за три года выполнила детальную гидрографическую опись от мыса Дежнева до устья Лены и соорудила на побережье навигационные знаки.

Особое место в истории освоения Арктики занимает период советских исследований 1930-1940-х гг. Тогда были проведены героические экспедиции на ледокольных судах «Г. Седов», «Красин», «Сибиряков», «Литке». Их возглавляли известные полярники Отто Шмидт, Рудольф Самойлович, Владимир Визе, капитан Владимир Воронин. В эти годы впервые в одну навигацию была пройдена трасса Северного морского пути, совершены героические перелеты через Северный полюс, которые создали принципиально новые возможности для достижения и изучения Северного полюса [4].

В советский период времени были организованы и постоянно действовали дрейфующие станции во льдах Ледовитого океана, научные сотрудники вели обширные и разносторонние исследования Арктики и дна Ледовитого океана.

С 1991 по 2001 год в Арктике не было ни одной российской дрейфующей станции (советскую станцию «Северный полюс 31» закрыли в июле 1991 г.), ни одного ученого, который бы занимался на месте сбором необходимых научных данных. Экономическое положение России заставило прервать более чем полувековой цикл наблюдений с дрейфующих льдов Арктики. Только в 2001 г. была временно открыта экспериментальная новая дрейфующая станция «Северный полюс».

Сегодня ведущие мировые державы приготовились к переделу арктических пространств. Россия стала первым арктическим государством, подавшим в 2001 г. заявку в ООН на установление внешней границы континентального шельфа в

Северном Ледовитом океане. Заявка России предполагает уточнение территории арктического шельфа площадью более миллиона квадратных километров.

Летом 2007 г. стартовала российская полярная экспедиция «Арктика- 2007», целью, которой было изучения шельфа Северного Ледовитого океана. Исследователи поставили целью доказать, что подводные хребты Ломоносова и Менделеева, которые тянутся к Гренландии, геологически могут являться продолжением Сибирской континентальной платформы, это позволит России претендовать на огромную территорию Северного Ледовитого океана в 1,2 млн. кв. километров.

Таким образом, можно выделить следующие этапы и причины освоения Арктики:

1. Первые исследования, открытия островов, описание границ, нахождение новых торговых путей.

2. Исследования для уточнения имеющихся сведений – составления подробных карт, описание географических, климатических условий, растительного и животного мира.

3. Научные исследования Арктики с целью наблюдения за изменениями климата, атмосферы, уровнем и количеством льдов, сохранностью животного мира.

4. Изучение арктического шельфа и геологического строения с целью установления границ сфер влияния различных стран на территорию Арктики, богатой, кроме всего прочего, нефтью и газом.

Приведенные здесь имена составляют лишь часть списка знамениты полярных исследователей. Неугасающий интерес к Арктике позволяет надеяться, что в дальнейшем этот список будет пополняться именами достойнейших людей, посвятивших свою жизнь такому сложному и опасному делу – исследованию Арктики!

### Литература

1. Брейтфус, Леонид Львович. Арктическая область, ее природа, задачи и цели изучения [Электронный ресурс]: с рисунками, картой и таблицей главнейших этапов завоевания Арктики / Междунар. О-во по изучению Арктики при помощи воздуш. корабля, Группа СССР; сост. Л. Л. Брейтфус. - Ленинград : изд. о- ва «Аэроарктик», 1928. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. - Имеется оригинал документа.
2. Бруггер В.Г., Рольфсен Н. Фритъоф Нансен / Пер. с дат. А. и П. Ганзен. — СПб: А.Ф. Девриен, 1896.
3. Брус, Вильям. Полярные страны. Путешествия к полюсу и исследования полярных стран [Электронный ресурс] / Вильям Брус. - Санкт-Петербург: Изд. П. И. Певина, 1914. - (Библиотека современника).
4. Давыдов Ю. В. Джон Франклин. — Изд. 2-е. — М.: Мысль, 1974. — с.64.



### ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИКИ

**Е.Г. Язиков, профессор**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**



**Профессор ТПУ  
Е.Г. Язиков**

#### КРАТКАЯ СПРАВКА

*Язиков Егор Григорьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Томского политехнического университета. Отличник разведки недр РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Действительный член Всероссийского минералогического общества, член докторского диссертационного Совета, член экспертного совета всероссийского конкурса «Золотой резерв Нефтегаза», директор Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета (2007-2009 гг.), зам. проректора Томского политехнического университета по образовательной и международной деятельности (2010-2012 гг.), директор Центра экологической оценки и мониторинга Томского политехнического университета. Направления научных исследований – эколого-геохимический мониторинг юга Западной Сибири, Алтайского края и Хакасии.*

*Автор и соавтор более 114 научных работ, 2 монографий, 5 учебных пособий, 4 патентов, 1 авторского свидетельства. Награжден памятным знаком «300 лет горно-геологической службе России, знаком «Геологическая служба России», серебряной медалью «За заслуги перед Томским политехническим университетом».*

Арктический шельф, и в целом Арктика, – уникальная малоизученная территория, обладающая высоким природно-ресурсным потенциалом. Что мы имеем на данный момент? Поиск месторождений на Арктическом шельфе начался в первой половине XX века. Добыча нефти на шельфе началась в 1987 г. на месторождении Endicott (США). В настоящее время добыча нефти и газа в акваториях арктических морей ведется в США, Норвегии и России. Месторождения РФ: Приразломное нефтяное месторождение, Штокмановское газоконденсатное месторождение («заморожено»). Отмечается низкая степень изученности Арктического шельфа и предусматривается проведение современных исследований Росгеологией. Перспектива освоения месторождений реальна, но много трудностей и высокий риск экологических последствий. Поиск месторождений на Арктическом шельфе выполняется поэтапно. Сначала дистанционно, затем геофизическими методами (гравиметрическая и магнитная разведка, сейсморазведка) и далее избирательным бурением скважин.

На первом этапе вред окружающей среды не выявлен. На втором – существенен. Методы сейсморазведки на море имеют свою специфику, т.к. водный слой обладает особыми акустическими свойствами (в нем не образуются и не распространяются поперечные колебания). Метод преломленных волн – глубинное сейсмическое зондирование проводятся также с морского судна или платформы. Морская магнитная разведка выполняются магнитометрами, буксируемыми в немагнитных гондолах либо на специальных немагнитных судах. В морских условиях методы геофизических исследований более трудоемки, в условиях Арктики трудоемкость возрастает. С учетом этого может возникнуть желание сэкономить на экологической составляющей поисковых работ. Работы ведутся с морских судов либо с помощью авиации (вертолеты). В качестве топлива используются нефтепродукты, также применяется противообледенительная жидкость. Сток с морского флота чаще идет за борт. В сложные погодные условия повышается риск возникновения аварий. Также следует учитывать места захоронения радиоактивных отходов в акваториях морей Северного-Ледовитого океана.

При детальном изучении выполняется бурение отдельных скважин, оказывающее аналогичное влияние, как и на этапе добычи углеводородов.

На этапе разведки необходим выбор принципиального решения:

1) каким образом выполнять бурение скважин (с ледостойкой платформы, с морского судна или с подводного бурового комплекса)?;

2) как транспортировать добываемое сырье (трубопроводом, танкером или подводной лодкой)? Строительство трубопровода в таких условиях может оказаться нецелесообразным. В этом случае остается единственный применимый способ транспортировки – танкеры. При использовании танкерного флота в сложных погодных условиях могут возникнуть аварии, которые могут привести к экологическим катастрофам.

Освоение месторождения с ледостойкой платформы рассмотрим на примере платформы «Приразломная» с экологических позиций. Продолжительное строительство (от 2-х лет), в течение которого активно изменяется морское дно, нарушается миграция животных. Необходимость применения технологического оборудования в экстремальных зимних условиях. Материалы подвергаются воздействию соленой морской воды, низких температур, льда, попеременным замораживанию и оттаиванию, смачиванию и осушке, а также воздействию сторонних предметов. Увеличивается их износ, что вызывает риск отказов и аварий. При строительстве необходимо учитывать проседание придонных поверхностей, возможное образование накоплений гидратов, возникновение других техногенных осложнений. Ледостойкая платформа подвергается колоссальному боковому давлению, воздействию айсбергов, ветров. Необходимость учета погодных ограничений, трудности материально-технического обеспечения. Как следствие повышение вероятности непредвиденных ситуаций, вопрос о достаточности имеющихся объемов емкостей под отходы бурения, отходы от проживания людей. Практически все этапы и операции добычи углеводородов сопровождаются сбросом жидких и твердых отходов. В жидкие отходы входит огромное число токсичных примесей, необходимых для слаженной работы бурового оборудования, тяжелых металлов. Другим значимым источником загрязнения является сброс пластовых вод, поступающих из скважин. Их состав отличается не только высоким содержанием нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, но и аномальной минерализацией, которая обычно выше солености морской воды. Кроме того, в их составе присутствуют природные радионуклиды, которые при контакте с морской водой выпадают в осадок и образуют локальные микроскопления.

Согласно российскому законодательству, отработанный буровой раствор и другие отходы должны накапливаться и транспортироваться на берег для последующей обработки или же проходить специальную очистку перед сбросом за борт. Происходит ухудшение химического состава воды и ее физических показателей, гибель живых организмов. Наблюдаются сложности в организации экстренной эвакуации и проведении спасательных работ. Транспорт сырья предусмотрен танкерами, что влечет риск возникновения аварий в условиях сложной ледовой обстановки.

При применении морского судна с подводным буровым комплексом необходимо учитывать сложность надёжно поставить на якорь во время непогоды. Вероятность деформации бурового оборудования при колебаниях судна. Образование жидких и твердых отходов, пластовой воды (как и на платформе). Риск нанесения повреждения рыболовецкими травами, якорями судов, затонувшими предметами в условиях Северного морского пути. Трубопровод должен быть

заложен достаточно глубоко на морском дне, чтобы предотвратить его повреждение якорями. Изменчивость рельефа морского дна способна вызвать деформацию трубопроводных коммуникаций. Промышленное освоение прибрежной зоны, т.к. предусмотрено подача газа на береговой завод по производству сжиженного газа; прокладка путей сообщения, линий электропередач.

Малый опыт освоения месторождений в условиях Арктического шельфа вынуждает постоянно корректировать проекты разведки и добычи месторождений по мере выявления новых проблем и рисков. При разработке проекта Штокмановского месторождения сначала планировалось установить платформы, теперь рассматривается вариант использовать добывающее судно и подводный добывающий комплекс. В условиях морской добычи дополнительным осложнением при эксплуатации являются также повышенные экологические требования.

Поиск месторождений и их освоение будет вестись в любом случае. Но нужны предупреждающие меры. На сегодняшний день опыт освоения минимален. Как известно, опыт нарабатывается на ошибках. Лучше учиться на чужих ошибках. В 1989 году у берегов Аляски произошло крушение танкера Exxon Valdez, последствия которого видны до сих пор. Остаточная нефть, попавшая в окружающую среду в результате аварии нефтяного танкера, оставалась там значительно дольше, чем первоначально прогнозировалось (Петерсен и др., 2003).

Чтобы не допустить подобной ситуации у российских берегов, необходимым условием допуска организации к осуществлению работ на Арктическом шельфе является наличие у нее плана по предупреждению и ликвидации нефтяных разливов. Необходимо наличие природоохранных средств и персонала, способного эти средства применить. И, конечно, необходимо искать новые решения открывающихся проблем. В общем, быть на шаг впереди возникающих экологических рисков.

**М.К. КОРОВИН – ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, ОБОСНОВАВШИЙ  
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СИБИРИ, ВКЛЮЧАЯ АРКТИЧЕСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ**

**Т.А. Гайдукова, доцент, Заслуженный геолог России**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**



КРАТКАЯ СПРАВКА

*Гайдукова Татьяна Алексеевна - доцент Института природных ресурсов Томского политехнического университета с 2004 г. по настоящее время, Заслуженный геолог России, имеет 40 лет производственного стажа в должности ведущего геолога в ОАО «Томкнефтьгазгеология» (1974-2004 гг.). Направление научной деятельности – поиск и разведка углеводородного сырья. Автор более 50 научных публикаций. Награждена юбилейной медалью «50 лет нефтегазовому комплексу Томской области», юбилейной медалью «400 лет городу Томску», серебряной медалью «За заслуги перед Томским политехническим университетом». Является одним из лучших научных руководителей студентов, научным руководителем молодежного научного объединения ИПР ТПУ «Факел», воспитавший и подготовивший до 10 выдающихся учеников ИПР: лауреатов конкурсов «Лучший выпускник России», «Лучший студент ТПУ», «Лучший выпускник Томска», «Золотой резерв нефтегаза России» и т.д., многочисленных призеров и дипломантов международных и всероссийских конкурсов на лучшую НИР, работающих сегодня на руководящих должностях в нефтегазовой отрасли и за рубежом.*

**Заслуженный  
геолог России,  
доцент  
Т.А. Гайдукова**

Коровин Михаил Калининвич (7/20 нояб. 1883, с. Сопич Черниговской губ.  
- 19 февр. 1956, Томск) - профессор по кафедре исторической геологии.

Отец, Калинин Сергей Сергеевич, был крестьянином - торговцем. Мать, Евдокия Петровна, происходила из семьи сельского священника, домохозяйка. Среднее образование Коровин получил в духовной семинарии в г. Курске, а высшее - в Томском технологическом институте, который закончил в 1914, получив звание горного инженера. Учиться было трудно, т.к. приходилось зарабатывать на жизнь частными уроками и геодезическими работами по внутринадельному размежеванию крестьянских земель.

Летом 1913 года экспедиция профессора М.А. Усова производила по приглашению «Общества рудного дела в Монголии» геологические исследования. В этой экспедиции в качестве помощника Усова принимал участие М.К. Коровин. Уже тогда профессор Томского технологического института разглядел в своем ученике и сверстнике талантливого исследователя и приемника. М.К. Коровину весной 1914 года предстояло окончание горного отделения института по геологоразведочной специальности, а вместе с тем и написание дипломной работы на тему «Кударинский район Северной Монголии; его геологическое строение и условия золотоносности».



*Профессор  
М.К. Коровин*

В процессе экспедиции в течение двух месяцев был захвачен довольно значительный участок Северной Монголии, в том числе и ближайшего к русской границе Кударинского района, составляющего только часть обследованной местности, но занимающего все-таки свыше 100 кв. верст. Коровин принимал участие в экспедиции в качестве коллекционера, выполнял эту работу по предложению и под руководством М.А. Усова.

По окончании института с июня до октября 1914 работал геологом в Ленском золотоносном районе (Бодайбо), а в ноябре был приглашен профессором М.А. Усовым на должность ассистента на кафедре исторической геологии Томского технологического института. В 1921 по представлению М.А. Усова был избран и в 1923 утвержден в звании профессора по этой же кафедре. 23 дек. 1938 утвержден в ученой степени доктора геолого- минералогических наук без защиты диссертации [3].

Начиная с 1923, участвовал в многочисленных краевых, областных и союзных съездах и конференциях, выступая на них, как правило, с развернутыми докладами по геологии, изучению и освоению недр Сибири.

Научные интересы М.К. Коровина формировались в трех основных направлениях: золотоносность, угленосность и нефтеносность Сибири. С 1919 года он включается в основную тематику научных работ кафедры и Сибгеолкома в изучение угленосных бассейнов Сибири: Иркутского, Канского, Чулымо-Енисейского, Минусинского, Кузнецкого.

Для Канского, Чулымо-Енисейского и центральной части Иркутского бассейнов он дал первые геолого-экономические описания, научно обосновал их промышленное значение. В этот период М.К. Коровин активно сотрудничает в научных и производственных организациях Сибири. Он обстоятельно изучает стратиграфию угленосных отложений и, особенно, тектонику и палеогеографию

бассейнов, обосновывает запасы, оценивает качество углей и возможности их переработки на жидкое топливо и кокс.

Кипучая творческая деятельность М.К. Коровина по изучению угленосных отложений районов Сибири позволила ему сделать крупные обобщения по условиям угленакопления на территории Восточной и Западной Сибири в палеозое и мезозое, разработать классификацию структурных типов угленосных бассейнов, выявить горизонтальную зональность в размещении складчатых структур, возникших в межгорных прогибах в условиях глыбовой, сибиретипной (по М.А. Усову) складчатости.

М.К. Коровиным было опубликовано по проблеме угленосности Сибири около 60 статей, принесших ему широкую известность и признание. Следует отметить, что если за 10 лет (с 1920 по 1931 год) он опубликовал 24 статьи то за последующие 3 года – 27, причем две из них уже по проблеме нефтегазоносности Сибири.

В 1935 году М.К. Коровин выпускает книгу «Об ископаемых углях и угленосных районах Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского краев», в которой он обобщает все свои исследования в области угленосных бассейнов. Книга написана очень простым и доступным даже не имеющему к геологической науке отношения читателю. В данной работе можно найти все начиная с того что такое геология и кончая тем, какие процессы способствовали образованию угленосных отложений в конкретном районе. Таким образом, главными достоинствами этой книги является обобщенность и доступность.

Ему принадлежит ряд открытий - кварцевые пески Канского округа, Усольское месторождение каменной соли, сапропелиты. Особое внимание Коровин уделял поискам нефти в Сибири, в основу которых была положена разработанная им схема геотектонических структур палеозойского фундамента Западной Сибири.

Впервые о возможном наличии нефтяных месторождений за Уралом на территории Западной Сибири высказал М. К. Коровин 18 декабря 1926 года на вечернем заседании секции «Недра» Первого Сибирского краевого научно-исследовательского съезда в г. Новосибирске, в прениях по докладу Н. Я. Брянцева «Перспективы развития Кузнецкого каменноугольного бассейна». «Я хотел затронуть вопрос иного порядка. Для Сибири, кроме горнозаводского центра, кроме горно-металлургической промышленности, кроме этих вопросов, есть ещё один большой вопрос – это отсутствие нефти» [2].

М. К. Коровин разработал теоретическое обоснование нефтеносности Западно-Сибирской низменности, добился широкого разворота на низменности геологоразведочных работ, увенчавшихся в 1953 году крупным успехом, отмеченным в 1964 году Ленинской премией.

Михаил Коровин первым изучил особенности тектонического строения юго-восточной части Западно-Сибирской плиты, и именно он составил первую схематичную тектоническую карту Западно-Сибирской плиты.

Одной из наиболее нефтеперспективных областей Западной Сибири надо признать систем у структур Обь-Енисейской складчатой зоны. Сюда входят: древняя котловина Кузбасса, Минусинская впадина, к северу от которой, обширная Чулым о – Енисейская депрессия, на юго- западе Бийско- Барнаульская впадина и др. Особые благоприятные тектонические условия позволили М. К. Коровину рассмотреть эту территорию как объект перспективный в отношении нефтегазоносности. Им установлено наличие мощного осадочного палеозойского

комплекса, содержащего битумные породы. В Кузнецком бассейне подготовлен ряд структур - Невская, Ермаковская, Конюхтинская и др. и в них проведена глубоким бурением большая работа, хотя ни в одной из них она не доведена до конца. В Минусинском бассейне вполне подготовленной к бурению является Быстринская структура у города Минусинска. Необходимо форсировать и довести до конца работу в Кузбассе и начать глубокое бурение на Быстринской структуре в Минусинском бассейне.

При бурении в 1953 году около города Колпашева опорной скважины 2 Колпашева получен первый непромышленный приток нефти из интервала 2870 – 2860 м - зоны контакта осадочного чехла и кровли фундамента. Литологически нефтеносный пласт представлен песчаниками, аргиллитами и алевролитами предположительно среднедевонского возраста. Керн издавал запах керосина и по результатам люминисцентно-битуминологического анализа керн содержал 2,5 % битумов.[1] Этот успех позволил широко развернуть геологоразведочные работы на нефть и газ в Западной Сибири.

Среди них, в первую очередь, необходимо изучить районы, тяготеющие к культурной полосе Западной Сибири, начиная с обширной Чулым о- Енисейской впадины. Затем пояс северо- западного погружения и выполаживания структур Кольвань – Томской дуги с переходной зоной к Тоболии, далее Бийско-Барнаульскую впадину и связанную с ней Приказахстанскую или Ишимскую впадину и др.

На сегодняшний день по рекомендациям Коровина в течение 60 лет было открыто в Западной Сибири более 700 крупных и крупнейших месторождений нефти и газа. Коровин был высокообразованным человеком, знал английский, немецкий языки, владел латынью и греческим языком. Его влияние как ученого, педагога испытали на себе те, кто с ним работал рядом. Более 30 лет жизни прошло в стенах ТПУ. Его учениками были К. И. Сатпаев (президент Академии наук Казахстана), проф. Л.Л.Халфин, К.В.Радугин, Ю.А.Кузнецов, А. Г. Сивов и др., ставшие крупными учеными.

За свои многочисленные открытия и труды Коровин М.К. был награжден орденом Ленина (1946), орденом Трудового Красного Знамени (1940), медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» (1946); получил звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР» (1944), а также одним из первых стал лауреатом Ленинской премии.

Михаил Калининлович Коровин – великий человек с большой буквы. Давайте всегда будем помнить, и уважать наших учителей-героев.

### Литература

1. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья/ Под ред. Ф. Г. Гурари. – Л.: Гостоптехиздат, 1959 – 175 с.
2. Коровин М. К. Перспективы нефтеносности Западной Сибири. – Н., 1945.
3. Становление и развитие научных школ Томского политехнического университета. 1896–1996: Истор. очерк. – Томск, 1996.



**РОЛЬ ВОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ МОРСКИХ ГАЗОГИДРАТОВ,  
В ТОМ ЧИСЛЕ В МОРЯХ АРКТИКИ**

**Н.М. Недоливко, доцент**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*



КРАТКАЯ СПРАВКА

*Недоливко Наталья Михайловна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент Института природных ресурсов Томского политехнического университета. Направления научной деятельности – литология нефтегазоносности Западной Сибири, автор 90 научных публикаций, трех учебников по грифом УМУ. Награждена медалью I степени «За участие в развитии ТПУ», Почетной грамотой Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Почетной грамотой Администрации Кировского района г. Томска*

*Доцент ТПУ  
Н.М. Недоливко*

В статье рассмотрена роль воды в формировании морских газогидратов; охарактеризовано распределение газогидратов на Земном шаре; приведены физические свойства газогидратов и условия их образования; описаны четыре генетических типа морских газогидратов: биогенные, пиролизные, смешанного и неорганического происхождения; проанализировано влияние распада газогидратов на экологическую среду.

Газогидраты представляют собой конгломерат воды и газа, чаще всего метана. Они похожи на лед, только они обладают свойством гореть на ладони и при этом не обжигать. При повышении температуры газогидраты легко распадаются на воду и газ.

В настоящее время изучение образования и использования газогидратов является одним из ключевых вопросов нефтегазовой геологии. Это связано как с положительными, так и с отрицательными моментами. К положительным моментам относятся: огромные мировые запасы газогидратов, составляющие  $1,8-2,1 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$  [5]; их возобновляемость; а также то, что газогидраты представляют собой экологически чистый источник энергии. К отрицательным относится тот факт, что разложение газогидратов может вызывать геологические бедствия: оползни, цунами, землетрясения и т.д.

### **1. Распределение газогидратов**

Официально газогидраты открыли советские ученые в конце 1970-х годов в Западной Сибири, где были обнаружены 30 залежей промышленного значения. В мире газогидраты широко распространены: скопления газогидратов обнаружены на шельфе, материковом склоне океанов, во внутриматериковых морях, на суше [3]. Шельфовые газогидраты встречаются в Атлантическом океане (Мексиканский залив, побережье штатов Техас и Луизиана США; дельта Нигера, Нигерия), Северном Ледовитом океане (грязевой подводный вулкан Хакон Мосби, Норвегия), Тихом океане (шельф Сахалина, Россия) и др. Месторождения, приуроченные к материковому склону, отмечены в Тихом океане (впадина близ побережья Коста-Рики, Центральноамериканский глубоководный желоб, Калифорнийский разлом, Перуанская впадина; Курильская гряда, желоб Нанкай в Японском море и др.); газогидраты встречены в крупных озерах (оз. Байкал) и на дне внутриматериковых морей: в Черном, Каспийском, Средиземном (подводные горы Анаксимандра, побережье района Кула).

Широкое распространение залежи газогидратов получили в Арктике (район дельты Маккензи), а также на суше в районах вечной мерзлоты: Мессояхское месторождение в Сибири, Прадхо Бей, Цинхай-Тибетское нагорье. Запасы морских газогидратов в 100 раз больше, чем материковых (рис. 1 [3]).

## 2. Вода как основной фактор формирования морских газогидратов

Газогидраты (или газовые гидраты) – ажурные кристаллические соединения, образующиеся при определённых термобарических условиях из молекул воды (хозяина) и молекул  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и т.д. (гости) [2]. Один метр кубический газогидрата может содержать до 164–180 м<sup>3</sup> чистого газа. Вода является важной составляющей и одновременно одним из основных условий образования газогидратов. Благодаря водородным связям, из молекул воды образуются различные ажурные каркасы (водный клатратный каркас). Молекулы газов (гости) входят в решетку воды (хозяина) и закрепляются в ней посредством слабых межмолекулярных (ван-дер-ваальсовых) связей. В зависимости от пространственной структуры газогидраты делятся на три типа [2], характеризующиеся разной химической формулой молекул: 1) Газ·5,75H<sub>2</sub>O; 2) Газ·5,83H<sub>2</sub>O; 3) Газ·5,80H<sub>2</sub>O, где газ представлен  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и т.д. Все эти формулы молекул газогидратов содержат воду в качестве основного компонента.

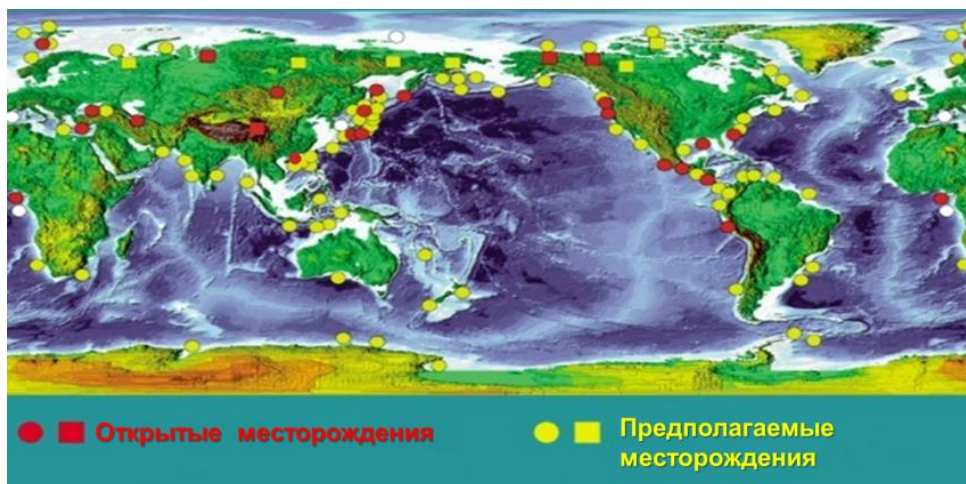


Рис. 1. Открытые и предполагаемые месторождения газогидратов

Кристаллы газогидратов представляют термодинамически устойчивые соединения, в которых вода и гидратообразующие вещества, заключенные в водный клатратный каркас, сохраняют свою химическую индивидуальность.

При изменении термобарических условий каркасы газогидратов разлагаются с образованием газа и воды. Таким образом, образование газогидратов и разложение газогидратов являются динамическим процессом равновесия. Если скорость образования газогидратов больше, чем скорость разложения, запасы газогидратов будут увеличиваться. В случаях противоположных, наоборот, запасы будут уменьшаться. Если скорость образования равна скорости разложения, то запасы не изменяются.

## 3. Типы газогидратов и роль воды в их образовании

Условия формирования морских газогидратов: низкая температура (0–10 °С) и высокое давление (1–10 МПа); высокое содержание газа и воды. В зависимости от

источника газа подводные газогидраты по генезису делятся на: биогенные, пиролизные, смешанного и неорганического происхождения.

*Биогенные газогидраты* (пример: газогидраты подводного плато Блейка [4]) являются наиболее распространенными. Они формируются в неглубоко залегающих морских отложениях за счет метана, образованного при разложении органического вещества анаэробными (сульфат- и азот-редуцирующими) и автотрофными бактериями. Роль воды при формировании биогенных газогидратов определяется тем, что реакции протекают непосредственно в водной среде, и поступлением водорода из органического вещества и из окружающей воды. Метан ( $\text{CH}_4$ ) образуется, как за счет восстановления углекислого газа и соединения его с водородом окружающей воды ( $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ), так и за счет ферментации уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ), при этом  $\frac{1}{4}$  водорода поступает из окружающей воды и  $\frac{3}{4}$  из органических веществ [6]. Количество запасов газогидратов биогенного происхождения зависит от количества органических веществ и степени микробиальной деятельности. Для метана микробного генезиса величина  $R$  – соотношение  $\text{C}_1/(\text{C}_2+\text{C}_3)$ , более 1000, и по изотопному составу углерода  $\delta^{13}\text{C}$  биогенные газогидраты являются легкими ( $\delta^{13}\text{C}$  от -90 ‰ до -55 ‰ [1]).

*Пиролизные газогидраты* (пример: газогидраты в Каспийском море) формируются за счет метана, выделенного при термическом преобразовании органического вещества при катагенезе глубоко погруженного осадка и миграции метана из поровых вод. Вода играет роль растворителя и транспортирующего средства, сначала, накопившиеся пирогенные газы метана глубоких горизонтов осадочных бассейнов растворяются в воде, а затем переносятся водными миграционными потоками в поверхностные слои. Для метана пиролизного генезиса величина  $R < 100$ , изотопный состав  $\delta^{13}\text{C}$  газогидратов этого типа более тяжелый (от -55 ‰ до -29 ‰ [1]).

*Газогидраты смешанного генезиса* (пример: газогидраты Мексиканского залива) образуются за счет биогенного и пиролизного метана.

*Газогидраты неорганического генезиса* (месторождения не известны) могут образовываться за счет метана, порожденного глубинными источниками Земли.

Необходимым условием газогидратов является также скорость движения воды, поставляющей метан: при ее увеличении, скорость образования газогидратов увеличивается; при снижении – скорость образования газогидратов уменьшается.

**4. Влияния распада газогидратов на экологическую среду.** Распад газогидратов в природной среде может привести к катастрофическим последствиям. Это связано в первую очередь с образованием подводных оползней, обвалов, цунами и т.д. Кроме того, активно протекающие процессы разложения газогидратов вызывают уменьшение содержания кислорода в океанической воде, что может привести ухудшению условий жизнедеятельности морских организмов, вплоть до кислородного голодания, и, в конечном итоге, приведет к значительному сокращению морской жизни и катастрофическим бедствиям в морских экосистемах.

Большое количество газогидратов, поступающих в систему циркуляции атмосферы, серьезно повлияет на глобальные изменения климата. Так как парниковый эффект метана в 20 раз выше, чем у углекислого газа. Чтобы избежать бедствий в экологической среде, при добыче газогидратов должны использоваться современные технологии, сохраняющие экологию окружающей среды, и специальная техника.

**Вывод**

Таким образом, роль воды при образовании газогидратов, трудно переоценить. Вода является средой, в которой образуются газогидраты и формируются их залежи; принимает непосредственное участие в строении газогидратов, входя в состав их химических формул; отвечает за скорость образования, сохранность и разрушение залежей газогидратов.

Литература

1. Bernard B., Brooks J.M., Sackett W.M. A geochemical model for characterization of hydrocarbon gas sources in marine sediments. / Proceeding 9th Annual Offshore Technology Conference. – Houston: Off shore Technology Conference, 1977. – P. 435 – 438.
2. Chen Duofu, Xu Wenxin, Zhao Zhenhua. Gas hydrate structure and hydration numbers and its densities. / Acta Mineralogica Sinica, 2001. – №21 (2). – P. 159 – 163.
3. He Jiaxiong, Yan Wen, et al. Genetic types of gas hydrate in the world and their main controlling factors. / Marine Geology and Quaternary Geology, 2013. – №33. – P. 121 – 126.
4. Kvenvolden K.A. A review of geochemistry of methane in nature gas hydrate. / Organic Geochemistry, 1995. – №23 (11/12). – P. 997 – 1008.
5. Kvenvolden K.A. Gas hydrate as a potential energy resource – A review of their methane content. / Howell, DG. (ed): The Future of Energy Gases, USGS Professional Paper 1570. – London: Academic Press, 1993. – P. 555 – 561.
6. Wu Houbo, Su Xiaobo, Yan Wen. The microbial genesis of submarine gas hydrate and its microbiological indication. / Marine Sciences, 2008. – №32 (3). – P. 96 – 99.

**DEVELOPMENT OF OIL-AND-GAS RESOURCES OF ARCTIC SHELVES  
IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY: CHALLENGES AND PROSPECTS**

**N.P. Zapivalov, professor**

**Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,  
Novosibirsk, Russia  
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia**



КРАТКАЯ СПРАВКА

*Запивалов Николай Петрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, действительный член Российской академии естественных наук (РАЕН), главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, профессор Новосибирского государственного университета, Почетный профессор Уральского государственного горного университета, Заслуженный геолог России, первооткрыватель месторождения, Лауреат межгосударственной академической премии им. академика В.А. Коптюга*

**Профессор СО РАН  
Н.П. Запивалов  
(г.Новосибирск)**

***The mightiness and power of Russia will be getting accretion  
through Siberia and the Arctic Seas  
(M.V. Lomonosov, a great Russian scientist, 1763)***

At present, the population of the Earth is over 7 billion people, and it is rapidly growing. By 2050, it will reach 9 billion.

The humanity of the Earth faces three vital problems: Water, Food, and Energy.

Russia is an enormous country; its territory exceeds 17 million square km. It has inexhaustible and renewable resources of fresh water in rivers, lakes, and underground springs. This very territory is also capable of producing such a volume of food raw material that will be enough for many countries and peoples.

Now, let us consider the third (and the main) component of this life-supporting ternary – the Energy.

The basis of the energy sources is oil and gas. Of course there are also alternative sources of energy but nevertheless, in a very long-term prospect oil and gas are going to remain the key energy factors.

Nowadays Russia supplies many regions and countries with oil and gas. Still, it is not enough for the whole humanity. Where conventional oil-and-gas resources can be additionally taken?

At present, the attention of professional geologists, economists, and politicians is focused on the wealth of the Arctic and Far-East seas. It follows from the official experts' reports that the Arctic shelf of Russia is the main hope for the future.

The promising territories of the shelf exceed 6 million square km and the initial recoverable resources exceed 100 billion fuel equivalent tonnes [1].

The main difficulty in exploration and development of the Arctic natural resources is the severe natural environment; nevertheless, it is one of the most attractive oil-and-gas territories. The following countries have their exclusive economic zones in the Arctic Region: Russia, USA, Canada, Norway, Denmark, and maybe also some other countries can claim their parts. The largest territory in the Arctic Region belongs to Russia (Fig. 1).

According to «World Oil»'s editor Kurt Abraham [2], a serious problem arises now in the Arctic shelf with regard to Russia, and the stakes are very high. In his opinion, the problem involves matters of the USA national security, territorial sovereignty, shipping routes, fishing grounds and extraction of natural resources. Two members of the U.S. Congress assert that «a battle is emerging for influence in the Arctic, and that Moscow is winning».

Back in 2008, the U.S. Geological Survey (USGS) released an assessment of Arctic undiscovered, technically recoverable, conventional oil and natural gas resources. In so doing, the USGS estimated undiscovered resources for 25 Arctic sedimentary provinces. Overall, USGS estimated 412.16 Bboe of resources. Among the world's undiscovered resources, this represents 13% of the oil, 30% of the gas and 20% of the NGLs. USGS also stated that the West Siberian basin and East Barents basin hold 47% of the undiscovered resources, with 94% being natural gas and NGLs. Back in late 2013, Gazprom initiated the world's first Arctic oil production at Prirazlomnoye field, which continues to produce today. The potential in the Arctic Alaska province was estimated at 29.96 Bbbl of oil, 221.40 Tcf of gas and 5.90 Bbbl of NGLs.

Meanwhile, the significance of Arctic potential, coupled with Russian initiatives, induced the Norwegians in 2010 to hurry with making a border treaty in the Barents Sea with Moscow. Yet, there are credible rumors that the Norwegians remain highly apprehensive of Russian intentions in the Arctic, so much so that they drilled a record 14 wells in the region during 2014, including several «to plant the flag» in the southeastern portion of their jurisdiction, near the border with Russia. And this year, there are plans for a record-breaking 16 Norwegian Arctic exploration wells, including one by Statoil at the Korpffjell prospect near the Russian border. Korpffjell may hold up to 10 Bboe of resources.



## АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ



*Fig. 1. The Arctic shelf of the world*

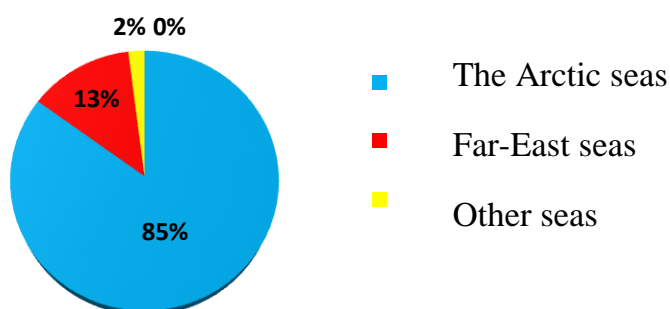
The opinion of experts is that the present century is going to become «a century of the Arctic Region». In the long-term prospect, a number of factors will have their effect on



the development of geo-economic, geopolitical, and ecological situation in the Arctic Region.

Let us emphasize once again that the total of the initial hydrocarbon resources in the Russian Arctic shelf is more than 100 billion fuel equivalent tonnes, 80% of which is gas. It makes more than 85% of all the hydrocarbon resources of Russia (see Fig. 2).

The reserves:  
98.7 billion fuel equivalent tonnes



*Fig 2. Under-sea reserves of Russia*

In 2011, a Governmental Russian programme was adopted for developing the hydrocarbon resources of the Russian shelf, spanning until 2030. This Programme is a strategic document setting the activity trends of Gazprom Company in the Arctic Region. In realization of the shelf projects, the Programme suggests a complex approach in order to make the most efficient use of all the available technical means and infrastructure.

A stationary ice-strengthened sea platform «Prirazlomnaya» of the gravity type constructed in Russia was established at the Prirazlomnoye oilfield (Gazprom Company) in the Pechora Sea, in 60 km from the shore. For the most of the year (7-8 months) the site is covered with ice. In winter, the ambient temperature there reaches  $-50^{\circ}\text{C}$  and the ice thickness is about 1.6 m. Such conditions impose special requirements on the operating company regarding the environmental safety [3].

On the 18<sup>th</sup> of April 2014, the first shipment of oil produced from this oilfield was dispatched. The first oil-tanker, of cargo capacity 70 thousand tonnes, made her way to the port of Rotterdam. Totally, 300 thousand tonnes will be exported in 2014. Oil-tankers will be dispatched from the «Prirazlomnaya» platform every 3 months.

So far, the main consumers are refineries of Great Britain, Norway, and the Netherlands.

By the way, according to the reports of the Department of Energy of the USA, oil-and-gas resources of the Arctic shelves make 22% of all the world resources.

So it is natural that cravings for the Arctic shelves keep growing. For instance, not only «Rosneft» nowadays is a leading oil-producing company in Russia but it is also a major developer of the sea shelf. At present, it is the owner of 44 licenses for developing shelf oilfields within the territory of Russia, half of which are located in the Barents Sea, Kara Sea, Chukchi Sea, and Laptev Sea.



*Fig. 3. The stationary ice-strengthened sea platform «Prirazlomnaya» in the Pechora Sea, Russia*

However it would be difficult for Russia alone to cope with the task of the scale exceeding that of space-exploration programmes. Russia is ready for cooperation and collaboration with any countries and oil-and-gas companies on the friendly mutually beneficial basis. It may be a large international special-purpose oil-and-gas corporation.

It is clear, therefore, that Russia is capable of supplying a considerable part of humanity with its natural wealth, provided that many countries amicably combine their efforts.

In the foreseeable future, large-scale industrial development of the purely prognostic oil-and-gas resources in Siberian Arctic seas will encounter a number of significant difficulties: insufficiency of novel technologies; financial restrictions; and natural geological hindrances. So far, there are merely plans and strategies, discussions and proposals. However the petroleum development of Arctic has undoubtful prospects.

#### References

1. Zapivalov N.P. Offshore oil and gas of the World. Novosibirsk State University, Novosibirsk, 2009, 260 p. (*in Rus*)
2. Kurt Abraham. U.S. concerns rise over Russian intentions in the Arctic // World Oil. – March 2017. – Vol. 238, no. 3, p.7
3. <http://www.gazprom.ru/>

МАСТЕР - К Л А С С

**РАЗВИТИЕ ЛУЧШИХ ТРАДИЦИЙ ИНСТИТУТА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ПО ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКЛАССНЫХ ТВОРЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Г.М. Иванова, доцент**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**



**Доцент ТПУ  
Г.М. Иванова**

**КРАТКАЯ СПРАВКА**

*Иванова Галина Михайловна - кандидат геолого-минералогических наук, доцент Томского политехнического университета, Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Награждена Почетным нагрудным Знаком Минвуза СССР и Всесоюзного Совета научно-технических обществ «За успехи в научно-исследовательской деятельности студентов в СССР»; Медалью ВДНХ СССР (выставки достижений народного хозяйства СССР); Почетным Знаком Министерства образования и науки РФ; медалью Правительства РФ «Патриот России»; Серебряной Медалью ТПУ «За заслуги перед Томским политехническим университетом; памятным Серебряным Знаком академика В.А. Обручева; Серебряной Медалью I степени «За участие в развитии ТПУ»; Почетной грамотой Министерства природных ресурсов РФ за большой личный вклад в развитие минерально-сырьевой базы России»; благодарностью МВ и ССО РСФСР СССР за руководство и организацию научной работой студентов; благодарностью комитета по высшему и специальному образованию РФ за высокий уровень воспитания высокопрофессиональных специалистов; благодарностью нефтяных компаний РФ*

*за содействие и выявление лучших выпускников вузов нефтегазовой отрасли в России в ежегодных конкурсах «Золотой резерв нефтегаза РФ» и др.*

*Г.М. Иванова – автор и соавтор 150 научных публикаций, из них - 2 монографии; она автор Государственной Геологической карты СССР, четвертичной и прогнозной карт листа 0-45-XXVII масштаба 1:200000, изданных ГУГК Министерством геологии СССР (г. Москва), автор 17 научных и научно-производственных отчетов, автор и соавтор 20 геологических и прогнозных карт в масштабах 1:200000 и 1:50000. Она первооткрыватель рудопроявлений алюминия, сурьмы, ртути и полиметаллов с золотом в Томской области. В течение ряда лет выполняла обязанности старшего геолога - ответственного Чулымской геологической партии ТКЭ. Занималась геолого-съёмочными и поисковыми работами, а затем научными исследованиями в Томь-Колыванской складчатой области, Кузнецком Алатау, Горной Шории, Восточных Саянах. Круг научной и профессиональной деятельности – магматизм и связанные с ним оруденения, петрология, метасоматические процессы, металлогения.*

Сегодня, в XXI веке, как и в прошлом столетии, наука и образование являются одной из наиболее эффективных производительных сил общества и ускорителем его социально-экономического развития и прогресса. Это выдвинуло повышенные требования к подготовке специалистов в сегодняшних жёстких условиях конкуренции на мировом рынке интеллектуального труда. Конкурентоспособный специалист сегодня должен быть не только высокопрофессиональным, но и творческой личностью. Решить подобную задачу под силу лишь высшему образованию высокого уровня, в основе которого лежит система единства науки-образования-производства при наличии постоянного поиска и отбора одарённой и талантливой молодёжи и воспитания творческой личности.

**Механизмом реализации столь сложной задачи является:**

- Единство науки-образования-производства и инновационной деятельности в вузе.
- Постоянный поиск и отбор одарённой и талантливой молодёжи, воспитание творческой личности.

**Методы реализации данных задач, как и прежде, традиционные, отработанные за десятилетия:**

• НИРС (научно-исследовательская работа студентов) и УИРС (учебно-исследовательская работа студентов) – основа эффективного учебно-научно-воспитательного процесса. Они включают в себя создание в процессе обучения условий для раскрытия и реализации личностных творческих способностей молодёжи, обучение студентов методологии научных исследований и эксперимента, формирование и развитие у обучающегося способности к быстрой адаптации в сегодняшних изменяющихся условиях, приложения своих знаний и умений и поддержания научно-конструкторско-изобретательской деятельности. Осуществить это можно только тогда, когда учебно-научно-воспитательный процесс будет построен таким образом, что студенту (обучающемуся) предоставляется возможность творить самому в процессе обучения. Наиболее эффективно это достигается, когда студент включается в творческий процесс научно-исследовательского коллектива. Большую роль при этом играет бережная индивидуальная работа со студентами педагога-творца.

• Внедрение развивающих технологий обучения.

• Непрерывная сквозная система подготовки творческих высокопрофессиональных кадров:

НРУ (научная работа учащихся) → НИРС (научно-исследовательская работа студентов) → НТИИТМ (научно-техническое и инновационно-исследовательское творчество молодёжи) с привлечением УИРС (учебно-исследовательская работа студентов в учебном процессе) → НИРМ (научно-исследовательская работа магистрантов). В итоге – поступление в аспирантуру, или в качестве специалиста на производство.

НИРМ (научно-исследовательская работа магистрантов) → НИРА (научно-исследовательская работа аспирантов). В итоге защита кандидатской диссертации → НИРД (научно-исследовательская работа докторантов). В итоге защита докторской диссертации.

Подобная система воспитания творческой личности складывалась и развивалась в Институте природных ресурсов (ранее ГРФ и ИГНД) годами и является одной из лучших традиций ИПР, бережно сохраняемой и развивающейся и по сей день. Истоки такой системы воспитания идут от основателей факультета (сейчас Института) – талантливых педагогов, учёных, академиков В.А.Обручева и М.А.Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, юбилей которых мы отмечаем в 2018 году.



*Фото 1. Академик  
В.А. Обручев*

Примером может служить сам В.А.Обручев (фото 1), который нашёл и воспитал, как своих сыновей, талантливого ученика М.А.Усова (фото 2), выпускника первого выпуска горных инженеров в Сибири, ставшего первым из сибиряков академиком, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири. Примером служит и сам М.А.Усов, который подобно В.А.Обручеву нашёл в степях Казахстана одарённого казахского юношу – К.И.Сатпаева, растил и учил его, как сына. М.А. Усов брал его с собой в экспедиции, чем и сыграл огромную роль в судьбе будущего академика К.И.Сатпаева – основателя Академии Наук Казахстана. Такое бережное отношение

к одарённой молодёжи было воспитано и у других учеников В.А. Обручева и М.А.Усова.

С 1984 г. в ИПР (ГРФ, ИГНД) существует Фонд наследия профессора К.В.Радугина – ученика М.А.Усова, Лауреата Сталинской и Государственной премий. К.В. Радугин в завещании после своей смерти передал все свои личные денежные сбережения талантливой молодёжи ИПР для поощрения их творческой научной деятельности. Эта связь поколений не прекращается в ИПР уже более 100 лет. Пройдя научную школу в Институте (факультете) и впитав его традиции, его лучшие выпускники, как правило, не прерывают связь с ИПР и учителями, становясь проводниками научных идей Сибирской геологической школы, основанной академиками В.А. Обручевым и М.А.Усовым, и помогая в дальнейшем родному институту и вузу.

Учебно-научно-воспитательная система, заложенная основателями Института природных ресурсов, успешно действует и развивается в новых социально-экономических условиях страны.

**Формы привлечения студентов к научно-исследовательской деятельности.**

- Индивидуальная работа научного руководителя со студентом.
- Коллективная форма привлечения студентов к научной деятельности через вовлечение их в работу молодежных научных объединений (МНО) или научных лабораторий.



*Фото 2. Академик М.А. Усов*

Одной из наиболее эффективной формы успешного и активного привлечения студентов к научной работе является деятельность молодежных научных объединений. В их основе лежат единство научных школ и научных исследований Института природных ресурсов – научных академических институтов РАН и производства.

Первый научный кружок в ТПУ возник на горном факультете в 1909 году. Руководил им академик В.А.Обручев. В 30-х годах на факультете при поддержке М.А. Усова создается научно-техническое общество. В 30-40-х годах работало несколько научных студенческих кружков. С 70-х годов активно работают научные кружки (СНК): «Палеонтолог», «Петрограф», переводческое бюро, лекторская группа НИРС и др. (фото 3 и 4).

В 70-х годах появляются первые молодежные научные объединения (МНО): «Геолог» (создатель и научный руководитель – доцент М.И. Шамина), «Поиск» (создатель и научный руководитель – доцент Е. Черняев, 1979-1998 гг.) и др., студенческие конструкторские бюро (СКБ) – «Проходка» (создатель и научный руководитель – профессор В.Г. Лукьянов, 1975-2000 гг.) и др., студенческие научно-исследовательские лаборатории (СНИЛ) – «Луч» (создатель и научный руководитель – профессор Л.П. Рихванов), «Факел» (создатель и научный руководитель – доцент С.Н. Гуляев, в настоящее время научный руководитель – доцент Т.А. Гайдукова), «Гидрогеохимик» (создатель и научный руководитель – доцент Ю.Г. Копылова), «Литонолог» (создатель и научный руководитель – доцент Н.Ф. Столбова, в настоящее время Н.М. Недоливко), «Петрофизик» (создатель и научный руководитель – доцент Г.Г. Номоконова) и др. Постепенно с годами они развивались, изменялись, совершенствовались в соответствии с требованиями



времени, становились более разнообразные и сложные по структуре организации. В последние годы работает 16 научно-молодежных объединений, в 2013 г. – 14. В 1996 г. создается по инициативе молодежи Молодежно-патриотический центр (МПЦ) «Отечество» (создатель и научный руководитель – доцент Г.М. Иванова), основанный исключительно на студенческом самоуправлении.

В 2007 году появляются молодежные инновационные научно-производственные объединения, такие как «Union Petroleum UP», ООО «Нефтьинвент» и завод сварочной техники, организованные и возглавляемые самими студентами (фото 5). В 2012 г. по инициативе аспирантов и студентов создается Молодежное научное объединение (МНО) «Синергия» (создатель и научный руководитель – старший преподаватель А.В. Епихин), которое за последние 5 лет имеет высокие научные достижения и пользуется немалым авторитетом у студентов.



*Фото 3. Научный руководитель студенческого кружка «Палеонтолог» доцент ИПР Э.Д.Рябчикова с группой студентов, занимающихся научной работой (с 1972 г. по настоящее время); с 2015 г. научный руководитель – доцент И.В. Рычкова*



*Фото 4. Научный руководитель СНИЛ «Литоолог» доцент Н.Ф. Столбова с лучшими студентами ТПУ Линой В. Жорняк и Лелей В. Жорняк за работой в научной лаборатории (с 2001 г. по настоящее время); с 2016 г. научный руководитель – доцент Н.М. Недоливко*

**Формы привлечения учащихся и студентов-первокурсников к научной деятельности** (традиционные, они продолжают успешно действовать и развиваться и сегодня).

Система отбора талантливой молодежи и воспитание творческой личности. Эта система включает в себя:

- Поиск и отбор способной, талантливой молодежи в школьный период – геологическая школа «Юный геолог» (научный руководитель – И.В. Рычкова и заведующая минералогическим музеем Т. Мартынова), работа научных кружков в лицее ТПУ («Эколог» и др.).
- Привлечение школьников и первокурсников к НИР в МНО, СНИЛ, СНК, СКБ ИПР и др.
- Участие школьников и первокурсников в профессиональных олимпиадах, студенческих научных конференциях и конкурсах научных работ студентов младших курсов.

**Учебно-исследовательская работа, ее формы.**

В ИПР ТПУ традиционно взаимосвязаны наука и учебный процесс:

1. С 1906-1940 гг. выпускники Института природных ресурсов (ГРФ, ИГНД) ТПУ выполняли, кроме дипломного инженерного проекта, еще и научно-исследовательскую дипломную работу, в основе которой лежали научные исследования автора-студента-выпускника. Это было введено В.А. Обручевым и М.А. Усовым.

2. В 1942 году на практических занятиях в учебное время были введены индивидуальные научные задания. На такие занятия отводилось до 30 часов учебного времени (это введено впервые в ТПУ профессором ГРФ (ИПР) Л.Л. Халфиним).

3. В 1966-1967 годах профессором ИПР С.С. Сулакшиным впервые в ТПУ введен в учебную программу курс «Основы научных исследований» и лабораторные занятия к ним. К научной работе привлекаются студенты с младших курсов и преподаватели ведут с ними индивидуальную работу до окончания учебы.

4. В 70-80-х годах в ИПР (ИГНД) был введен в учебную программу курс «Основы научного эксперимента» (разработчик – профессор П.С. Чубик). С тех пор и по настоящее время в ИПР распространены курсовые, дипломные работы с элементами исследования.

5. В 70-е годы и по настоящее время студентами ведутся индивидуальные задания исследовательского характера, выполняемые в учебные часы самостоятельной работы.

6. В 70-80 годы распространено было проведение лабораторных и практических занятий с элементами научных исследований.

7. В 70-80 годы в курсовых и дипломных работах спецглавы, как правило, носили научно-исследовательский характер.

8. В 75-85 годах ежегодно проводились университетские конкурсы на лучшие курсовые и дипломные работы исследовательского характера или с элементами исследований. Лучшие работы и их авторы всегда поощрялись.

9. С 2012 г. введен курс «Введение в инженерную деятельность» для студентов 1 курса с последующей реализацией творческих проектов в течение 3 семестров. В советское время был курс «Введение в специальность», который решал те же задачи.

10. В настоящее время все магистранты выполняют выпускные диссертационные научные работы; бакалавры выпускную работу также выполняют с элементами исследований.

11. В настоящее время помимо учебной и производственной практик преддипломные практики несут обязательно элементы исследований; кроме того, для магистрантов предусмотрены научно-исследовательские практики в научных организациях и лабораториях.



**Фото 5. Магистрант ИПР А.В. Кокорин – создатель и директор научно-производственного предприятия ООО «Нефтьинвест», на награждении дипломом Международной выставки «Нефть. Газ. Геология – 2007». А.В. Кокорин – лучший выпускник мира 2008 г. по своей специальности. Ныне он – генеральный директор созданного им самим завода «Сварочная техника» (г. Москва)**



12. Студенты и магистранты имеют возможность проходить научные стажировки и учебу за рубежом в соответствии с направлением своей научной деятельности.

13. Для повышения качества профессионального образования и научной деятельности в ИПР введен высокий уровень компьютеризации, высокий уровень лабораторной базы научных и учебных лабораторий, имеется высокий научный уровень кадрового профессорско-преподавательского состава в институте.

14. Студенты и магистранты совместно с молодыми учеными (до 35 лет) имеют возможность в период учебы участвовать и выигрывать разнообразные денежные гранты (РФФИ, Президента РФ, Правительства РФ, РНФ, У.М.Н.И.К. и др.) для своей научной деятельности.

15. Широко развивается в ИПР, как и во всем ТПУ, дистанционная форма обучения и консультации, включая онлайн-курсы практик, лекторий и т.д.

16. Администрация ТПУ поставила задачу: подготовить не только высокопрофессиональных конкурентоспособных специалистов, но и свободно владеющих иностранными языками. Для этого студенты обучаются иностранным языкам по углубленной программе. Это позволяет лучшим студентам свободно адаптироваться с иностранными корпорациями и в международной научной среде.

17. В ИПР ТПУ с 2001 года введено образование международного стандарта по профессиональной переподготовке специалистов нефтегазового дела для нефтяных компаний в Центре подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела на базе ИПР ТПУ по магистерской программе шотландского Эдинбургского университета Heriot-Watt. Обучение идет на русском и английском языках, лекции читаются профессорами Эдинбургского университета и аккредитованными преподавателями Центра (ИПР ТПУ). Выпускники получают два диплома – магистра Эдинбургского университета (Великобритания) и Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ.

#### **Привлечение студентов и молодых ученых к инновационной деятельности в современных условиях.**

С 2000 года студенты и молодые ученые ИПР активно участвуют в индивидуальных и коллективных инвестиционных грантах различного уровня для проведения научно-исследовательских работ и выигрывают их:

1. Конкурс Российского молодежного научно-инновационного конкурса грантов «У.М.Н.И.К.». В ИПР ежегодно выигрывают от 3 до 7 студентов и аспирантов-участников гранта «У.М.Н.И.К.» (фото 6).

2. Федеральный коллективный инновационный грант для научных исследований в поддержку молодежи, но их крайне мало.

3. Гранты Президента и Правительства РФ по научной работе молодых ученых.

4. Гранты Российского фонда фундаментальных исследований для молодых ученых.

5. Гранты Федеральной целевой программы для научной деятельности молодежи и др.



*Фото 6. Победители федеральных грантов «У.М.Н.И.К.» - студенты и аспиранты ИПР ТПУ (2006 г.). Слева направо: В.Д. Покровский, Е.Л. Мещерякова, Н.В. Гусева, С.В. Онушин, А.А. Лукин*

Ежегодно студенты ИПР зарабатывают по грантам на научные исследования и премии от 10 до 20 млн. рублей.

В постсоветское время большое значение стало играть участие студентов в работе вновь созданных в Институте природных ресурсов Инновационно-научно-образовательных Центров. А именно, участие студентов в научной деятельности Инновационно-образовательного Центра «Урановая геология», Инновационно-научно-образовательного Центра подготовки магистрантов и специалистов трубопроводного нефтегазового транспорта, в Центре подготовки специалистов нефтегазового дела по программе Heriot-Watt (Великобритания), в научно-образовательном Центре «Вода», в научно-инновационно-образовательном Центре космогеологических исследований «Космогеология», инновационном научно-образовательном Центре «Золото-платина», научно-образовательном Центре «Биотехнология» ИПР ТПУ и др.

#### **Конструкторская деятельность молодежи ИПР.**

Это одно из важнейших направлений по привлечению студентов к научной работе в технических вузах. Конструкторская деятельность традиционно активно ведется в ИПР (ГРФ, ИПР) с начала основания вуза и по сей день.

С 70-х гг. по настоящее время студенты ИПР за конструкторские разработки ежегодно получают авторские свидетельства, патенты, лицензии на изобретения и полезную модель. Например, И.Б. Бондарчуком в студенческие годы (кафедра БС) получено до 15 патентов и лицензий на изобретения и полезную модель (2007-2010 гг.). Большое количество лицензий и на изобретение и на полезную модель получают студенты, аспиранты и молодые ученые на кафедрах ХТТ и ФАХ ИПР ТПУ.

#### **Олимпиадное движение в вузе.**

В постсоветское время широко развернулось в вузах профессиональное олимпиадное движение, которое позволяет выявлять наиболее одаренных студентов, привлекая их затем к научной деятельности, используя самые разнообразные формы. Так, в ИПР ТПУ ежегодно проводятся разнообразные профессиональные олимпиады различного ранга, которые мотивируют студентов на высокий уровень профессиональной подготовки, к развитию творческого мышления:

1. С 2001 г. по настоящее время в ИПР ежегодно проводится 30 университетских профессиональных олимпиад.
2. С 2001 по 2007г. ИГНД проводило 7 Всероссийских олимпиад (III тур) по разным геологическим специальностям.
3. С 2007 г. до 2013 г. – 4 Всероссийские олимпиады (II и III тур): по комплексу фундаментальных геологических наук; по поискам и разведке подземных вод и инженерно-геологическим изысканиям; по геофизическим методам поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; по геологии нефти и газа; по геоэкологии и природопользованию.
4. С 2013 г. по настоящее время ИПР ТПУ ежегодно организует 10 Всероссийских олимпиад (II тур) по разработке нефтяных и газовых месторождений; по бурению нефтяных и газовых скважин; по транспортировке нефти и газа; по технологии и разведке твердых полезных ископаемых; по землепользованию.



*Фото 7. Студенты выполняют практические задания по Всероссийской олимпиаде (III тур) по комплексу фундаментальных геологических наук (2007 г.)*

**Участие студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых в Международных, Всероссийских симпозиумах, конференциях.**

Участие молодежи в крупных научных форумах, симпозиумах, конференциях Международного и Всероссийского рангов играет большую роль в мотивации студентов, бакалавров и магистрантов к занятиям активной научной деятельностью. В связи с этим традиционно в Институте природных ресурсов (ГРФ, ИГНД) ТПУ этому придавалось и придается большое значение.

Первая научная студенческая конференция на факультете была проведена в 1946 году, но она в 40-50-е годы не была ежегодной. В 50-60-е годы студенты выступали, в основном, с научными сообщениями на научных конференциях преподавателей и научных сотрудников факультета.

С 1972 г. на факультете стала ежегодно проводиться межвузовская, а затем Всесоюзная научная студенческая конференция, а в 1976 году – ей было присвоено имя академика М.А. Усова (фото 8).

Благодаря многолетней работе конференций факультет (ИПР) установил тесные связи со всеми геологическим вузами страны. Последние 17 лет труды участников конференций публикуются в специально выходящих сборниках. В 1996 году на базе ИПР (ГНФ, ГРФ, ИГНД) ТПУ был организован первый в стране Международный научный симпозиум «Молодежь и проблемы геологии» в рамках Международного научного конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука – третье тысячелетие». Организация и проведение ежегодных теперь уже Международных научных молодежных симпозиумов «Проблемы геологии и освоения недр» явились новой традицией института (фото 9). Подобные научные симпозиумы ИПР проводит ежегодно с 1996 г. по настоящее время. В таких научных форумах принимают участие до 1500 молодых ученых и лучших студентов России, стран Содружества Независимых государств, а также представителей дальнего зарубежья – США, Германии, Великобритании, Норвегии, Китая, Франции, Сирии, Марокко, Венгрии, Польши, Италии, Чехии, Судана, Алжира, Монголии, Индии, Вьетнама и других стран.



*Фото 9. Открытие VIII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (2005 г.)*



*Фото 8. Открытие Всесоюзной научной студенческой конференции в 1976 г. на базе ГРФ ТПИ. Выступает зам. декана по НИРС доцент Г.М. Иванова. В президиуме (слева направо) – председатель Студенческого Совета НИРС студент гр. 2620 Е.Г.Язиков (ныне – профессор, проректор ТПУ); Лауреат медали Академии наук СССР студент гр. 2360 В.В. Хитров (ныне – крупнейший специалист по морской геологии Дальневосточных морей России); Заслуженный деятель науки и техники, профессор Д.С. Миков, основатель Сибирской геофизической школы, зав.кафедрой ГЕОФ*

С 2006 г. и по настоящее время на базе ИПР ТПУ стала проводиться ежегодная Всероссийская молодежная конференция с элементами научной школы им. профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» (Коровинские чтения) по различным научным актуальным проблемам современности, приуроченная ко дню рождения выдающегося ученого, Лауреата Государственной Премии СССР, первым

обосновавшим богатейшие месторождения нефти и газа в Сибири, выпускника и профессора ТПУ М.К. Коровина. В разные годы были проведены конференции по темам: «Первые открытия промышленных нефтегазовых месторождений в Сибири и их перспективы» (2010г.), «Геология и космос» (2012г.), «Рождение планеты Земля, ее развитие. Возникновение жизни на Земле. Появление человека и его развитие. Появление цивилизации» (2013г.), «Океаны и их тайны» (2014г.), «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» (2015г.), «Арктика и ее освоение» (2017г.). Очень важны научные школы, сопровождающие эти конференции, которые включают в себя: лекторий, выставки, конкурсы, мастер-классы, встречи с выдающимися учеными и специалистами по основным темам конференции. Все это вызывает живой интерес молодежи и мотивируют ее к научной деятельности и любви к своей профессии, одновременно знакомя их с новейшими современными технологиями при освоении ресурсов планеты.

Ежегодно проводятся на базе ИПР также международные конференции студентов и молодых ученых им. профессора Л.П. Кулева «Химия и химические технологии в XXI веке»

#### **Международные связи студентов и молодых ученых.**

В настоящее время сильно развились международные научные связи между вузами и научными организациями, что играет немаловажную роль в активизации молодежной науки. Международные связи осуществляются в нескольких направлениях.

- 1 направление – в процессе организации и проведения ИПР (ГРФ, ИГНД) Международных молодежных научных симпозиумов, установлены научные контакты и связи с зарубежьем.
- 2 направление – участие и выезды студентами, магистрантами и аспирантами ИПР в конкурсах грантов на научные стажировки и обучения за рубежом по программам обмена с зарубежьем, в процессе которых студенты также устанавливают связи и контакты.
- 3 направление – активное участие студентов ИПР в зарубежных научных конференциях, поездки студентов, магистрантов и аспирантов на эти конференции.
- 4 направление – издание сборника трудов ежегодного Международного молодежного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр», одна из секций которого проводится и публикуется на английском и немецком языках.
- 5 направление – развитие международных контактов кафедр в научной деятельности и подключение к ним молодых исследователей, работающих на кафедрах, а также студентов и магистрантов, обучающихся на данных кафедрах.

#### **Участие и награды студентов на конкурсах и выставках НИР.**

Для студентов, магистрантов – это сильный стимул к активной научной деятельности, появление у них уверенности в своих силах. Медалями Академии наук СССР и Российской Академии наук за научную работу награждены 11 студентов и молодых ученых ИПР (ГРФ, ИГНД): В.В. Хитров (1976 г.), А.Ю. Фальк (1999 г.), Т.А. Архангельская (2000 г.), Ю.С. Тимакова (2002 г.), А.В. Таловская (дважды, в 2004 г. и в 2016 г.), Е.Ю. Пасечник (2005 г.), В.Д. Покровский (2012 г.), Р.К. Абдулаев (2014 г.), Е.В. Плотников (2014 г.), Е.А. Филимоненко (2016 г.). Это высшая награда для студентов за их научно-исследовательскую работу (фото 11-190. Звание «Лучший выпускник мира» по своим специальностям получили с 2004 г. по настоящее время 13 выпускников ИПР ТПУ: Б.В. Белозеров (2007 г., фото 20),





*Фото 10. Лучшие выпускники России и мира после награждения в Санкт-Петербургском Горном университете (2010г.).*

*Справа налево: А. Епихин, Т. Жарова, Е. Зеленова, Е. Литусова, Р. Савицкий*

А.В. Кокорин (2009 г.), Т.Ю. Жарова (2010 г.), Е.А. Филимоненко (2012 г.), И.Ш. Ислямов (2013 г.), Е.С. Хлебникова (2013 г.), Г.Ю. Силко (2014 г.), И.Б. Сахневич (2015г., фото 21), Ковалев (2014 г.), Булгакова О.Л., (2014 г.), И.Е. Сорокоумова (2014 г.), С.В. Киселева (2016 г.), Донг Ван Хоанг (2016 г., фото 24).

Звание «Лучший выпускник России» с 2004 г. получили 34 выпускника ИПР ТПУ (фото 10).

Студенты ИПР ТПУ становятся победителями Международного конкурса «Золотой резерв нефтегаза». С 2006 по 2010 гг. 23 студента стали победителями этого конкурса в своих профессиональных номинациях.

Медалями Минобразования СССР и РФ за научную работу награждены 42

студента ИПР (с 1970 по 2014 гг.).

Дипломами Минобразования СССР и РФ за лучшую научную работу награждены 250 студентов ИПР.

Абсолютными победителями на звание «Лучший студент ТПУ» становились с 2001 г. по настоящее время 7 студентов ИПР ТПУ. Это А.Ю. Фальк (2000 г.), А.В. Таловская (2001 г.), Е.Ю. Сурова (2005 г.), Е.Ю. Пасечник (2006 г.), Т.Н. Игнатова (2007 г.), Д.В. Федин (2011 г.), А.Ф. Бархатов (2012 г.) (фото 19, 20).

#### СТУДЕНТЫ И МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ ИПР (ГРФ, ИГНД) – ЛАУРЕАТЫ МЕДАЛЕЙ АКАДЕМИИ НАУК СССР И РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



*Фото 11. В.В.Хитров – студент ГРФ (ИПР), Лауреат Медали и Диплома Академии наук СССР за научную работу, первооткрыватель золоторудного месторождения в шельфе Японского моря (1976 г.), в настоящее время – крупнейший специалист по морской геологии Дальневосточных морей*



*Фото 12. Ю.С.Тимакова (Сыроватко) с научным руководителем доцентом Н.Г.Наливайко после награждения Медалью и дипломом Российской Академии Наук за лучшую НИР (2002 г.). Сегодня она к.г.-м.н., доцент ТГАСУ*



*Фото 13. Т.А.Архангельская – студентка ИГНД (ИПР), Лауреат Медали и диплома Российской Академии Наук за лучшую НИР (2000 г.), лучший студент ТПУ, сегодня она – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ*



**Фото 14.** Вручение Медали и диплома Российской Академии Наук за лучшую НИР студентке ИГНД (ИПР) А.Ю.Фальк Президентом РАН Ю.С.Осиповым (1999 г.). А.Ю.Фальк – абсолютный победитель конкурса на звание «Лучший студент ТПУ» (2000 г.), сегодня она – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ



**Фото 15.** А.В.Таловская – ИГНД, дважды Лауреат Медали Российской Академии Наук за лучшую НИР (2005 г. и 2016г.), победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2005 г.), абсолютный победитель в конкурсе на звание «Лучший студент ТПУ» (2005 г.) с научным руководителем профессором Е.Г.Язиковым после награждения. Сегодня она – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ



**Фото 16.** Е.Ю.Пасечник – студентка ИГНД, Лауреат Медали Российской Академии Наук за лучшую НИР (2006 г.), победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2006 г.), абсолютный победитель в конкурсе на звание «Лучший студент ТПУ» (2007 г.), с проректором по научной работе ТПУ В.А.Власовым после награждения. Сегодня она – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ



**Фото 17.** Вручение медали и диплома Российской академии наук за лучшую НИР Покровскому В.Д., студенту ИПР Президентом РАН (2012 г.), Лучший студент ТПУ» (2009 – 2012 гг.), «Лучший выпускник России» (2012 г.). Сегодня он – аспирант ИПР ТПУ.



**Фото 18.** Е.В. Плотников – к.х.н., научный сотрудник ИПР, Лауреат Медали Российской академии наук в номинации «Молодые ученые» (2015г.)



**Фото 19.** Е.А. Филимоненко, к.г.-м.н., старший преподаватель ИПР, Лауреат Медали Российской академии наук (2016г.), в прошлом «Лучший выпускник мира» (2012г.)



*Фото 20. Б.В.Белозеров – студент ИГНД (ИПР), победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2007 г.), победитель на звание «Лучший выпускник мира» по своей специальности (2007 г.), лучший студент ТПУ (2007 г.). Ныне он – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ*



*Фото 21. Б.В. Сахневич (2015 г.) – выпускник ИПР, стипендиат Президента РФ, на вручении награды «Лучший выпускник мира» в Санкт-Петербургском Горном университете*

В 2016 году были отобраны лучшие студенты и аспиранты по разным специальностям. Они приняли участие в Международном конкурсе «Арктика. Сделано в России» с выездом и практической работой в полевых условиях севера. Команда ИПР ТПУ стала лауреатом конкурса (фото 23).

Дипломами Министерства образования и науки РФ за лучшие выпускные квалификационные работы с 2002 г. по настоящее время награждены 120 выпускников ИПР ТПУ. Все эти награды студентов свидетельствуют о том, что Институт природных ресурсов ТПУ продолжает готовить специалистов высочайшего уровня.

### **Именные стипендиаты.**

Большую роль в мотивации студенческой молодежи к занятиям научно-исследовательской работой играют именные повышенные стипендии, которые студенты выигрывают в открытых конкурсах с учетом их достижений в научной деятельности. Такие стипендии были и в советское время, но теперь количество их значительно увеличилось.

В 90-х гг. были учреждены именные стипендии и премии в честь выдающихся ученых – сотрудников ИПР, которые выплачивались студентам за отличную учебу и успешную научную работу, получить которые в конкурсной борьбе крайне сложно. Это стипендия Академии наук РФ (А.Ю. Фальк в 2000 г., А.Д. Новиков в 2001г.); стипендия Президента РФ (ежегодно от 5 до 8 студентов); стипендия Правительства РФ (ежегодно от 10 до 12 студентов); стипендия Государственной Думы РФ (Е.П. Пасечник в 2005 г.); Международная стипендия им. академика В.И. Вернадского (ежегодно от 2 до 4 студентов); стипендия геологической службы России ( Е.Н. Потехина в 2000 г.); Международная стипендия Евро-Азиатского геофизического общества (О.А. Абатурова в 1999 г., Б.В. Белозеров в 2005-2006 гг., Е.А. Попов в 2009-2010 гг.); международная стипендия международных научных и инженерных объединений им. В.Г. Шухова (А.В. Епихин в 2009 г., Д.В. Федин в 2010 г., А.Ф. Бархатов в 2011 г., И. Ислямов в 2013 г., В.М. Горбатенко в 2014 г., Ф.Р. Алиев в 2015 г., П.О. Дедеев в 2016 г.); стипендии губернатора Томской области и мэрии г.Томска; стипендия ректора ТПУ; стипендия Ученого Совета ТПУ; стипендия Ученого Совета ИПР; повышенная академическая стипендия «За достижения в научно-исследовательской деятельности» и т.д.





*Фото 22. И.Е. Чаплин – стипендиат международной стипендия «Золотое наследие Мирового нефтяного Союза», студент ИПР (2015г.)*

Кроме того, ежегодно выплачиваются разнообразные спонсорские и корпоративные стипендии; стипендии ассоциации выпускников ТПУ; международная стипендия «Золотое наследие Мирового нефтяного Союза» (И.Е. Чаплин в 2015г. (фото 22), П.О. Дедеев в 2016 г.). Поскольку обычная стипендия недостаточна для проживания, то повышенные именные стипендии довольно высокие. Но, чтобы их получить, нужно не только отлично учиться, но и иметь высокие результаты в научной деятельности. Это тоже сильно стимулирует молодежь к научной деятельности, а затем студенты увлекаются научной проблемой, которую исследуют. Многие студенты и магистранты ИПР становятся именными стипендиатами.

### **Система организации НИРС.**

К началу 70-х годов на факультете сформировалась стройная система организации НИРС. Появились студенческие и преподавательские Советы НИРС и МУ, занимающиеся организацией научно-исследовательской работы студентов на факультете. Преподавательский Совет НИРС работает и сегодня. В соответствии с новыми требованиями в ТПУ и ИПР с 1996 г. по 2010 г. организован и работал отдел по организации НИР студентов и молодых ученых (до 35 лет). С 2010 г. по настоящее время в ТПУ эта работа возглавляется Центром научной карьеры и Управлением магистратуры, аспирантуры и докторантуры. Сегодня наиболее тесно осуществляется связь кафедр с академическими и отраслевыми научными институтами. Многие лучшие студенты сейчас исполняют обязанности инженеров-исследователей, лаборантов в научных учреждениях, совмещая отличную учебу и научную деятельность. Уже с 70-х годов регулярно проводились конкурсы по НИР и олимпиады различного уровня по геологическим дисциплинам и специальностям. На ГРФ (ИПР) уже в 70-х годах была разработана и введена система оценки работы кафедр по НИРС. Проводился конкурс на лучшую кафедру по НИРС, лучшую учебную группу по НИРС, лучшее научное студенческое объединение (СКБ, СНИЛ, СНО, СНК и др.), лучшего научного руководителя студентов, лучшего студента по НИРС, которому присваивалось звание «Отличник НИРС». В настоящее время эта система взята на вооружение в ТПУ, где ежегодно проводятся конкурсы на звание «Лучший студент года в ТПУ», «Лучший аспирант года в ТПУ», проводятся конкурсы на лучшего научного руководителя ТПУ и лучшее подразделение по НИРС в ТПУ. В этих конкурсах ИПР уже на протяжении десятков лет занимает первые места среди других факультетов (институтов) ТПУ.



*Фото 23. Команда студентов и аспирантов ИПР - лауреат II международного форума «Арктика. Сделано в России» (2016г., г. Москва). Слева направо: И.Е. Чаплин, Д.В. Мятлев, Ф.Р. Алиев, А.А. Мильке, П.О. Дедеев, Д.Л. Чубаров*

**Организаторы НИРС и научные руководители.**

В ИПР (ИГНД, ГРФ), таким образом, выросли и работают прекрасные организаторы НИРС и научные руководители талантливой молодежи. Часть из них, за свою большой значимости деятельность в деле воспитания научных кадров и творческих высококвалифицированных специалистов награждены высокими правительственными наградами. Так, в 1985 г. Почетным знаком Минвуза СССР, Всесоюзного Совета научно-технических обществ СССР за вклад в успешное развитие научно-исследовательской работы студентов в вузах страны награждена доцент ИПР Г.М. Иванова, в 1986 г. она же награждена Медалью ВДНХ СССР, в 2002 г. Г.М. Иванова награждена за руководство научной работой студентов Почетным знаком Министерства образования и науки РФ. В 1982-1983 гг. дипломом Минвуза РСФСР, ЦК ВЛКСМ ВСНТО за руководство научной работой студентов награжден доцент ИПР Е.В. Черняев. В 2007 г. Почетным знаком Министерства образования РФ за руководство научной работой студентов награждены доцент Ю.Г. Копылова (фото 25), в 2008 г. – доцент Н.Г. Наливайко. Дипломами Минвуза РФ за руководство научной работой студентов награждены: 34 сотрудника ИПР (ИГНД). На сегодня лучшие научные руководители, воспитавшие замечательных специалистов, - это профессора С.Л. Шварцев, Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.Н. Харламов, Э.Д. Иванчина, Е.Н. Ивашкина, В.Д. Евсеев; доценты – Т.А. Гайдукова, Г.Г. Номоконова, Е.В. Гусев, Н.В. Чухарева, В.Г. Крец, В.А. Домаренко и многие, многие другие.



*Фото 24. Донг Ван Хоанг, С.В. Киселева – выпускники ИПР ТПУ, победители конкурса «Лучший выпускник мира» с наградами (г. Санкт-Петербург, 2016г.)*

**Профессиональная подготовка в учебном процессе в советское время  
В 50-60-70-80 годы:**

1. Учебные программы отличались глубиной и большим объемом профессиональных знаний по изучаемым дисциплинам.
2. Многие учебные дисциплины сопровождалась курсовыми работами, некоторые из них носили научный характер с использованием современных технологий передовых для того времени.
3. Изучение учебных дисциплин основывались на изучении проблемного для студента конкретного материала и использовании в решении заданий новейших методов и методик исследований.
4. С первых курсов студенты ГРФ проходили серьезные учебные и производственные практики, на которых работали в должностях техников, буровых мастеров и рабочих, овладевая при этом профессиональными навыками в работе.
5. Ежегодно в ИПР (ГРФ, ИГНД) проводится конкурс отчетов по учебным и производственным практикам. Лучшие отчеты награждаются. Проводится он и сегодня.
6. Лабораторные и практические занятия проводились с элементами научных исследований.
7. В курсовых и дипломных работах спецглавы носили исследовательский характер.

8. Авторы лучших учебно-исследовательских работ (курсовых, дипломных и др.) всегда поощрялись, награждались по итогам ежегодных университетских конкурсов.

Таким образом, уровень инженерной подготовки в советское время был высоким. Профессиональные и научные достижения выпускников ГРФ свидетельствуют об этом.

**Профессиональная подготовка в учебном процессе в современных условиях.**

С 1996 года по настоящее время:

1. Обучение переводится на двухуровневую подготовку: бакалавров и магистров. Инженерная подготовка постепенно ликвидируется. В некоторых случаях это приводит к негативным последствиям. В связи с этим ряд кафедр сумели сохранить выпуск и подготовку по программам инженеров (в настоящее время это называется «обучение по специалитету, и выпускники получают диплом специалиста).

2. Учебные программы по профессиональным дисциплинам (лекции, лабораторные и практические занятия) в часах по инженерным дисциплинам резко сокращаются для бакалавров и магистрантов, что не позволяет в достаточной степени освоить студентам необходимые для профессии знания для работы на производстве.

3. Переход всех специальностей на двухуровневое обучение приносит резкий спад инженерной подготовки, особенно в технических профессиях. На производстве не нужны магистры, там нужны горные инженеры, а подготовка таких исчезает. Магистрантов готовят к научной деятельности, а не для производственной работы.

4. Сегодня недостаточно часов отводится на производственную практику, поэтому студенты не получают достаточно профессиональных навыков.

5. Тем не менее, лучшие из студентов наряду с учебой сегодня овладевают рабочими профессиями по своим специальностям; на старших курсах студенты пытаются найти и находят работу, начиная совмещать учебу в вузе и работу по своей специальности на производстве – это сегодня разрешается. Этим они пытаются поднять свой профессиональный уровень и получить практический производственный опыт.

6. Преподаватели в вузе сегодня получают довольно низкую заработную плату несоответствующую, объему работы, уровню их квалификации и профессиональной деятельности. Требования к профессорско-преподавательскому составу сегодня переориентированы на высокий уровень их научной деятельности и в меньшей степени на требования к их педагогической и воспитательной работе с молодежью. Это резко влияет на качество их профессиональной работы по подготовки научных и профессиональных кадров, т.к. им не хватает времени на индивидуальную работу со студентами и аспирантами. Тем не менее, профессорско-преподавательский состав ИПР, традиционно считающий подготовку специалистов и научных кадров важной государственной задачей в вузе, несмотря на большие перегрузки, продолжает активно работать с молодежью, вовлекая ее в свою научную и производственную деятельность через хоздоговора и гранты, передавая свой опыт и свои знания. Тем более что научная лабораторная база и кадровый профессорско-преподавательский состав потенциал ИПР позволяют это делать.

За более чем столетие в институте (факультете) сменилось не одно поколение студентов, прошедших школу НИРС. Здесь были подготовлены научные и преподавательские кадры вузов и научных учреждений страны, организаторы науки

различного уровня и высокопрофессиональные инженеры. Бывшие ученики стали учителями, и теперь уже они продолжают дело своих учителей, развивая сибирскую геологическую школу и ее традиции. Достижением ИПР (ИГНД, ГРФ) безусловно является создание уникального научно-педагогического коллектива, преданного своему главному предназначению – подготовке творческих высококвалифицированных специалистов, формирование коллектива, убежденного, что НИРС и УИРС – это основа воспитания творческих высокопрофессиональных научных и инженерных кадров, соответствующих современному уровню науки и техники и способных в будущем влиять на научно-технический прогресс нашего Отечества и будущее России.

**Проблемы организации НИР студентов и молодых ученых в современных условиях и пути их решения.**

Наука и вузы России сегодня теряют профессионально подготовленный талантливый кадровый резерв, т.к. не могут дать им достойное материальное обеспечение, прежде всего – это аспиранты, молодые ученые и молодые преподаватели – научные руководители студентов. Необходимо срочно решать эту проблему как на государственном, так и на университетском и институтском уровнях. Молодые, талантливые, высокопрофессиональные, будущие большие ученые вынуждены уходить на высокооплачиваемую работу или на производство, или работать не по своему профилю. Мы их часто теряем. Часто по этой причине мы видим в аспирантуре в основной массе не лучших и талантливых студентов, а выпускников со средней подготовкой, не самых лучших.

В сегодняшних условиях очень важна поддержка инвесторов и спонсоров. Но у современного бизнеса РФ нет интереса к вложению денежных средств в неприбыльную для них науку, воспитание и подготовку элитных специалистов. Правда, есть и исключение. В частности, ряд нефтяных компаний Газпрома и Транснефтегаза, которые помогают и поддерживают молодежь стипендиями и проведением научных мероприятий для молодежи. Государство, администрация вуза и представители взрослой науки должны помочь в научной и инженерной подготовке молодежи.

В современных условиях необходим инновационный путь развития молодежной науки в виде создания самостоятельных молодежных инновационных научно-производственных центров и объединений. Но на этом пути много трудностей. Необходима помощь взрослых инновационных центров вузов и создание крупных научных проектов с подключением к ним молодежи.

В университете недостаточно отработана система юридической финансовой помощи становления инновационных молодежных научно-производственных объединений. Это создает сложности. Необходимо иметь школу, семинары и консультативный центр по созданию таких научно-производственных объединений на уровне вуза, подобно бизнес-инкубатору ТПУ.

Важным источником денежных



*Фото 25. Студенты ИПР – Лауреаты и победители конкурса на звание «Лучший студент ТПУ – 2003» (слева направо) О.В.Лысова, О.Е.Петрова (Лепокурова), с научным руководителем доцентом Ю.Г.Копыловой, А.В.Таловская с первым проректором ТПУ П.С.Чубиком (ныне – ректором ТПУ) и руководителем НИР СиМУ ИПР (ИГНД) Г.М.Ивановой на ректорском приеме*

средств на научные исследования молодежи сегодня являются выигранные гранты, в конкурсе которых идет колоссальная конкуренция. Таких грантов для молодежи недостаточно. Они даются лишь по отдельным техническим прикладным направлениям, а по естественным наукам, тем более по фундаментальным – их крайне мало. Выиграть их чрезвычайно сложно. В связи с этим необходимо активно развивать внутривузовскую систему молодежных грантов, а также активно включать талантливую молодежь в научные проекты и гранты взрослых ученых.

Сегодня уровень подготовки молодых ученых и качество работы с ними научных руководителей в значительной степени определяется публикациями научных статей молодежи в рецензируемых изданиях ВАКа с высоким импакт-фактором. В то же время таких журналов геологического направления в стране и за рубежом очень мало, это создает большие сложности для молодых ученых. В ИПР нашли путь – это заключение контрактов и публикация лучших трудов молодых ученых и их руководителей в специальном выпуске журнала по проводимым конференциям на базе ИПР «Наука о Земле и защита окружающей среды» (Великобритания), индексируемого Scopus b Web of Science.

**Основные выводы.**

Сегодня воспитание и подготовка высокопрофессиональных специалистов для России, сохранение и развитие ее высокоинтеллектуального потенциала молодежи, помощь одаренной и талантливой молодежи очень актуальны. Поэтому государство, вузы, научные организации и сообщества России должны понимать важность этого и решать эти задачи как жизненно необходимые для России особенно сегодня. Решение этих задач должны стать сегодня приоритетными.

**Только наука, ученые и высокопрофессиональные специалисты с гражданским самосознанием смогут вывести Россию в дальнейшем из кризиса и обеспечить ее перспективное будущее и ее независимость.**



**Секция 1**  
**ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ**

**ВКЛАД РУССКИХ И СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ В ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ**

**Г.М. Иванова, доцент, М.П. Иванова, ассистент**

Научный руководитель доцент Г.М. Иванова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Арктика – важнейший геостратегический район России, где сосредоточены крупнейшие месторождения углеводородов, которые составляют 90 % площади шельфа России. Всего за полярным кругом открыто свыше 400 наземных месторождений нефти и газа. На акватории Баренцева моря к настоящему времени открыто одиннадцать месторождений нефти и газа. Среди них одно уникальное – Штокмановское, семь крупных – Ледовое, Лудловское, Мурманское, Долгинское, Приразломное, Медыньское море и Северо-Гуляевское, два средних – Поморское и Северо-Кильдинское и одно мелкое – Варандей-море. На шельфе Карского моря открыты два газоконденсатных месторождения – Русановское и Ленинградское. Оба они относятся к числу уникальных. Кроме того, обнаружен ряд газовых месторождений в Обской и Тазовской губах. На базе открытых месторождений в ближайшие годы начнется формирование новых нефтегазодобывающих центров России. Моря восточно-арктического шельфа, особенно Восточно-Сибирское и Чукотское, – наименее изученные на всем континентальном шельфе России. Поэтому по геологическим расчетам этой обширной части Российской Арктики углеводородные ресурсы являются очень перспективными. Около 90 % всей площади шельфа России, составляющего 5,2 – 6,2 млн. кв. км., приходится на перспективные нефтегазоносные области. В том числе 2 млн. кв.км.–в Западной Арктике на шельфе Баренцева и Карского морей, где потенциальные ресурсы углеводородного сырья составляют 50 – 60 млрд.т. нефти и 1 млн.км<sup>2</sup> – на шельфе моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей в Восточной Арктике. Огромные прогнозные запасы нефти и газа содержат Тимано-Печорская, Енисейско-Лаптевская, Баренцево-Карская, Индигиро- Чукотская нефтегазоносные провинции, а также Южно-Ямальская, Лено-Анабарская и Анадырская нефтегазоносные области. На шельфе Баренцева моря открыто 11 месторождений, в том числе 4 нефтяных (Приразломное, Долгинское, Варандейское, Медыньское), 3 газовых (Мурманское, Лудловское, Северо-Кильдинское), 3 газоконденсатных (Штокмановское, Поморское, Ледовое) и 1 нефтегазоконденсатное (Северо-Гуляевское). Одно только Штокмановское месторождение – крупнейшее в мире, содержит около 4 000 млрд. куб. м газа. В акватории Карского моря открыты не менее колоссальные по объему газоконденсатные месторождения – Ленинградское и Русановское. Свыше 180 месторождений насчитывается в Тимано-Печорской провинции. В их числе фонтанные месторождения, дающие до 1000 тонн нефти в сутки, которые сопоставимы с уровнем лучших месторождений Ирака.[7]

В пределах материковой части Арктики располагаются уникальные запасы и прогнозные ресурсы медно-никелевых руд, олова, платиноидов, агрохимических руд, редких металлов и редкоземельных элементов, крупные запасы золота, алмазов, вольфрама, ртути, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней. Основные ресурсы минерального сырья Арктики сосредоточены в северной части Кольской провинции. Там – платиновые металлы, медно-никелевые руды, титан,

тантал, ниобий, редкоземельные металлы, железо, фосфор, полиметаллы, флюорит, железо, хром, марганец, золото, алмазы. На севере Таймыро-Норильской провинции – медно-никелевые руды, платиновые металлы. В Маймеча-Котуйской и Уджинской провинциях найдены фосфор, железо, ниобий, платиновые металлы, алмазы. В Таймыро-Североземельской провинции обнаружены золото, слюда, молибден, вольфрам, хром, ванадий, полиметаллы. В Анабарской и Якутской провинциях – алмазы, железо, редкие металлы. В Верхоянской и Яно-Чукотской провинциях – олово, золото, ртуть, вольфрам, медь, молибден, серебро, платиноиды, полиметаллы. В Арктической зоне сконцентрирована добыча 91 % природного газа и 80 % (от общероссийских разведанных запасов) газа промышленных категорий. Кроме углеводородного сырья арктические районы – Кольский полуостров, Таймыр, Чукотка, Якутия, Норильск – содержат запасы апатитового концентрата (более 90 %), никеля (85 %), меди (около 60 %), вольфрама (более 50 %), редкоземельных элементов (более 95 процентов), платиноидов (свыше 98 % запасов), олова (более 75 % разведанных запасов – Северо-Янское месторождение), ртути (основные 15 разведанных месторождений с запасами – в пределах Яно-Чукотской провинции, крупные месторождения – на полуострове Таймыр), запасы золота, серебра (около 90 %), алмазов (более 99 % – на территории Якутии, в Архангельской области и Таймырском АО).

Недра Арктики содержат и дефицитные в России руды: важнейшие месторождения марганца – на Новой Земле, хрома – в Ямало-Ненецком АО и на Мурмане, титана – на Кольском полуострове. На шельфе и арктических архипелагах установлены запасы и прогнозные ресурсы всех категорий россыпного олова, золота, алмазов, марганца, полиметаллов, серебра, флюорита, поделочных камней, различных самоцветов. Имеются предпосылки к открытию месторождений эндогенного золота, редкоземельных металлов, меди, фосфоритов, железа и ряда других полезных ископаемых. Из всего спектра минеральных ресурсов Арктика в наибольшей степени обеспечена цветными металлами. Поэтому Арктика представляет собой колоссальный сырьевой резерв страны и сегодня является основным регионом будущего экономического развития и независимости России.

Несмотря на суровые экстремальные условия Арктики, не приспособленные для жизнедеятельности человека, люди делали попытки исследовать Арктику, её моря и побережья еще с VI века. Мужественные мореплаватели пытались дойти до пика (центра) необитаемого Северного Ледовитого океана, несмотря на гибель и многочисленные смерти отважных путешественников.

Вклад Российских ученых в Мировую науку об Арктике неоценим. Россия из всех стран сыграла наибольшую роль в истории исследования Арктики. Миру широко известны имена российских полярных мореплавателей, ученых и путешественников, именами которых названы проливы, острова, моря Ледовитого океана – открытые русскими и Советскими полярниками. Это В. Беринг, Ф. Литке, Ф. Врангель, С. Дежнев, Черский, советских ученых: О. Шмидт, А. Жохов, Я. Санников, братья Лаптевы, С.А. Обручев, Челюскин, Б. Вилькицкий, А. Сибиряков и другие; полярных асов – М. Сомов, М. Водопьянов, И. Черевичный, И. Мазурук и другие. Всему миру известны имена советских летчиков-Героев: В. Чкалова, Г. Байдукова, А. Белякова, впервые в мире без посадки пересекших Северный полюс в Арктике и пролетевших из Москвы в Арктику через Северный полюс на самолете в 1937 г. История освоения и исследования Арктики – это история высочайшего человеческого мужества, жестокой борьбы с суровой природой Арктики, это летопись побед и борьбы человеческого духа.



На ранних этапах колонизации Сибири первыми вышли на моря Ледовитого океана кочи новгородцев, а затем – поморов. В XI веке русские мореплаватели вошли в моря Северного Ледовитого океана, в XII-XIII веках они открыли острова Вайгач, Новая Земля, а в конце XV века острова архипелага Шпицберген, остров Медвежий. В XVI-XVII русскими поморами активно осваивался участок Северного морского пути – от р. Северной Двины до Тазовской губы и участка р. Оби. Принято считать, что первым идею использования Северного морского пути для сообщения между Россией и Китаем, высказал русский дипломат в 1525 г. Д. Герасимов. В конце XVI века русские мореходы стали совершать регулярные морские походы к устью р. Оби, откуда по морю проникли в бассейн р. Енисея. Вскоре после похода Ермака в низовьях Оби были построены Березовский городок и Обдорск (ныне Салехард), а затем на реке Таз-Мангазейский острог. В начале XVII века русские мореплаватели постоянно доходили по морям Ледовитого океана до устья р. Енисей и р. Пясины. В 1622-1623 гг. от Енисея прошел вверх по реке Нижняя Тунгуска отряд землепроходца Пенды. В 1632 г., енисейский сотник Петр Бекетов заложил острог, положивший начало г. Якутску, а через 10 лет отряды казаков спустились до устья р. Лены. Отсюда Иван Ребров прошел морем на запад до р. Оленек, а Илья Перфирьев – на восток прошел морем до р. Яны. Вскоре кочи землепроходцев стали доходить до р. Анабар и на восток – до р. Индигирки. В 1644 году в устье р. Колымы был заложен Нижне-Колымский острог. Открытие Северо-Восточного прохода в Тихий океан связано с именами Семена Дежнева и Федота Попова. Отправившись в 1648 году в промысловое путешествие на небольших судах-кочах, они первыми в мире прошли и доказали существование пролива между Азией и Америкой, подробно описали Чукотку, основали Анадырский острог [2]. Таким образом, уже в конце XVII века русские первопроходцы обследовали все северное побережье Евразии и омывающие его моря, то есть арктические моря и прилегающее к ним арктическое побережье.

Инициатором первой попытки плавания русских судов через Северный полюс в Тихий океан был М.В. Ломоносов. Сам в юности бывший помор, плававший в юности в Белом море М. Ломоносов, он придавал исследованию морского пути в Арктике большое значение. 14 мая 1764 г. Правительствующим Сенатом был издан указ, в котором предполагалось «учинить поиск морского проходу Северным океаном в Камчатку и далее». Начальником полярной экспедиции, состоявшей из трех судов, был назначен В.Я. Чичагов. 9 мая 1765 года суда вышли из Кольского залива дошли до о. Шпицбергена до широты 80°30' и столкнувшись с тяжелыми льдами вернулись в г. Архангельск. Несколько раз пытались в этом направлении пытались совершать походы голландцы и англичане, все они закончились неудачно. После чего англичанин Нэрс заявил: «Северный полюс недосыгаем!».

Несмотря на большие успехи российских исследователей в изучении Арктики, царское правительство не придавало этому большое значение, тогда как передовые умы русской общественности высоко оценивали роль Арктики в будущем России. Уже в 18 веке опыт полярных плаваний был обобщен великим русским ученым М.В. Ломоносовым. По его мнению географическое положение России, как северной страны, омываемой с севера Северным Ледовитым океаном на гигантских площадях, обязывало Россию искать выход в свободный океан не в южных, а, прежде всего, в северных морях Арктики. Он выступал инициатором в Правительстве об организации полярных экспедиций для открытия Северо-

восточного прохода, т.е. Северного морского пути, для сквозного плавания из Атлантического океана в Тихий океан.

Несмотря на все трудности и практически без поддержки правительства русские землепроходцы и мореплаватели продолжали упрямо идти на север и осваивать арктические моря, острова, побережья Арктики. В XVII веке наиболее высокий вклад внесла Камчатская экспедиция под руководством Витуса Беринга. За 10 лет она прошла почти весь Северный морской путь от г. Архангельска до мыса Большой Баранов, в память о нем теперь всем известен Берингов пролив. В 1742 г. Семен Челюскин достиг морскую северную часть материка и открыл мыс, которому присвоено его имя. Харитон Лаптев обследовал побережье от р. Лены до р. Хатанги и Таймырский полуостров, открыл острова Большой и Малый Бегичевы и центральную часть гор Быранга и все это нанес на карту, им открыто море, известное сегодня под названием Море Лаптевых. Отряд, возглавляемый Мартыном Шпанбергом, открыл в XVII веке морской путь в Японию на востоке. Значительный вклад в изучение восточной части морского пути внесли русские мореплаватели Ф.П. Врангель и Ф.Ф. Матюшкин. В 1820—1824 гг. они обследовали и нанесли на карту материковый берег от устья Колымы до Колючинской губы, открытый Ф. Врангелем остров носит его имя. [3]

С главными этапами освоения Северных морских путей связаны труды русских ученых – членов Географического общества – по комплексному географическому изучению арктического побережья Сибири, морей и островов Северного Ледовитого океана (П. Кропоткин, В. Воейков). При непосредственном участии Географического общества и его отделов, или под его эгидой, проходили первые экспедиции по изучению многих арктических районов: Чукотская экспедиция (1868-1870 гг.), экспедиции на север Туруханского края (1866 г.), в Якутию (1894-1897 г.), на Кольский полуостров (1898 г.) и другие. На средства М.К. Сидорова и А.М. Сибирякова в 1876 г. были снаряжены шведско-русские экспедиции А.Э. Норденшельда и Д.И. Шваненберга. Они положили начало установлению торговых маршрутов через устья рек Обь и Енисей с Европой [1].

В 1878 г. на средства, предоставленные шведским королем Оскаром II, шведским негоциантом О.Диксоном и русским золотопромышленником А. Сибиряковым Эрик Норденшельд организовал экспедицию. В июле 1878 г. экспедиционные суда «Вега» и «Лена», покинули Швецию и взяли курс на восток. Они успешно прошли большую часть Северо-восточного прохода (Северного морского пути), но не дойдя до цели на их пути возникли непроходимые льды. Пришлось зазимовать. Только 18 июля 1878 г. «Вега» удалось освободиться от ледового плена и вскоре выйти в Тихий океан. Главная цель экспедиции была достигнута. Впервые в истории полярного мореплавания Эрик Норденшельд осуществил сквозное плавание за две навигации из Атлантического океана в Тихий вдоль северного побережья Европы и Азии.

И лишь спустя почти сорок лет экспедиция под руководством Бориса Вилькицкого смогла проделать этот путь в обратном направлении. Этот переход ознаменовался Великим географическим открытием – был открыт огромный архипелаг, который назвали «Северной Землей» [4].

И только, после Октябрьской революции Советское правительство поняло, какую роль может сыграть Арктика в развитии молодого государства. Уже 2 июля 1918 г. В.И. Лениным было подписано постановление Совнаркома об ассигновании 1 млн. рублей на экспедицию по исследованию Северного Ледовитого океана. В 1920 г. Карские экспедиции положили начало регулярному плаванью через Карское

море. В ходе первой экспедиции из Сибири было вывезено 11 тыс. тонн хлеба и других продовольственных и промысловых грузов. Уже в 20-е годы Советский Союз выступил как мощное государство, оказавшее помощь терпящей бедствие экспедиции под руководством итальянца Нобиле. Хотя на поиски пропавшей экспедиции отправились экспедиции из 6-ти стран, но, фактически, экспедицию на дирижабле «Италия», потерпевшую крушение в центре Арктики, спасли именно наши полярники на ледоколе «Красин». Именно в тот момент Арктика и стала источником славы для нашего государства и всего советского народа. И это был всего лишь 1928 год [4].

Отправной точкой к открытию регулярного сквозного сообщения по Северному морскому пути стала экспедиция выдающегося советского ученого О.Ю. Шмидта, состоявшаяся в 1932 г. на ледокольном пароходе «Александр Сибиряков».

В 1932 г. под руководством О.Ю. Шмидта и капитана В.И. Воронина на пароходе "Сибиряков" впервые была осуществлена экспедиция, в ходе которой маршрут Северного морского пути был пройден за одну навигацию. Пароход "Сибиряков" вышел 28 июля 1932 г. из Архангельска через Маточкин Шар, прошел в Карское море и 3 августа 1932 г. достиг порта Диксон. Оттуда корабль взял курс на Северную Землю, обнаружив на пути остров Сидорова, положив начало открытию группы островов Арктического института. Затем "Сибиряков" прошел в море Лаптевых до бухты Тикси, 10 сентября он дошел до острова Колочин. Медленно продвигаясь, "Сибиряков" вышел на чистую воду у северного прохода в Берингов пролив. Таким образом, экспедицией Отто Шмидта путь от устья Северной Двины до Берингова пролива был пройден за два месяца и три дня [1].

Для проверки возможности плавания по Ледовитому океану транспортных судов в 1933 г. по пути «Сибирякова» был направлен пароход «Челюскин» во главе с О.Ю. Шмидтом и В.И. Ворониным. В экспедиции участвовали ученые разных специальностей, она должна была также высадить на острове Врангеля группу зимовщиков с их семьями. В условиях крайне тяжелой ледовой обстановки «Челюскин» выйти в Тихий океан не смог из-за ветров и течения вместе с ледовым полем. Зимовка корабля стала неизбежной. 13 февраля 1934 г. лед разорвал борт и через два часа «Челюскин» затонул. "Челюскинская эпопея" жизни участников экспедиции в ледовом "Лагере Шмидта" и их спасения советскими летчиками стала известна всему миру подвигом советских покорителей Арктики [3].

В 1934 г. ледорез "Литке", под управлением капитана Н.М. Николаева и научного руководителя В.Ю. Визе без аварий прошел одну навигацию Северным морским путем из г. Владивостока в г. Мурманск. Уже в следующем, 1935 г. Северным морским путем прошли за одну навигацию четыре грузовых теплохода. В 1936 г. была успешно осуществлена проводка военных кораблей Балтийского флота на Дальний Восток (1936 г.). В 1939 г. ледокол "И. Сталин" совершил двойное сквозное плавание за одну навигацию.

С целью научного изучения Арктики, помимо навигации, Советский Союз стал активно использовать дрейфующие полярные станции. Каждая такая станция представляла собой установленный на дрейфующей льдине комплекс станционных домиков, в которых жили участники экспедиций, и где находилось необходимое и совершенное на то время оборудование. Благодаря существованию дрейфующих станций отечественные ученые получили возможность исследовать Арктику круглый год [6].

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

---

В 30-е годы в Арктике начали находить и добывать различные полезные ископаемые в Арктическом регионе. А в 1932 году впервые удается пройти Северным морским путем в одну навигацию на ледоколе «Сибиряков», из г. Архангельска в Берингово море, и затем в Чукотское море. Этот первый сквозной проход за одну навигацию и обозначил год рождения «Главного управления Северного морского пути». Именно по этому пути позже проследовали тысячи кораблей, а полярные летчики проложили новые воздушные арктические трассы.

В 30-х годах Г.А. Ушаковым и Н.Н. Урванцевым с С. Журавлевым и В. Ходовым, была полностью обследована «Северная Земля». Можно сказать, что она была открыта заново (поскольку ранее был открыт до этого только восточный берег архипелага, а теперь он был «положен на карту» целиком). В это же время стали появляться новые города и поселки (Провидение, Дудинка, Тикси, Диксон, Игарка, Шмидта, Певек). С каждым годом Советская Россия все больше осваивала и изучала Арктику.

В мае 1937 года на дрейфующий лед на Северном полюсе впервые в истории совершили посадку четыре советских четырехмоторных самолета АНТ-6. Они высадили четверых будущих зимовщиков: И.Д. Папанина, Е.К. Федорова, П.П. Ширшова, Э.Т. Кренкеля. Дрейфующая станция «Северный полюс-1» 274 дня вела научную работу в центре Ледовитого океана. Впервые был собран уникальнейший материал об арктической природе и первые ледовые прогнозы для арктических морей [2].

Всего в период с 01.09.1932 г. по 1.09.1933 г СССР осуществил 26 морских экспедиций в Арктику. Был открыт и стал постоянно действующий Северный морской путь, а полярные летчики пролетали по постоянно действующим воздушным арктическим трассам. Среди героических полярных летчиков того времени гремели на весь мир в 1937 г. имена В. Чкалова, Г. Байдукова, А. Белякова, которые впервые в мире осуществили беспосадочный перелет из Москвы в Арктику через Северный полюс в Америку. К началу Великой Отечественной войны в Советском Союзе уже был накоплен значительный опыт плавания транспортных судов в Арктике, велось обустройство опорных портов Северного морского пути, велось снабжение продовольственных и промышленных товаров из бассейна Тихого океана, Якутии и восточной части Советской Арктики, перегон дальневосточных военных кораблей в Баренцево море, систематические переходы речных судов из европейских портов на реки Сибири, рыболовецких судов на Дальний Восток. С целью научного изучения Арктики, помимо навигации, Советский Союз стал активно использовать дрейфующие полярные станции.

Благодаря существованию дрейфующих станций отечественные ученые получили возможность исследовать Арктику круглый год [4].

После Великой Отечественной войны уже весной 1948 года в район Северного полюса была направлена Высокоширотная воздушная экспедиция «СЕВЕР-3», которая работала в Центральном Полярном бассейне, используя методику, разработанную нашими учеными еще в 1937 г. после высадки «Папанинцев». На следующий год весной 1949 г. снова была организована экспедиция – «Север-4». Начиная с 1950 г. Советский Союз организовывал две дрейфующие станции, одну – на Северном полюсе, другую – на льдине «Полюса относительной недоступности» под названием «Точка-3» [6].

Так, начиная с 1950 года, Советский Союз регулярно высаживал дрейфующие станции на льдины Северного Ледовитого океана, собирая важнейшие материалы о природе Арктики, движении льдов Северного Ледовитого океана. И,

фактически, СССР являлся единственной страной, которая вела такую обширную работу в центральной Арктике.

Итак, экспедиции «Север» ознаменовались крупнейшими географическими открытиями, которые не только внесли существенные изменения в карты Северного Ледовитого океана, но и в значительной степени во многом изменили и уточнили явления о происхождении в нем природных процессов. Благодаря широкому комплексу исследований, проводившихся в этих экспедициях, представилась возможность изучать одновременно широкий круг взаимосвязанных явлений и процессов в высоких широтах. С географической карты мира практически исчезли «белые пятна», общая площадь которых к 1939 году составила 1.844.000 кв. км. Кардинально изменились представления о морфометрии Арктического бассейна. На основании анализов проб донного грунта, собранных советскими экспедициями, была восстановлена геологическая история дна Северного Ледовитого океана за предыдущие 150 000 – 180 000 лет.

Русским полярникам принадлежат важнейшие изобретения новых методов в изучении Арктики. Аэрологические приборы были изобретены профессором Павлом Молчановым. Из скромных зондов, поднимавшихся на высоту 15-20 км, «выросли», по сути, современные метеорологические ракеты, достигающие высоты 100, 200, 400 км. Без радиозондов сегодня невозможен ни прогноз погоды, ни запуск спутников и пилотируемых кораблей. Это изобретение является вехой в истории мировой метеорологии. Впервые в Арктике Кренкелем осуществлялась связь на коротких волнах, был установлен мировой рекорд дальней радиосвязи.

С 1955 г. на дрейфующих льдах Северного Ледовитого океана ежегодно устанавливаются автоматические радиометеорологические станции. Они позволяют следить за дрейфом льдов и основными элементами погоды и в тех районах, где людей нет.

Наблюдения и исследования в Северном Ледовитом океане дают исходные материалы, на основе которых специалисты Арктического и Антарктического научно-исследовательского института в Ленинграде и радиометеорологических центров на Диксоне, в Тикси и Певеке осуществляют всестороннее гидрометеорологическое руководство плаванием по Северному морскому пути [6].

Из наиболее выдающихся плаваний по Северному морскому пути в 1940-1970-е гг. можно отметить: снабжение продовольственными и промышленными товарами из бассейна Тихого океана, Якутии и восточной части Советской Арктики, перегон дальневосточных военных кораблей в Баренцево море в годы Великой Отечественной войны, систематические переходы речных судов из европейских портов на реки Сибири (с 1948 г.), рыболовецких судов на Дальний Восток (с 1951), двойные грузовые рейсы дизель-электроходов «Лена», «Енисей» (с 1954 г.), осенние походы атомохода «Ленин» (1970-71 гг.). Северный морской путь стал неотъемлемым звеном народного хозяйства, обеспечивающим жизнедеятельность целого ряда районов Крайнего Севера и Дальнего Востока. По этому пути осуществлялось их снабжение топливом, продовольствием и товарами первой необходимости, по нему же на «Большую Землю» доставлялись добываемые здесь природные богатства.

В 50-60-70 годы были запущены советские ИСЗ «Спутник-1», «Спутник-3», открыты подводные океанические хребты (хребет Ломоносова и хребет Менделеева) и тектонические плиты, создана постоянно действующая Советская Антарктическая экспедиция, Комплексная Антарктическая экспедиция, ныне Российская Антарктическая, организованно начали действовать Мировые Центры (в

СССР и в США). В это время открыта озоновая дыра над Антарктидой, проведена гравиметрическая съемка Антарктики, изучены геомагнетизм при помощи запущенных ракет с судов и суши, а также при помощи искусственных спутников; метеорологические и аэрологические наблюдения, озонметрические, ионосферные и т.д. и т.п. Проведены экспедиции в глубину Антарктиды, установлены плавательные обсерватории в Арктике.

Неузнаваемо изменилась за 70-80 десятилетия и сама российская Арктика, её побережье и острова Северного Ледовитого океана. В еще недавно диких и неизвестных местах круглосуточную вахту несли полярные станции и радиометцентры; работали гидрографические базы; были построены крупные промышленные предприятия; появились и быстро растущие благоустроенные города, насчитывающие десятки и даже сотни тысяч жителей. По итогам исследования региона были приняты важные решения: строить новые ледоколы, создавать полярные зимовки. В северном небе появились самолеты, оснащенные радионавигационными приборами. Регулярно эксплуатировался Северный морской путь. Для Советской России Арктика была не просто географическим понятием, а особой наукой о Земле!

В начале 1990-х гг. распад Советского Союза и последовавший за ним системный социально-экономический кризис постсоветского пространства крайне негативно сказались на состоянии Арктики Северного морского пути. Была разрушена система завоза промышленных и продовольственных товаров на Север из других регионов России. К 2003 г. перевозимых по Северному морскому пути грузов стало в пять раз меньше (1,7 миллионов тонн) в сравнении с периодом его "экономического расцвета" в советскую эпоху. [6] Был уничтожен Научный центр Арктики и Антарктики, были распущены промышленные предприятия и вся инфраструктура. Прекратилось исследование Арктики, её освоение было отложено.

В течение многих лет границы Советской Арктики с 1926 г. не вызывали сомнения у стран, граничащих с полярными районами. Но теперь, когда стали известны, неисчерпаемые запасы полезных ископаемых и особенно грандиозные запасы углеводородного сырья, на Арктику и на шельф её морей стали претендовать многие страны мира.

15 апреля 1926 года постановлением правительства СССР были определены границы советского сектора Арктики на западе: «меридианом 32 градуса, 4 минуты, 15 секунд в.д., а с востока – меридианом 168 градусов, 49 минут, 30 секунд в.д. – это 13 млн. квадратных километров. Это Северный Ледовитый океан с окраинными морями: Баренцевым, Карским, Лаптевых, Восточно-Сибирским и Чукотским. Это почти 10 млн. км<sup>2</sup> островов и архипелагов, широких полос тундры, окаймляющей северную оконечность Евразийского материка».

Сегодня ведущие мировые державы приготовились к переделу арктических пространств. Россия была первым арктическим государством, подавшим в 2001 г. заявку в ООН на установление внешних границ континентального шельфа в Северном Ледовитом океане. Первым на северном полюсе водружен флаг Северной России – СССР, а также флаг России первым водружен на дне океана на Северном Полюсе - 2 августа 2007 г. Дно Северного Ледовитого океана также изучено советскими и российскими учеными, ими уже составлена карта дна Ледовитого океана, с помощью глубоководных обитаемых аппаратов «МИР-1» и «МИР-2». Такими исследованиями занималась экспедиция, возглавляемая Артуром Чилингаровым, который многократно спускался в батискафе на дно океана. Лишь в начале XXI века Правительство России вновь обратило взоры на Арктику. Сегодня



стратегический вопрос – доказать, что подводные хребты Ломоносова и Менделеева являются российскими, так как они являются структурными продолжениями Сибирской континентальной плиты. В этом направлении активно работают российские ученые сейчас. С 2007 г. в России проведено 87 морских и сухопутных экспедиций, с 2008 г. – 72 экспедиции с участием зарубежных ученых. В Северном Ледовитом океане работают дрейфующие станции «СП-35» и «СП-36», научно-экспедиционные суда «Академик Федоров» и «Михаил Сомов», научно-исследовательские суда «Ак. Буйницкий», «Ак. Мстислав Келдыш», «Иван Петров», «Север», ледокол «Капитан Драницын» [7,8].

Реализация программы геологического изучения шельфа арктических морей является приоритетной задачей России на ближайшие десятилетия. Интересы национальной безопасности России требуют эффективного проведения геологоразведочных работ в Арктике. Геологическое строение и природные условия Северного Ледовитого океана требуют принципиальной модернизации методов, техники, технологий, оборудования для поисков, разведки, разработки и добычи и транспортировки нефти, сохранения и защиты экологической среды. В тоже время экология Арктики чрезвычайно хрупкая, влияющая на планетарное состояние и жизнеобеспечение человечества, поэтому исследование Арктики в этом направлении очень важны.

### Литература

1. Белов М.И., Путь через Ледовитый океан, М., 1963.
2. Волович В.Г. Арктика - кузница героизма.–URL:[http://www.pervye-geroi.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=37:volovich&catid=2](http://www.pervye-geroi.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=37:volovich&catid=2)
3. Визе В.Ю. История открытия и освоения Северного морского пути, т. 1, 3, М.-Л., 1956-59
4. К Полюсу. Полюс в дрейфе [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – 2009-2012. – URL:[http://hmhsbritannic.ucoz.ru/publ/istorija\\_osvoenija\\_arktiki/k\\_poljusu\\_naprolom/15-1-0-158](http://hmhsbritannic.ucoz.ru/publ/istorija_osvoenija_arktiki/k_poljusu_naprolom/15-1-0-158)
5. Магидович И.П., Магидович В.И. Очерки по истории географических открытий. М.: Просвещение, 1986.
6. Проблемы полярной географии, «Труды Арктического и Антарктического научно-исследовательского института», 1968, т. 285.
7. <http://www.arktika-antarktida.ru/arktikapolisk.shtml>
8. <http://news.nordportal.ru/>

### **АРКТИКА. ЕЁ БУДУЩЕЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**В.С. Бучельников**

Научный руководитель доцент Г.М. Иванова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия*

Арктика на протяжении многих веков привлекала внимание мореплавателей, купцов и исследователей, позднее она также стала важным объектом государственной политики. С первой половины XX века, Арктика рассматривается уже не только в качестве зоны важных географических открытий, приносящих той или иной державе экономические выгоды, но и как один из регионов мира, контроль над которым гарантирует серьезное геостратегическое преимущество [1].

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

---

В настоящее время идут бурные споры между странами Арктического региона, которые раньше проявлялись слабо, в том числе из-за суровых климатических и погодных условий. Таяние и сокращение ледяного покрова усиливают стычки между приарктическими державами – Россией, США, Норвегией, Данией, Канадой. Каждое из этих государств претендует на те или иные участки и их природные ресурсы, стоимостью миллиарды долларов. Сведений о ресурсах, находящихся под дном Северного Ледовитого океана относительно немного, но имеющиеся данные говорят о том, что арктические территории содержат до 25% всех известных запасов нефти и газа. Таяние льдов стимулировало проведение разведочных работ. История отечественных полярных исследований неразрывно связана с внешней политикой, задачами укрепления политического влияния и увеличения экономического потенциала России, потребностями военного, коммерческого и промыслового мореплавания, развитием путей сообщения, использованием природных богатств и ресурсов [5].

Арктика чрезвычайно богата разнообразными минерально-сырьевыми, биологическими и другими видами природных ресурсов. Предположительно, в российском секторе Арктики залегают наибольшие запасы нефти и газа. А наблюдающееся таяние льдов вследствие потепления делает реальными планы по их освоению. Из 6,2 км<sup>2</sup> российского шельфа предположительно запасами нефти и газа обладают 6 млн. км<sup>2</sup>, т.е. почти вся его территория [3]. По некоторым оценкам в Российской части Арктики сосредоточено 40% золота, 40% нефти, до 80% газа и 90% марганца. Общая стоимость минерального сырья арктических недр превышает 30 трлн. долл. В зарубежной Арктике наиболее значительную роль играют нефтегазоносные бассейны Северного склона Аляски и Арктического шельфа (где расположен один из наиболее активно эксплуатируемых районов Прадхо-Бей с тысячекилометровым трансаяскинским трубопроводом до расположенного на юге Аляски порта Валдиз), месторождения Канадского Арктического архипелага. Велики потенциальные запасы углеводородного сырья на северо-востоке Гренландии, а также на континентальном шельфе вдоль северного побережья Норвегии. Нефтегазовые месторождения выявлены и на Шпицбергене. В российской Арктике, прежде всего, следует отметить газовые и газоконденсатные месторождения полуостровов Ямал и примыкающей к нему шельфовой зоны Карского моря. Значительные перспективы имеет шельфовая зона Тимано-Печерской нефтегазовой провинции в Баренцевом море, где уже открыто несколько месторождений. Запасы месторождения Приразломное, расположенного в 60 км к северо-западу от поселка Варандей Ненецкого автономного округа, признаны подготовленными к промышленному освоению. Штокмановское газоконденсатное месторождение, расположенное в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря в 600 км от Мурманска, одно из крупнейших месторождений в мире. Для реализации проекта по разработке месторождения создано совместное предприятие Shtokman Development AG, куда вошли Газпром (51%), Total (25%), Statoil (24%).

20 декабря 2001 года Россия направила в Комиссию ООН по границам континентального шельфа заявку на 1,2 млн. км<sup>2</sup> акватории Северного Ледовитого океана в качестве морской экономической зоны. С 2006 года правительство Канады вложило 51 млн. долларов в программу картирования континентального шельфа, США в 2009 году потратили 5,6 млн. долларов на доказательство распространения континентального шельфа от побережья Аляски за пределы 200-мильной

исключительной экономической зоны. Дания потратила 42 млн. долларов на обоснование своих притязаний [6].

В то же время Арктика является уникальной хрупкой экосистемой. Отработка месторождений осложнена удаленностью от берега, глубиной, климатическими условиями, сложностями рельефа дна. Кроме того, опасения внушает и отсутствие достаточного объема наблюдений и информации в целом по гидрометеорологическим условиям акватории и опыта работы в арктических условиях. Разработка арктических ресурсов требует появления новых, более совершенных технологий. Разработка шельфовых запасов - дело не одного года, а, наверное, десятилетий, она требует крупных финансовых вложений, которые необходимы для устойчивого развития шельфа [2], также на сегодняшний день мире не существует успешных практик по ликвидации нефтяных разливов в ледовых условиях. Если акватория моря покрыта льдами хотя бы на 10 %, механические средства сбора становятся неэффективными. Осложняет ситуацию и тот факт, что еще не придумали технологий, чтобы справиться с нефтью, просачивающейся в структуру льда [4].

Ожидается рост давления на арктические экосистемы химических загрязнений, влияющих на их «здоровье», продуктивность и устойчивость, что может привести к сдвигам в функционировании всей арктической экосистемы, масштабы последствий которых пока не ясны [7].

На сегодняшний день в Арктике до сих пор не урегулированы споры между рядом стран:

- Россия и США все еще не решили проблему разграничения в Беринговом море;
- Великобритания, Исландия и Дания оспаривают принадлежность скалы Рокалл;
- Канада, Дания и Россия выдвигают встречные претензии на подводный хребет Ломоносова;
- Канада и Дания оспаривают принадлежность острова Ганса;
- США и Канада ссорятся из-за статуса Северо-Западного прохода;
- несогласие арктических стран с претензиями России на расширение ее арктического шельфа вплоть до Северного полюса [1]. Эти и ряд других факторов препятствуют успешному изучению и освоению Арктики.

В настоящее время в Арктической зоне существует большое количество проблем, особенно в её российской части, в т.ч. экологических, и отсутствие краткосрочных перспектив их разрешения. В будущем ожидается дальнейший рост экологической напряженности. Сегодня Арктика стоит на пороге серьезных изменений. С одной стороны изменение климата открывают новые возможности для судоходства, отработки природных богатств и рыболовства, с другой стороны эти изменения ведут к росту конкуренции между арктическими державами. Сегодня интерес к Арктике проявляют и неарктические страны, что в свою очередь создает почву для возникновения новых разногласий и конфликтов [1].

### Литература

1. Александров О.Б. Россия XXI. 2013. № 6. С. 50-71.
2. Геоэкономические процессы в Арктике и развитие морских коммуникаций. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2014. 266 с.

3. Зернова Л. Дорога в белое безмолвие [электронный ресурс] URL: <http://www.novayagazeta.spb.ru/?y=2005&n=50&id=2>
4. Майорова Е.И. Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2015. Т. 19. № 4. С. 110-116.
5. Пасецкий В. М. Русские открытия и исследования в Арктике. Первая половина XIX в. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 276 с.
6. Сильвестров Л.К. Энергия: экономика, техника, экология. 2011. № 11. С. 28-35.
7. Титова Г.Д. Региональная экология. 2016. № 3 (45). С. 17-30.

### **ЯПОНСКИЙ СЛЕД – ЭКСПЕДИЦИЯ НА КОНТИНЕНТ**

**Д.А. Беликова**

Научный руководитель доцент А.Т. Глухов

*Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Россия*

Сирасе, как и Амундсен, и Скотт, предполагал провести зиму в изучении побережья и в подготовке к рывку к полюсу весной следующего года. План экспедиции Сирасе был прост [2]: “В Веллингтоне экспедиция сделает запас угля и продовольствия и уйдёт в Антарктические моря, затем, оставив за кормой более 2000 км, судну придётся выдержать борьбу с айсбергами и льдинами. При благополучных ветрах и погоде Кайнан-Мару достигнет Земли Короля Эдуарда VII примерно в середине февраля. Там экспедиция высадит полярников на берег, а корабль немедленно возвратится в город Веллингтон, так как зимовать у берегов Антарктиды весьма опасно. Полярники будут проводить исследования на берегу Антарктиды около семи месяцев, переживая холодную зиму. Когда зима закончится, примерно 15 сентября, партия отправится к полюсу, пройдя расстояние около 1500 км за 155 дней. Возвратиться к месту встречи предполагается во второй половине февраля 1912 года. К этому времени судно вернётся к Земле Короля Эдуарда VII из Веллингтона и заберет полярную партию. По прибытии в Новую Зеландию будет пополнен запас топлива и воды и окончательное возвращение экспедиции обратно в Японию предполагается в июле 1912 года. Таким образом, экспедиции по предварительным оценкам займет один год и девять месяцев”. Однако планам Сирасе не суждено было сбыться.

Первая попытка достичь берегов Антарктиды не увенчалась успехом. Маленькое суденышко не смогло пробиться сквозь тяжелые льды. Лишь 6 марта 1911 года путешественники приблизились к берегу Земли королевы Виктории. Но это была уже очень поздняя для Антарктики осень. Сирасе отдал приказ о возвращении, чтобы переждать зиму в Австралии. Они прибыли в гавань города Сиднея 1 мая 1911 год и были встречены с враждебностью. Антияпонские настроения, связанные с Русско-Японской войной и военные победы Японии в России и Китае, сделали население Сиднея весьма подозрительными. Австралийскую общественность удалось успокоить профессору Дэвиду Эджворту из Университета Сиднея. Бывший член экспедиции Шеклтона 1907 года, узнав о несчастье экспедиции Сирасе, принял деятельное и восторженное участие в их сиднейской зимовке. [2]

Если первоначальными планами Нобу Сирасе было покорение Южного полюса, то после зимовки в Австралии стало ясно, что он сильно отстал от экспедиций Амундсена и Скотта. В конце весны в Южном полушарии, а именно, 19 ноября, корабль "Кайнан-Мару" покинул Австралию и отправился к южному материку. На этот раз цель у Сирасе была значительно скромнее. Он планировал

высадиться на берег Земли короля Эдуарда VII и в неизведанных еще местах "Великого ледяного барьера" (то есть шельфового ледника Росса) провести научное исследование части материка. Линию полярного круга корабль пересек 21 декабря, а две недели спустя полярники снова увидели ледяные плато Антарктиды. Корабль продолжил путь на восток через море Росса к противоположной стороне шельфового ледника. Экспедиция высадилась на берег шельфового ледника Росса 16 января 1912 года. [1] Оставаться на месте выбранной стоянки оказалось делом весьма опасным, так как лёд покрывало множество трещин. Полярники вернулись на борт "Кайнан-Мару" и корабль отправился в залив "Китов". Залив – естественная гавань, которая образовала брешь в шельфовом леднике. Спустя несколько дней моряки "Кайнан-Мару" увидели другой корабль. Вскоре выяснилось, что это был "Фрам", корабль Амендсена, который ждал возвращения экспедиции с полюса. Конечно же, команды обеих экспедиций побывали друг у друга, обменялись новостями, но языковые трудности помешали более тесному общению.

Корабль "Кайнан-Мару" плыл день за днем вдоль отвесной стены льда, возвышавшейся много выше его мачт. Наконец нашелся залив, ставший потом известным всем полярникам как залив Кайнан. [3] Стала выполнимой следующая задача: покорение верхней части шельфового ледника. "Нам оставалось выбрать между, так называемой непреодолимой преградой, или смертью", пишет Сирасе. Трое суток члены экипажа вырубали ступени в отвесной стене, и безумство храбрых победило. Они взобрались на поверхность шельфового ледника, затащили туда нарты, собак и научное оборудование. Сирасе разделил участников экспедиции на две исследовательские партии: береговую и прибрежную. В течение нескольких дней члены береговой партии обследовали окружающий район, где было решено сделать базовый лагерь. Отправную точку Dash Patrol. Двое членов экспедиции остались в лагере, где осуществляли метеорологические наблюдения. Пятеро исследователей: Сирасе - руководитель, Такеда, Миишо, Ямабе и Ханамори на нартах с собаками сделали бросок на юг, чтобы узнать, что же там, за горизонтом. Они продвигались к Южному полюсу очень медленно, температура упала до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Бесконечные ветра рвали палатки. В первый день им удалось пройти всего 13 километров из-за непрекращающейся метели. [1] В последующие дни и того меньше. Мороз и метели обрушились на людей и собак со всей силой, но они продвигались вперед вплоть до 28 января. С огромным трудом достигли восьмидесятого градуса южной широты, пройдя двести пятьдесят километров. В точке с координатами  $80^{\circ}05'$  ю.ш. и  $156^{\circ}37'$  в.д. они подняли свой флаг с красным солнцем, зарыли в снег капсулу, приветствовали императора традиционным "банзай" и повернули назад.

В то время пока Сирасе с пятью товарищами продвигались к южному полюсу, корабль "Кайнан-Мару" вышел из залива "Китов", чтобы обследовать береговую линию Земли Короля Эдуарда VII.

Полярники прибрежной партии поставили цель исследовать склоны Хребта Александры. Они смогли подняться на 45-метровый ледяной склон и 24 января 1912 г достигли подножия хребта. Большая трещина помешала им добраться до вершины, поэтому они установили вымпел с японским флагом на деревянные стойки со следующей надписью: "Возведено 24 января 1912 в память о высадке прибрежной партии японской антарктической экспедиции"[2].

По возвращении прибрежной партии на корабль, "Кайнан-Мару" взяла курс на залив "Китов", где 3 февраля собрались все японские полярники. Сирасе и его спутники отправились в долгое путешествие домой.

Литература

1. Нобу Сирасе 1861-1946 биография. Электронный ресурс URL: <http://www.south-pole.com/p0000105.htm>
2. Целиков Дмитрий. Скотт, Амундсен и... Нобу Сирасе. Электронный ресурс URL: <http://feldgrau.info/2010-09-02-14-39-07/4390-skott-amundsen-i-nobu-sirase> (дата доступа 30.03.2017)
3. Японская Антарктическая экспедиция. Википедия. Электронный ресурс URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F) (дата доступа 30.03.2017)

**ЯПОНСКИЙ СЛЕД – ВОЗВРАЩЕНИЕ ДОМОЙ**

**Д.А. Беликова**

Научный руководитель доцент А.Т. Глухов

*Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Россия*

Японские полярники, преодолев 48 тысяч километров на корабле "Кайнан-Мару" и не потеряв ни одного человека, возвратились в Токио 20 июня 1912 г. Хотя им и не удалось покорить Южный полюс, все остальные задачи и цели были выполнены. Экспедиция Сирасе стала четвертой, пересекшей южную широту 80° и стала ещё одной блестящей страницей в истории покорения Антарктиды. Вместе с экспедициями Амундсена, Скотта и Шелктона получила мировое признание. На белом континенте осталась память о Сирасе в названии исследованной им земли: западный берег Земли Короля Эдуарда VII в настоящее время носит имя "Берег Сирасе." [3]

Японская экспедиция Сирасе записала кинохронику своего пребывания в Антарктиде. Эта технология была новой и передовой для того времени. В кадры кинохроники попали сцены тренировок на собачьих упряжках, движущиеся императорские пингины и даже праздничный стол, накрытый к Новому 1912 году. Кинохроника обеспечивает точный взгляд на Антарктиду, какой её видели 100 лет назад члены экспедиции Сирасе. "... они не стали первыми, тем не менее, они были одними из первопроходцев этой ещё неизведанной части Антарктики". "Экспедиция была явно новаторской для японской истории, истории, которая не блистала географическими открытиями, как это было в Европе" [1].

Подсчеты общей стоимости экспедиции показали, что расходы составили 125000 иен, значительно больше, чем 72000 иен собранные графом Окумой на благотворительных мероприятиях. Из государственной казны средства, выделенные Императорским Сеймом, так и не были перечислены. Лейтенант Сирасе оказался в долгах. Ему удалось продать свой корабль за 20000 иен и, таким образом, остаток своей жизни он провел в непрерывных поездках – в попытке собрать достаточно денег, чтобы погасить долг. Слава Нобу Сирасе была недолгой, и экспедиция была забыта. Причина забытой экспедиции кроется в том, что Сирасе стал жертвой неудачного времени и, внутригосударственных проблем и международных предрассудков. Большая часть материалов, опубликованных о японской антарктической экспедиции, была написана иероглифами и не была переведена на



английский язык. Были составлены два отчета: первый написан самим Сирасе, второй, “официальный отчет”, опубликованный Антарктической Ассоциацией. У этих публикаций были очень разные цели. Если Сирасе написал красочный рассказ, наполненный описанием приключений с целью собрать средства от продажи книги для погашения долга, то у Антарктической Ассоциации цель была иной – подробный отчет о научных исследованиях. Книга Сирасе имела ограниченную аудиторию читателей, поэтому было продано всего несколько экземпляров [2]. Кроме того, Граф Окума, бывший премьер-министр Японии, так много сделавший для успеха экспедиции, использовал имя Сирасе для восстановления своего потерянного политического влияния. Как только ему это удалось, Сирасе тотчас стал не нужен и лишился влиятельного покровителя.

За пределами Японии достижения Сирасе оценивались Европейскими показателями:

- продолжительностью времени пребывания в Антарктиде;
- численностью, квалификацией и составом членов экспедиции;
- насколько далеко экспедиция продвинулись вглубь континента;
- количеством новых открытий;
- количеством прочитанных научных докладов;
- результативностью экспедиции по поставленным целям;
- и другие показатели.

Каждая из трёх экспедиций, стартовавших к Южному полюсу, была уникальна сама по себе, и каждый руководитель и участники были уникальны в своём собственном праве. Их достижения и неудачи нельзя оценивать по какой-то стандартной шкале. Однако следует отметить, что из трёх экспедиций две добрались до полюса, одна - нет, одна экспедиция полностью погибла, две вернулись, из вернувшихся – у одной не погиб ни один человек, другая потеряла нескольких [2].

Любая экспедиция требует не только личного мужества руководителя и участников, но и финансовую поддержку своей страны, неважно сделаны ли великие географические открытия или нет. Героическая эпоха требует многолетних усилий по разработке планов и большие суммы денег для выполнения поставленных задач. И ни одна экспедиция не должна быть исключена из должного внимания.

Сирасе стал в Японии новым видом национального героя и образцом для подражания. Он не был воином или завоевателем или политическим деятелем, но был совершенно обыкновенным человеком, который совершил свой путь посредством неустанной решимости и мужества. Эта характеристика может быть применена к любому исследователю, который отважился держать путь в Антарктиду [2].

Сегодня в городе Nikaho, где родился полярник Сирасе, есть музей Японской Антарктической экспедиции под руководством лейтенанта Нобу Сирасе. Кроме того, в состав флота Японии входит научно-исследовательское судно Shirase.

Япония помнит своего героя.

### Литература

1. Нобу Сирасе 1861-1946 биография. Электронный ресурс URL: <http://www.south-pole.com/p0000105.htm>

2. Целиков Дмитрий. Скотт, Амундсен и...Нобу Сирасе. Электронный ресурс URL: <http://feldgrau.info/2010-09-02-14-39-07/4390-skott-amundsen-i-nobu-sirase> (дата доступа 30.03.2017)
3. Японская Антарктическая экспедиция. Википедия. Электронный ресурс URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F) (дата доступа 30.03.2017)

### ИССЛЕДОВАНИЯ ТОМСКИХ ПОЛИТЕХНИКОВ В ИЗУЧЕНИИ АРКТИКИ

**В.С. Бучельников**

Научный руководитель доцент Г.М. Иванова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Несмотря на труднодоступность и суровые климатические условия, русские мореплаватели начали изучать моря Северного Ледовитого океана уже в XI веке. Хотя открытие Арктики произошло давно, но из-за тяжелых, неприспособленных к жизни людей условий, Арктика до сих пор недостаточно изучена.

С созданием в Томске технологического института (ТТИ, ныне ТПУ) и появлением его первых выпускников-инженеров в 1906 г., политехники начали активное освоение Крайнего Севера. Выпускники, ощущая себя коренными жителями Сибири, стали разрабатывать технические карты её промышленного освоения и добычи сырья. Результатом одного из проектов стало развитие Северного морского пути, ключевым пунктом которого стал город Норильск. Первооткрывателем крупнейшего в мире медно-никелевого Норильского месторождения и основателем одноименного города является выпускник Томского технологического института, горный инженер Николай Николаевич Урванцев. Он возглавил геолого-поисковые работы на Севере Якутии. Им были найдены и обследованы месторождения каменного угля, а также было открыто уникальное Норильское медно-никелевое месторождение, за что он был награжден орденом Ленина, а его длительная работа в тяжелых условиях Севера была отмечена званием «Почетный полярник СССР» [4].

Сегодня Норильск – крупнейший горно-металлургический комбинат высокой технологической оснащенности. Магматический генезис Норильских медно-никелевых месторождений, особенности их образования и формирования, выявленные в те годы, до сих пор являются основными критериями для поисков и открытия новых месторождений не только в Норильском районе, но и в пределах всего Таймыра.

Большой вклад в исследования Арктики внёс профессор Владимир Афанасьевич Обручев - выдающийся русский ученый с мировым именем, геолог, палеонтолог, географ и писатель. В 1901-1912 гг. Обручев работал в ТТИ (ТПУ) и был первым деканом его горного отделения. Одной из основных тем исследований являлось изучение оледенения и вечной мерзлоты в Сибири. В знаменитой книге Обручева – научно-фантастическом романе «Земля Санникова», Арктике уделено большое внимание.

Последователем В.А. Обручева стал его сын Сергей Владимирович Обручев, выпускник Томского реального училища, исследователь Северо-Восточной Сибири.

Он совершил три больших экспедиции в Арктику в 1926, 1928-1930 и 1934-1935 годах. Им было обосновано существование Тунгусского угольного бассейна, обнаружен хребет Черского, самый высокий в Северной Сибири и последний великий хребет, открытый в Северном полушарии, нанесена на карту Колыма с притоками; благодаря его исследованиям в Чаунском районе Чукотки было обнаружены месторождения олова. Благодаря ему неизведанная ранее территория Севера Сибири вошла в народное хозяйство нашей страны [3,5].

На этом освоение Арктики Томскими политехниками не прекратилось, более того, исследования продолжаются и сегодня. 15 сентября 2009 года два молодых инженера группы компаний «Инком» Дмитрий Сонькин (аспирант ТПУ) и Николай Образцов, около двух месяцев находившиеся в служебной командировке на борту научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов», вернулись из арктических широт и представили творческий отчет журналистам. Это событие состоялось в пресс-центре «Интерфакс», на его открытии присутствовал ректор ТПУ, П.С. Чубик. Молодым ученым удалось установить новые аппаратно-программные комплексы сбора и передачи метеоданных «АПК-Метео-К» (автоматизированную систему ввода, хранения и обработки метеоданных, спутниковые приемо-передающие антенны и др. Ими были смонтированы ГЛОНАСС/GPS-антенны для отслеживания движения самого судна, выполнялись вспомогательные и сопутствующие работы, включая такие, как перегрузка с «Сомова» на площадки «зимовщиков» доставленной для них провизии, оборудования, ЗИПов к нему и всего прочего [1,2].

23-26 ноября 2016 года ведущие мировые исследователи Арктики в Томском политехническом университете подписали резолюцию о создании в вузе Международного арктического сибирского научного центра (МАСНЦ). Подписи под резолюцией поставили ключевые спикеры проходившего в ТПУ Международного арктического форума. В резолюции ученые подвели итоги форума, особо отметили планы дальнейшего укрепления сотрудничества по грандиозным вызовам геонаук и высказали намерение создать в ТПУ Международный арктический сибирский научный центр. Документ подписали академик РАН, вице-президент РАН и Председатель Дальневосточного отделения РАН Валентин Сергиенко; профессор ТПУ, научный руководитель Международной Лаборатории изучения углерода арктических морей, член-корреспондент РАН Игорь Семилетов; действительные члены Шведской Королевской Академии наук и Нобелевского комитета профессор Стокгольмского университета (Швеция) Орьян Густафссон и профессор факультета морских наук Гетеборгского университета (Швеция) Лейф Андерсон; заместитель директора Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова Леопольд Лобковский; профессор, старший преподаватель школы наук о Земле и окружающей среде Манчестерского университета (Англия) Барт ван Донген; профессор ТПУ и Университета Аляски Фэйрбенкс, обладатель гранта Российского научного фонда Наталья Шахова; преподаватель Амстердамского университета, обладатель гранта ERC-Starting Grant Йорин Вонк; исследователь Болонского Института Морских Наук (Италия) Томмасо Тези [6].

Также 21-24 ноября 2016 года в ТПУ прошел Международный форум, посвященный изучению биогеохимических последствий деградации вечной мерзлоты в Северном Ледовитом океане, где особое внимание было уделено Восточно-Сибирскому шельфу – самому широкому и мелководному шельфу Мирового океана. У данном форуме приняли участие ученые из 12 университетов и институтов России, Швеции, Нидерландов, Великобритании, США и Италии.

Кроме того, в ТПУ разработан автономный подводный аппарат (АНПА) «Платформа», который году прошел успешные испытания в Восточно-Сибирском море. Он предназначен для изучения процессов в арктическом шельфе, влияющих на изменение климата планеты. Испытания проводились в ноябре 2016 года в ходе арктической экспедиции на судне «Академик М.А. Лаврентьев» [6].

Арктика была и до сих пор остается притягательной территорией для ученых-исследователей. Уникальность её расположения на земном шаре, нетронутая природа и огромные запасы полезных ископаемых делают её привлекательной и для других стран. Таяние льдов и общее потепление климата, в будущем смогут сделать Северный Ледовитый океан важной транспортной магистралью, соединяющей Европу, Азию и Америку.

#### Литература

1. <http://incom.tomsk.ru>
2. Геоэкономические процессы в Арктике и развитие морских коммуникаций. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2014. 266 с.
3. Вклад Томского политехнического университета в развитие минерально-сырьевой базы страны / Школа первооткрывателей. – Томск., 2011.
4. Н.Н. Урванцев. У истока Норильска / Н.Н. Урванцев // Политехник. – 2001.
5. Полярная библиотека / Сергей Обручев/ На самолете в восточной Арктике: Ленинград: Издание Всесоюзного арктического института. – 1934.
6. <http://news.tpu.ru>

#### **СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ. ЭКСПЕДИЦИЯ БРУСИЛОВА**

##### **В.С. Вознесенская**

Научный руководитель доцент Л.И. Дубровская

*Научный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

На протяжении многих лет арктические территории были предметом споров и разногласий в мировой геополитике. Развитие арктических держав происходило в атмосфере соперничества и борьбы за первенство в открытии территорий. Сегодня геополитические разногласия в арктическом регионе регулируются рядом нормативных актов, таких как акт по предотвращению загрязнения арктических вод (1970), конвенция ООН по морскому праву (1982) или акт об океанах (1996) [3]. И все же вопросы освоения и использования арктических территорий сегодня стоят на одном из первых мест. Это связано как с поиском новых ресурсов, так и с научными интересами мирового сообщества. Одним из векторов арктического развития является освоение судоходных путей северного ледовитого океана – СМП (северный морской путь) и СЗП (северо-западный морской путь).

Наибольший вклад в развитие СМП на протяжении многих лет вносит Россия. Уже в конце XIX начале XX в. была ясна важность этого морского пути вдоль побережья Сибири. Для изучения СМП был снаряжен ряд экспедиций: плавание А. Норденшельда на пароходе «Вега» (1878-1879), Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана (1909 - 1915), экспедиции Седова (судно – «Святой великомученик Фока»), Русанова (судно – «Геркулес», Брусилова (судно – «Святая Анна»), начавшиеся в 1912 году [9, 12].

А. Норденшельд стал первым европейцем, прошедшим Северным морским путем из Атлантического в Тихий океан. А Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана доказала возможность прохода Северным морским путем от Владивостока до Архангельска [7]. Но не все экспедиции были удачными, из трех, отправившихся в плавание в 1912 году кораблей, вернулся только «Святой Фока». При этом экспедиция Седова должна была достигнуть Северного полюса, а целью экспедиций Брусилова и Русанова было найти высокоширотный путь с западной части России на восток по Северному Ледовитому океану [5, 6, 7].

Русанов, в своих поисках опирался на существовавшее тогда мнение о продолжении Гольфстрима к востоку от Новой Земли (А. И. Воейков) и существовании свободного ото льда полюсного пространства (Д. И. Менделеев) [6]. Экспедиция на «Святой Анне» помимо этого, основывалась на выводах самого Брусилова. Предполагается [1], что Брусилов, участвовавший в исследованиях в районе между Беринговым проливом и устьем реки Колымы на ледоколе «Вайгач» (1910-1911), где экспедиция не встретила ледовых затруднений, убедился в возможности перехода из Атлантического океана в Тихий путем Норденшельда.

Известно, что на «Геркулесе» производилось не только исследование Шпицбергена, но и гидрографические и гидрологические исследования ветвей Гольфстрима между Шпицбергом и Новой Землей [6]. На судне Брусилова велись метеорологические наблюдения, промер глубин и траление, попадающие в трал морские звезды, рачки, бокоплавы и рыбы заспиртовывались [10].

Обе экспедиции и Русанова, и Брусилова исчезли (спаслись В. Альбанов и А. Конрад), а ряд спасательных экспедиций, организованных в начале XX века, не дал практически ни каких результатов. Предположения о том, что произошло с экспедициями, говорят о гибели судов во льдах Арктики, а возможно уцелевшей команды – от голода, гибель экспедиции Брусилова, также связывается с началом первой мировой войны. Предполагается, что дрейфующая со льдами «Святая Анна» могла освободиться ото льда в районе Гренландии и попасть под атаку германской подводной лодки [5].

Согласно дневнику В. Альбанова [2], в октября «Святую Анну» прижало льдами к берегу Ямала, но уже через несколько дней припай оторвало и судно стало дрейфовать на север. Тогда никто не придавал значения происходящему т.к. считалось, что льды Карского моря не участвуют в дрейфе льдов Северного Ледовитого океана. Экипаж судна, считал, что летом «Святая Анна» освободится ото льдов и продолжит свое плавание. Однако следующим летом, «Святая Анна» не освободилась ото льдов не самостоятельно, не после попыток взрывов льда вокруг (порох на «Святой Анне» не подходил для подобных работ). Вторая зимовка расколола экипаж судна, и весной 1914 года 13 человек во главе с В. Альбановым покинули «Святую Анну» [1]. Из группы штурмана В. Альбанова выжили двое – сам штурман, и А. Конрад, три человека, вероятно, вернулись на судно. Судьба 13 человек, оставшихся на судне неизвестна и сегодня.

Неудачи экспедиций были обусловлены их плохой подготовленностью: и экспедиция Русанова, и экспедиция Брусилова снаряжались на пожертвования благотворителей [5,6]. Брусилов был вынужден экономить на экспедиции из-за высокой госпошлины на иностранные суда (первоначально для экспедиции предусматривалось два судна) [1]. А Русанов не взял достаточное количество провианта и техники из-за малого тоннажа «Геркулеса» [6].

Для освоения северного морского пути экспедиция Брусилова имеет большее значение, т.к. часть полученных данных были доставлены штурманом экспедиции

В. Альбановым на Большую Землю. Так, благодаря судовому журналу «Святой Анны», были получены данные о рельефе северо-западной части Карского моря, дрейфе ледников и характере морских течений. На основании таблиц морских глубин была выявлена морская впадина, названная желобом Святой Анны. А анализ дрейфа «Святой Анны» позволил В. Ю. Визе установить характер поверхностных течений в Карском море (статья 1924 г. «О поверхностных течениях в Карском море»), и предсказать существование суши между 78° и 80° с.ш. В дальнейшем, предсказанная суша оказалась островом, который был открыт экспедицией на ледоколе «Георгий Седов», и назван островом Визе [9]. Метеорологические наблюдения экспедиции Брусилова дали информацию о режиме до этого не исследованных районов. Кроме того, дрейф судна и пеший переход группы штурмана Альбанова опровергли существование островов ранее обозначенных на картах (Земля Петермана, Земля короля Осгора) [1]. Дневник штурмана В. И. Альбанова, освещающий путь их группы по дрейфующим льдам от «Святой Анны» до мыса Флора, несколько раз переиздавался в России и за рубежом под названием «На Юг, к Земле Франца-Иосифа».

Сегодня, продолжаются попытки отыскать «Геркулес» и «Святую Анну». И возможно, скоро они увенчаются успехом. Так в 2014 году, О. Л. Проданом [4] были обнародованы результаты современных исследований течений в районе последнего известного положения «Святой Анны». Выяснилось, что «Святая Анна» попала в циркуляционное течение Карского моря и двигалась от 82 до 84 градуса северной широты. Следовательно, останки корабля должны находиться в том же районе.

#### Литература

1. Алексеев А. А. По следам «таинственных путешествий»/ А. А. Алексеев, П. А. Новокшенов. – М.: Мысль, 1988. – 205.
2. Альбанов В. И. На Юг, к земле Франца – Иосифа. - Петроград : Типография Морского министерства, 1917. – 194.
3. Жилина И. С. Правовые аспекты развития Северного морского пути и Северо-Западного прохода как новой Арктической морской транспортной системы// Арктика и Север. – 2012. - № 7. – с. 8 – 21.
4. Загадка «Святой Анны» // Правда Севера газ. – 2014. – 9 июля.
5. Зобнин. А. Н. Во льдах 40-го меридиана (расследование причин гибели арктической экспедиции Г. Л. Брусилова// Арктика и Север. – 2012. - № 6.
6. Зобнин. А. Н. К вопросу о Северном морском пути в истории полярной экспедиции В. Русанова// Арктика и Север. – 2012. - № 8.
7. Зобнин. А. Н. Тайна пролива Неймайера// Арктика и Север. – 2013. - № 13.
8. Козьменко С. Ю. Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана (1910-1915гг.): Великое Географическое открытие и судьба Бориса Вилькицкого//Материалы VI научно-практической конференции «Арктика». – с. 42 – 47.
9. Магидович И. П. Очерки по истории географических открытий - Т.5 - Новейшие географические открытия и исследования/ И.П. Магидович. – М: Просвещение, 1985. – 224.
10. Саватюгин Л. Н. «...и с помощью божией все будет благополучно»/ Л. Н. Саватюгин, М. В. Дорожкина// Проблемы Арктики и Антарктики. – 2012. - № 3(92). – с. 110 – 118.



11. Чуракова О. В. Поиски пропавших арктических экспедиций Владимира Русанова, Георгия Седова и Георгия Брусилова в 1914-1915 гг./ О.В. Чуракова, А.Ф. Чурсанова// Труды Архангельского центра русского географического общества: сборник научных статей. – 2014. – № 2. – с. 247 – 252.
12. Юнтунен А. Северный морской путь – арктическая мечта// Геополитика и безопасность. – 2014. - № 2(26). – с. 8 – 21.

### **ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕГО ЧУВСТВА ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ВЫСШИМ ЦЕННОСТЯМ: ДОЛГА И СВОБОДЫ**

**А.А. Гришин**

Научный руководитель профессор В.В. Варава  
*Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия*

Для большинства людей покорение новых земель и возможность человеческого пребывания в сложных условиях, кажется, если говорить без преувеличения – детской забавой, однако это не так! Движение этноса, цивилизации, народа возможно не как покорение чего-то нового, в некоторых контекстах подчинения, но, и, как и умение постигать уже-имеющееся. Любая общность людей со времён первобытности нуждалась в свершениях, конечно советская идеология нагло эксплуатировала эти понятия, но без них существование нации, народа, и даже страны видится бесцельным и бессмысленным. Полит-технологи и руководители в медийной отрасли это поняли, поэтому кругом можно встретить информацию о тех или иных достижениях человека, иногда пустых, иногда стоящих. Общий интерес к спорту высоких достижений – яркое тому подтверждение. Однако подлинным в вопросе человеческих достижений является отношение человека и человечества к Земле. **Философы различных областей знания ставили вопрос о сути трансформации, как природного ландшафта, так и сути использования техники в вопросе сильной корреляции человеческого образа жизни.** Освоение природы – это данность, от которой, увы, никуда не уйдёшь! Обыватели сложно представляют себе вмешательство человека в переустройство природы вообще. Освоение Арктики – это не только проблема техническая, освоение Арктики – это проблема философская и общечеловеческая. Небрежное отношение к данному региону грозит не только экологической катастрофой для всего человечества, но и проблемой онтологической. В принципе две эти проблемы составляют одну суть – проблему выживания, однако проблема не совсем корректного освоения Арктики грозит ещё и тем, что человечество станет себя не совсем верно осмыслять. Что это даст? Сложно сказать, но, что точно - усугубит нравственные кризисы в различных точках планеты. Не надо считать, что разлив нефти, например, это чисто экологическая проблема. Нет, это и онтологическая проблема, и этическая одновременно. Человек, наносящий зло природе, наносит вред, на самом деле, себе. Эти слова могут показаться, на первый взгляд, каким-то эзотерическим учением, однако это не так! Профессионалы различного профиля от фундаментальных физиков и экологов, до психологов различных школ приходят к единому утверждению о взаимосвязи природы и человека. Говорит об этом и общее христианское богословие.

Регионы, где уровень общественного самосознания очень высок – люди понимают это. В нашей молодой стране, ступившей на демократический путь

развития, эти проблемы сложно осмысляются в данное время, однако надо отдать должное людям, ставящим вопросы нравственного освоения природных ресурсов и нравственного пребывания человеческого присутствия на девственных природных ландшафтах Севера.

Человечество как общность и группа людей как коммуникация могут качественно пребывать на незаселённых территориях Севера лишь в том случае, если нравственно подходят к вопросу понимания природы и человеческого присутствия в ней. Потребительская модель не может эффективно функционировать в экстремальных условиях человеческого общежития, где подчас от высших проявлений человеческого духа (характера) зависит жизнь и человека, и всей группы. Поэтому, говоря об Арктике, слова Долг, Свобода, Честь не являются идеологическими концептами, но являются атрибутом бытия человека. Их прагматическое применение усиливает и коммуникацию вообще, и способность общности, не только выдерживать вызовы сурового арктического климата, но и отвечать на них! Только лишь нравственная рефлексия оказывается способной сущностно повлиять и на жизнедеятельность человека в сложных условиях и сориентировать его в столь непростой системе координат, далёкой от общепринятой системы ценностей в капиталистических обществах.

Осваивать Арктику, безусловно, следует, так как, именно, Арктика является тем чистым и незасорённым концептом культуры, который необходим человеку. Однако следует при этом избегать излишней идеологизации, имевшей место в СССР. Советский человек, а точнее идея советского человека во многом формировалась по тем же неокантианским рельсам, которые прокладывал Фридрих Ницше. Человек в СССР – это борец, и если гражданин СССР – это не ницшеанский сверхчеловек, то точно что-то родственное. Более того, формирование идеи советского человека осуществлялась с привлечением концепта Арктика. Как я считаю, идея Арктики вообще не должна эксплуатироваться в угоду тех или иных умонастроений, однако, с помощью культурного концепта Арктика можно заставить человека задуматься о существенных вопросах своего существования, чего, к сожалению, мы не встречаем на примере современной культуры, идущей по пути бездумного потребления. В этой связи идея Арктики является той смыслообразующей структурой, которая может позволить человеку различного уровня культуры и воспитания более адекватно воспринимать окружающий его мир. Однако в этом вопросе личный выбор человека должен быть первичным. Нельзя никакой концепт использовать в качестве методологии обмана.

Арктика – это тот кусочек нашего материка и площадь Земли, которые ещё остаются чистыми и незагрязненными настолько, как окружающая нас среда и сфера личностных отношений между людьми.

### **БЕЛЫЙ КОНТИНЕНТ – НАЧАЛО ПУТИ**

**О.А. Гусева**

Научный руководитель доцент А.Т. Глухов

***Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г.Саратов, Россия***

Южный географический полюс, математическая точка, в которой ось вращения Земли пересекает ее поверхность. Эта точка находится не в центральной части материка Антарктиды, а ближе к ее тихоокеанскому побережью, в пределах ледяного Полярного плато на высоте 2800 м. Толщина льда здесь превышает 2000 м.

Минимальное расстояние до берега — 1276 км. Эти сведения стали тривиальным знанием о материке — Антарктида в XX веке. Во II же веке нашей эры сведения о том, что в южном полушарии нашей планеты должен находиться обширный материк, были лишь предположением греческого географа Птолемея. [1]

Начало исследованию Южно-полярной области положил знаменитый мореплаватель XVIII века Джеймс Кук, который в 1772—75 годах дважды менее чем на 300 км подходил к берегам Антарктиды. В 1820 году русская экспедиция Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева на кораблях “Восток” и “Мирный” подходила вплотную к берегам Антарктиды. Ими, в отличие от утверждений Джеймса Кука, было фактически доказано существование белого континента и проведены большие научные работы: изучались морские течения, температура воды, глубина дна, а также открыты 29 островов (Петра I, Александра I, Мордвинова и др.). В 1821—23 годах к Антарктиде подходили зверобой Палмер и Уэдделл. [3] Наибольших успехов в исследованиях ледяного побережья Антарктиды добилась английская экспедиция на кораблях “Эребус” и “Терар” под начальством Джеймса Кларка Росса и Фрэнсиса Крозье (с 1838 по 1843 год). Росс достиг  $78^{\circ} 10'$  южной широты. Он трижды зимовал за Полярным кругом. В 1841 году английской экспедицией Джеймса Росса был открыт шельфовый ледник (ледник Росса, откуда начинались пути к полюсу). Его внешний край представляет собой ледяной обрыв высотой до 50 м (барьер Росса). Россу принадлежит и честь открытия “ворот” на материк, единственное место, где преодолит великий ледовый барьер. Отсюда можно двигаться вглубь Антарктиды, к полюсу. [2] Интерес исследователей в то время к “шестой части света” возрастал с каждым десятилетием. Море Росса становится отправным пунктом всех антарктических экспедиций.

В 1895 году на антарктический берег впервые ступил ногой человек — австралиец норвежского происхождения Генрих Иоганн Булль. Три года спустя другой норвежский участник его экспедиции, Карстен Борхгревинк, остался здесь на первую в истории материка зимовку. [3] К концу XIX и началу XX века у берегов Антарктиды провели работы многие экспедиции, собравшие данные о глубинах, рельефе дна, донных отложениях, морской фауне. В 1901—04 годах английская экспедиция Роберта Скотта на судне “Дискавери” вела океанологические работы в море Росса. Участники экспедиции проникли вглубь Антарктиды до  $77^{\circ}59'$  ю. ш.

В море Уэдделла в 1902—04 годы производила океанологические исследования английская экспедиция Брюса. Французская экспедиция Ж. Шарко на судах “Франс” и “Пуркуа-Па” вела океанографические исследования в море Беллинсгаузена (1903—05 и 1908—10 год). [1] В море Росса зимовала английская экспедиция Э. Шеклтона (1907—09 год, участником которой был и Р. Скотт). Ими выполнялись океанологические и метеорологические исследования. Шеклтон совершил поход на южный магнитный полюс и сделал попытку дойти до географического полюса. Дошел до широты  $88^{\circ} 23'$  и, находясь в 179 милях от полюса, 9 января 1909 года из-за недостатка продовольствия повернул назад [3]. Эти экспедиции окончательно выяснили существование южного материка. Однако оставалась задача достижения Южного полюса и множество задач по исследованию физического состояния поверхности материка, наличия и динамики движения ледников, формирования погодных условий, состояния фауны и флоры и иных факторов, характеризующих открытый материк.

Литература

1. География. Краткие сведения из истории открытия и исследований Антарктиды. Электронный ресурс URL: <https://geographyofrussia.com/kratkie-svedeniya-iz-istorii-otkrytiya-i-issledovaniy-antarktity/> (дата доступа 29.03.2017)
2. Клуб 7 вершин. Антарктида. История исследования. Электронный ресурс URL: [http://7vershin.ru/articles/all/item\\_29/](http://7vershin.ru/articles/all/item_29/) (дата доступа 29.03.2017)
3. Geography7. История исследования Антарктиды. Электронный ресурс URL: <http://geography7.wikidot.com/history-of-antarctica> (дата доступа 29.03.2017)

**ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕДОКОЛОВ В ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ**

**Д.А. Знаменщиков**

*Томская Торгово-промышленная палата, г. Томск, Россия*

Ледокол – судно вспомогательного флота, основной задачей которого является поддержание навигации в зимнее время путем прокладывания во льдах судоходных каналов, освобождения судов изо льда и проводки их по проложенному каналу.

Первый русский ледокол, был переоборудован из английского буксирного парохода “Пайлот” для проводки торговых судов по Балтийскому морю купцом М.О. Бритневым в 1864 году. В 1868 году М.О. Бритнев построил ледокольные буксиры “Бой” и “Буй”.

В 1870-х годах построено несколько десятков ледоколов для обеспечения навигации в пределах портов. В связи с расширением полярных исследований, борьбой за покорение Северного полюса и увеличением оборота портов России, возникла необходимость постройки судна, способного ломать арктические льды.

В ноябре 1897 г. была создана комиссия для разработки чертежей ледокола, в работе которой принимали участие вице-адмирал С.О.Макаров, Д.И. Менделеев. Вскоре был объявлен конкурс, которая выиграла английская фирма “В. Г. Армстронг и К<sup>о</sup>”. 4.03.1899 г. построенное судно вошло в гавань Кронштадта. Ледокол назвали “Ермак”. Основные данные “Ермака”: длина 97,5 м, ширина 21,64 м, осадка 8,55 м; водоизмещение 8730 т; скорость 14 узлов; ледопробитость 0,8–1,6 м; экипаж 115 человек. Вскоре состоялись и первые научные экспедиции, организованные С. О. Макаровым. Первое плавание продолжалось с 29.05 по 14.06 1900 года в районе Шпицбергена. Еще один поход состоялся в период с 16.05 по 1.09 1901 г. в район Новой Земли. Сделаны два рейса к Земле Франца-Иосифа, составлена карта Новой Земли, собрано большое количество материалов, проведены научные исследования. В октябре ледокол передали в ведение Комитета по портовым делам и до 1934 г. занимался обслуживанием торговых портов. В 1938 г. ледокол участвовал в эвакуации полярников станции “Северный полюс-1” под руководством И. Д. Папанина. В период войны ледокол переоборудован во вспомогательный крейсер и защищал морские порты. После войны выполнял разные задачи - проводил суда в Арктике, освобождал затертые льдами суда, помогал геологическим партиям. В конце 1962 г. он совершил свой последний рейс в Арктику, из которого вернулся в Мурманск. 23 мая 1964 г. был подписан приказ о списании “Ермака” и его разрезали на металлолом.

В 1916 году та же фирма построила для России ледокол похожий на “Ермак”, но более мощный, названный “Святогор”. Его приписали к порту Архангельск. В 1 мировую войну был захвачен англичанами, но после войны выкуплен Россией и

переименован в “Красин”. Всемирную известность “Красину” принесло участие в экспедиции по спасению экипажа дирижабля “Италия”, который, возвращаясь из полета к Северному полюсу под командованием У. Нобиле, 25.05.1928г. потерпел катастрофу в районе архипелага Шпицберген. Позже, 24 августа ледокол вышел на поиски самолета Р. Амундсена, пропавшего без вести. Этот поход принес и другие важные результаты. Советский Союз получил международное признание как государство, влияющее на развитие Арктики. С 1929 года “Красин” обслуживал Карскую товарообменную экспедицию для доставки в Сибирь товаров и вывоза сырья. В 1934 году прошел Северным морским путем из Мурманска на Дальний Восток, где встретил войну. В 1954 году ледокол передали в состав Мурманского арктического пароходства. В 1972 году ледокол передан Министерству геологии СССР для экспедиций на Землю Франца-Иосифа и Шпицберген. В настоящее время ледокол стоит на вечной стоянке набережной Лейтенанта Шмидта в Санкт-Петербурге.

В 1930-х годах началось активное использование Северного морского пути. В 1935 году в СССР начата постройка 4 дизель-электрических ледоколов – “И.Сталин”, “В.Молотов”, “Л. Каганович” и “А. Микоян”. По конструкции суда повторяли “Красин”, но были на 7 м длиннее и на 1,5 м шире. В первый рейс ледокол “И.Сталин” вышел 23 августа 1938 г. для оказания помощи ледокольному пароходу “Г. Седов”. За выполнение этой операции 3.02.1940 года ледокол “И.Сталин” награжден орденом Ленина. В следующем году ледокол совершил второй рейс, пройдя два раза за одну навигацию весь Северный морской путь. С 17 августа по 7 сентября 1940 года ледокол впервые в истории обеспечил переход Северным морским путем подводной лодки Щ-123, из Кольского залива на Дальний Восток. В феврале 1939 г. построен ледокол “Л. Каганович”. Ледоколы “А. Микоян” и “В. Молотов” вошли в строй в конце 1941 г. и сразу же приняли участие в боевых действиях в качестве вспомогательных крейсеров, осуществляя проводку на север военных кораблей. После войны ледоколы “И.Сталин”, “В.Молотов”, “Л. Каганович”, “А. Микоян” работали на севере, проводя суда по трассе Севморпути. Были списаны на слом в 1967-1970 годах.

25.08.1956 г. на судостроительном заводе в Ленинграде начато строительство первого в мире атомного ледокола “Ленин”. 29.04.1960 г. ледокол “Ленин” прибыл в порт приписки Мурманск. Данные ледокола “Ленин”: длина 134 м, ширина 27,6 м, осадка 10,5 м, водоизмещение 16 800 т, мощность 44 000 л. с., скорость 19,6 узлов, экипаж 210 человек. Данный ледокол преодолевал льды толщиной 2 метра со скоростью 2 узла. Первая арктическая навигация атомохода “Ленин” началась 19 августа 1960 г. и продолжалась 3 месяца и 10 дней. Ледокол прошел 10 тысяч миль, проведя 92 судна. В 1970 г. атомоход “Ленин” возглавил эксперимент по продлению навигации в Арктики, в котором участвовало несколько ледоколов. Это дало начало продлению перевозок в Карском море, которые вскоре стали круглогодичными. За большой вклад в обеспечение арктических перевозок и использование атомной энергии в мирных целях 10.04.1974 г. ледокол награжден орденом Ленина. В апреле 1976 г. состоялся первый рейс ледокола “Ленин” вместе с теплоходом “Павел Пономарев” к берегам полуострова Ямал по доставке грузов разведчикам нефти и газа. В 1989 г. ледокол “Ленин” совершил свой последний рейс в Арктику. За 30 лет ледокол прошел 650 000 миль. 5.05.2009 г. ледокол поставлен на вечную стоянку в Мурманске.

Ледокол «Арктика» стал первым в серии из шести атомных ледоколов проекта 10520 (“Арктика”, “Сибирь”, “Россия”, “Советский Союз”, “Ямал”, “50 лет

Победы”). Строительство этих ледоколов началось в 1972 г., а завершилось в 2007 г. Их главные задачи – обслуживание Северного морского пути, а также проведение различных экспедиций в Арктике. Атомоход “Арктика” был заложен 3 июля 1971 г. на Балтийском заводе в Ленинграде, спущен на воду 26 декабря 1972 г. и 25 апреля 1975 г. принят в эксплуатацию. Основные технические данные – водоизмещение 23 460 т, длина 148 м, ширина 30 м, осадка 11 м, силовая установка – 2 ядерных реактора по 75 000 л. с., скорость 20,8 узлов (во льду толщиной 2 м – до 3 узлов), экипаж 115 чел. 1 мая 1975 г. атомный ледокол “Арктика” прибыл в порт приписки Мурманск. 7 мая судно вышло на испытания к устью Енисея. С 1977 г. ледокол принимает участие в зимних плаваниях к полуострову Ямал для проводки судов снабжения газовиков. Историческим событием в истории освоения Арктики и в мировом мореплавании стал поход атомного ледокола к Северному полюсу, задачей которого являлось определение возможностей атомных ледоколов осуществлять высокоширотное плавание. 11 августа “Арктика” обогнул архипелаг Новая Земля, достигнув меридиана 130° и взял курс на Северный полюс. Несмотря на сложную ледовую обстановку, движение осуществлялось с опережением графика. Разведку маршрута обеспечивал самолет Ил-14. 17 августа 1977 г. в 4 часа утра, завершив трудное плавание сквозь паковые льды, ледокол “Арктика” достиг вершины планеты. За 7 суток и 8 часов он прошел 2528 миль. Впервые в истории человечества надводное судно достигло Северного полюса Земли, где был водружен Государственный флаг СССР. На льду состоялся митинг. Исторический поход завершился в Мурманске 23 августа. Ледокол был награжден орденом Октябрьской Революции. В последующие 15 лет ледокол работал в Арктике, обеспечивая сообщение на всей трассе Северного морского пути, пройдя при этом 600 000 миль. В 1998 г. “Арктика” впервые осуществила проводку через Северный полюс судна “Поларштерн”. В 2005 г. он прошел миллионную милю со дня ввода в строй. В 2008 г. ледокол “Арктика” выведен из эксплуатации.

В настоящее время навигацию в Арктике обеспечивают четыре атомных ледокола – “Таймыр”, “Вайгач”, “50 лет Победы” и “Ямал”. Кроме них работает 20 дизель-электрических ледоколов. Восстановление активного судоходства на Северном морском пути требует увеличения числа атомных ледоколов. Значение ледоколов возрастает в условиях обострившейся международной конкуренции в борьбе за ресурсы арктического шельфа.

### **МУЖЕСТВО И ГЕРОИЗМ РОБЕРТА СКОТТА**

**М.И. Колодная**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Арктика – суровый и неизведанный край, отторгающий человека в своих экстремальных условиях. От первооткрывателей Арктики потребовались мужество, сила духа, воля, устремленность к неизведанному, стремления открыть человечеству эту загадочную и опасную землю – Арктику. Это были сильные и смелые люди и среди них выдающийся исследователь Арктики – Роберт Скотт.



Роберт Фолкон Скотт – английский исследователь Антарктиды, моряк, капитан I ранга, национальный герой Великобритании. Он вырос в многодетной семье (шесть человек) среднего достатка. В 1880 году Скотт поступил на военный флот. С раннего возраста Роберт Скотт был слаб здоровьем, вспыльчив и ленив; но упорно занимался спортом, развивал силу и выносливость, воспитывал в себе волю, выдержку и аккуратность. После окончания колледжа нес службу на разных кораблях, а в 1886 году был направлен в Вест-Индию, где познакомился с К. Маркемом, президентом Королевского географического общества [4].

В начале XX века наша планета уже на 90 % была освоена, и оставалось мало неизведанных географических мест. Основной целью путешественников, первопроходцев и храбрых людей со всех уголков земли были Южный и Северный полюса. Попытки освоить неизвестные точки были, но безуспешны. Одной из такой потерпевший неудачу попыткой была национальная антарктическая экспедиция 1901-1904 годов. По рекомендации К. Маркема в июле 1901 года Роберт Скотт повел корабль «Дискавери» к южному полюсу. Данная экспедиция так и не достигла Южного полюса, спасаясь и сохраняя свои жизни.

За это время экспедиции удалось сделать ряд открытий. В 1902 году он исследовал весь западный гористый берег Земли Виктории, проплыл вдоль всего Ледяного барьера Росса до его западного края и открыл «Землю Эдуарда VII» (оказавшуюся полуостровом). В конце 1902 года Скотт продолжил открытие шельфового ледника Росса: по его восточной окраине, страдая от голода и цинги, проделал почти 1200 километра в оба конца. На этом пути он проследил Трансантарктические горы на протяжении 600 км и выявил в них шесть глетчеров. В конце 1903 года Р.Ф. Скотт открыл первый антарктический оазис (свободную от льда и снега долину), колонии пингвинов на мысе Крозье и прошел по высокогорному плато Земли Виктории около 500 километров. Членам экспедиции удалось достигнуть  $82^{\circ}11'$  ю. ш., которая никем ранее была не изведена. В общем экспедиция доставила обширные научные результаты в области физической географии, биологии, геологии, метеорологии, земного магнетизма и явилась важной вехой в истории британского проникновения в Антарктику [1].

Вернувшись с экспедиции Роберт Скотт получил известность и множество наград. Но идею первым покорить Южный полюс не оставил. Он решает организовать экспедицию, и 3 сентября 1909 года делает официальное заявление о том, что главная цель экспедиции – достигнуть Южный полюс. При подготовке было много трудностей и затрат. Экспедиция стала фактически частным предприятием при очень незначительной государственной поддержке. Чрезвычайно трудно было привлечь необходимое финансирование; Скотт выцарапывал деньги буквально по копейке. Но несмотря на это, 15 июля 1910 года судно под названием «Терра-Нова» Британской антарктической экспедиции отплыло из Кардиффа в направлении Антарктиды. На судне «Терра-Нова» отправилось 65 человек. Команда судна состояла из 6 офицеров и 26 матросов — в Антарктике они не зимовали. В береговой партии участвовало 7 офицеров, 14 человек вспомогательного персонала и 12 учёных. Среди них были зоолог, биолог, физик, геологи, метеоролог, замечательный фотограф и другие — такого внушительного научного десанта Антарктида ещё не видела. Стоит отметить, что по своим научным результатам и объёму проведённых исследований и полученных данных экспедиции Скотта не было равных ни до, ни после неё.

После того как участники экспедиции высадились на мысе Эванса в Антарктиде, возвели деревянный дом для зимовки. Спустя почти 10 месяцев к

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

---

полюсу двинулась первая группа на моторных санях, через неделю – вторая на лошадях, после группа с собаками. Дорога была сложной, первыми вышли из строя сани, затем лошади закончили свой путь и пошли на заготовку мяса. Собаки выдержали путь длиннее и сдались у подножия ледника Бирдмора. Дальше путь продолжили только люди. Они тащили тяжело нагруженные сани, преодолевая многочисленные трещины и торосы по изрезанной поверхности ледника, в глубоком сыпучем снегу.

4 января 1912 года последняя вспомогательная партия рассталась со Скоттом. И к полюсу двинулись 5 человек: Роберт Скотт, Эдвард Уилсон, Генри Боуэрс, Лоуренс Отс, Эдгар Эванс. В этот день их видели последний раз живыми.



*Рис. Трудности открытий: Роберт Скотт, Эдвард Уилсон, Генри Боуэрс Лоуренс Отс, Эдгар Эванс*

17 января 1912 года Скотт и четверо его товарищей наконец достигли полюса и обнаружили, что они опоздали. Случилось то, чего Скотт опасался, но что он предвидел — Руаль Амундсен прибыл сюда первым. Они увидели следы лыж и палатку норвежцев, в которой обнаружили записку от Амундсена, в котором он сообщал, что покорил полюс месяцем раньше и просил сообщить об этом норвежскому королю в случае его гибели.

Настроение всей команды сильно упало, британцы были подавлены утратой первенства, ведь кому, как не Скотту, уже побывавшему здесь десять лет назад, принадлежало право закончить начатое. Но делать было нечего — после проведения необходимой программы наблюдений и навигации, предстояло отправиться в обратный путь. 18 января перед тем, как отправиться назад, они сделали последнюю фотографию, где мы можем увидеть всех пятерых — они не в лучшей форме, но выглядят по-прежнему достаточно здоровыми, до сих пор бреют лица и не намерены сдаваться.

С каждым днем полярная зима становилась суровее, температура падала. Участники группы все больше страдали от обморожений и истощения. Темп движения замедлялся до 4 миль в день. 17 февраля по дороге назад покинул жизнь один и участников экспедиции - Эдгар Эванс. 17 марта после серьезных

обморожений Лоуренс Отс, считая себя обузой, вышел в метель и не вернулся. Их осталось трое. Погода ухудшилась катастрофически. 20 марта началась свирепая пурга, и они остановили свое продвижение [3].

Палатку и три мертвых тела нашли 12 ноября 1912 года. Тела Уилсона и Боуэрс лежали в застёгнутых спальнях мешках, Скотта нашли в раскрытом спальном мешке — очевидно, он умер последним, позаботившись напоследок о своих товарищах. Также нашли их дневники и письма, которые стали свидетельствами неизмеримого мужества и стойкости, отваги и настоящей дружбы.

Роберт Скотт погиб героем. Он оставил письмо жене и сыну, вот строчки из него: «Заинтересуй сына естественными науками, если сможешь. О, моя дорогая, моя дорогая, как я мечтал о его будущем. И все же, моя девочка, я знаю, что ты справишься. Ваши портреты найдут у меня на груди» [2].

#### Литература

1. Антарктическая трагедия. Общественно-политический журнал «Планета». Электронный ресурс. URL: <http://planeta.by/article/874>;
2. Дневник Роберта Скотта. Электронный ресурс. URL: <http://robertscott.ru/>;
3. Скотт Р. Экспедиция к Южному полюсу. 1910—1912 гг. Прощальные письма / Пер. с англ. В. А. Островского, Под ред. М. Г. Деева. — Москва: Дрофа, 2007. — 559 с.;
4. Скотт // Большая Советская Энциклопедия / Главный редактор: Прохоров А. М. — 3-е. — Москва, 1976. — Т. 23. Сафлор — Соан. — 640 с.

#### **Ф. НАНСЕН: АРКТИКА – СТРАНА ЛЕДЯНОГО УЖАСА**

**А.Е. Каташова<sup>1</sup>**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько<sup>1</sup>,  
Консультант И.Д. Смилевец<sup>2</sup>, участник экспедиций к Северному и Южному полюсам  
<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*  
*г. Томск, Россия,*

<sup>2</sup>*Русское географическое общество, Союз писателей России,*  
*г. Энгельс Саратовской области*

Фритьоф Нансен – норвежский зоолог, политик и общественный деятель. Он известен многочисленными географическими открытиями, созданием такой науки, как океанография (изучение морей и океанов). В истории освоения Арктики его исследования имели большое значение, составляя целостное представление об этой территории. Но современные источники редко упоминают его достижения, в большей степени внимание общества акцентируется на более поздних исследователях, преимущественно из России.

Первым важным путешествием стала норвежская полярная экспедиция, руководителем которой и являлся Нансен. Она проходила с 1893 по 1896 года на парусно-моторном корабле «Фрам» [1]. Цель экспедиции – исследование высоких широт Арктики и достижение географического Северного полюса. Корабль долгое время дрейфовал по паковым льдам. Эти льды толщиной от трех и более метров, наплывая на льды меньших размеров, разламывали их и создавали новые препятствия для движения корабля. Современное фото подобных льдов приведено ниже (рис.). В связи с этим Нансен принял решение добираться до Северного полюса самостоятельно вместе с членом его команды – Я. Юхансенем. Выбор средства передвижения он сделал исходя из опыта общения с эскимосами. Таким

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

---

образом, 6 апреля 1895 года исследователи добрались до 86° 13.6' с. ш. при помощи собачьих упряжек и каяков. До Северного полюса им не удалось добраться, но на тот момент этой широты не достиг не один человек, это было мировым прорывом. Кроме того, они убедились в том, что в районе Северного полюса нет суши, но имеется океанский бассейн.



*Рис. Фото из личного архива И. Д. Смилевца. Арктика*

После этого Нансен и Юхансен поворачивают к Земле Франца-Иосифа. Остров они достигли спустя пять месяцев. Погодные условия были суровей, чем они предполагали, что больше осложняло их движение. На острове они прожили девять месяцев в маленькой каменной хижине. На следующий год они продолжили свое движение в южном направлении и спустя месяц встретили английскую научную экспедицию, которая работала на Земле Франца-Иосифа под руководством Ф. Джексона. Уже через два месяца экспедиция Джексона доставила Нансена и Юхансена в северный порт Норвегии - Вардё. Одновременно с этим «Фрам» сбрасывает остатки льда недалеко от Шпицбергена и отправляется в том же направлении. Через неделю корабль причалил в северный порт Норвегии, где уже все двенадцать членов экипажа начинают свое знаменитое шествие по Норвегии, на юг к столице.

Результаты данной экспедиции значительно дополнили информацию о территории Арктики. Было открыто несколько островов, глубоководный бассейн, являющийся продолжением Атлантического океана, обнаружены морские глубины около 4 км. Во время плавания проводились регулярные метеорологические обследования, результаты брались каждые четыре часа, если позволяли погодные условия, то чаще. Обобщенные климатические показатели еще долгое время использовались при исследованиях в качестве справочного материала. Также стоит отметить, что это первая полярная экспедиция XIX века, в ходе которой не было потеряно ни одного человека.

Впоследствии Нансен совершил еще одну экспедицию через Арктику в Сибирь и на Дальний Восток, но она не имела явной научной цели, Нансен был приглашен на нее из-за его огромного опыта и знаний, которые не раз были полезны всему экипажу. Позже, в выпущенной книге «Через Сибирь» Нансен называл

Арктику «Страной ледяного ужаса» [3]. Вернувшись с Дальнего Востока, Нансен выступал с докладом в чрезвычайном собрании Русского географического общества в Петрограде [2]. Он говорил о том, что путь через Карское море к Сибири станет одним из самых дешевых способов выхода к «богатствам Сибири». Он представлял, что, возможно, в скором будущем «небольшие аэропланы» будут исследовать с неба вечные льды и снега и передавать данные «радиостанциям», с помощью которых корабли смогут смело двигаться к Оби и Енисею. Тем самым он предугадал использование беспилотных летательных аппаратов и средств дистанционного зондирования Земли, основываясь лишь на собственных догадках.

### Литература

1. Информационный портал «География». Электронный ресурс. URL: <https://geographyofrussia.com/fritof-nansen-otkrytiya-v-centralnoj-arktike/>
2. Нансен Ф. В страну будущего: Великий Северный путь из Европы в Сибирь через Карское море: с портретом автора, 155 рисунками и 3-мя картами / Фритъоф Нансен; авториз. пер. с норвеж. А. и П. Ганзен. - Петроград: издание К. И. Ксидо, 1915. - 454 с., 1 л. фронт. (портр.), [51] л. ил., к.; 25.
3. Нансен Ф. Через Сибирь. — М.: Издательство «Игра слов», 2011. — 304 с.: 16 с. ил.

### **ОБИТАТЕЛИ МОРСКИХ ГЛУБИН И ШЕЛЬФА ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА**

**А.С. Мишунина**

Научный руководитель доцент К.М Минаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Арктика находится на значительном удалении от большой суши и населенных городов, но именно этим она и привлекает свои взоры. Узнать о жизни Арктики, о ее водах, животных и людях живущих на этих землях возможно лишь благодаря путешественникам и редким очевидцам. Жизнь в мире льдов это работа в самых отдаленных и неблагоприятных местах на планете.

Проблема раздробления полярных регионов широко освещается среди ученых и популяризируется в прессе. Учеными «Нэшнл деографик» предоставлены неопровержимые доказательства, что в полярных регионах потепление происходит в несколько раз быстрее, чем в остальных частях планеты. Если мы потеряем лед, мы рискуем потерять целую экосистему. Морской лед формирует самую основу пищевой цепочки, от которой зависят полярные виды. Это то же самое, что почва для сада [1].

Кто же обитает в глубинах Северного Ледовитого океана и омывающих его морей? Животных приспособившихся к трудным условиям можно сосчитать на пальцах, суровые условия низких температур осложняются многочисленными штормами с высокими волнами, густым туманом и многометровым льдом. В морях Арктики обитают тюлени, моржи, а также несколько видов китообразных: усатые киты, нарвалы, касатки и белухи.

Началом пищевой цепочки служит фитопланктон, он начинает расти на внутренней стороне льда весной, когда солнце возвращается в Арктику. Крошечный зоопланктон питается фитопланктоном. На следующей пищевой цепочке - и ледовая треска, и могущественный полярный кит, основу рациона которых составляет

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

зоопланктон. Далее идут тюлени, белухи и нарвалы, питающиеся треской. На верхушке пищевой цепочки стоят белые медведи, главная пища которых - тюлени и моржи. Однако среди всего этого морского разнообразия нарвалы стоят как бы в стороне. Эскимосы называют нарвалов китами - «единорогами».



а)



б)



в)

*Рис. 1. Представители животного мира Арктики  
(а – белый медведь, б – морж, в – нарвалы)*

По рассказам Пола Никлена фотографа и исследователя крайних широт Земли, Северного и Южного полюса возвращение нарвалов в Арктике считается одним из самых любимых времен года любого путешественника. После долгих темных месяцев, на протяжении которых дуют сильнейшие ветра, а температуры падают порой до -40, зима уступает место весне. Морской лед, покрывающий пролив Ланкастер, начинает растрескиваться. Пространства с открытой водой, так называемые расщелины, становятся «трассами» для маленьких китов. По этим трассам нарвалы следуют за отступающим морским льдом к своим летним «пастбищам» вокруг острова Баффинова Земля. Место зимовки нарвалов – море Баффинова, территория между островом Баффинова Земля и Гренландией. Здесь нарвалы питаются тюрбо – девятикилограммовой плоской рыбой, напоминающей среднего размера палтуса, которая обитает на дне океана, на глубине около 1500 метров. Нарвалы могут нырять на глубину свыше 1800 метров, чтобы поесть этой крупной рыбы. После кормежки животные возвращаются ближе к поверхности и при помощи эхолокации находят узкую расщелину во льду - место, где можно вынырнуть на поверхность и вдохнуть воздуха. Весной нарвалы мигрируют через заполненный колотым льдом пролив Ланкастер в те части моря, которые расположены вблизи острова Баффинова Земля и пролива Принца-Регента. Здесь они уходят глубоко в расщелины и узкие отверстия, где и живут всю весну, лето и осень. Сильная привязанность нарвалов к «дому» заставляет их каждый год почти в одно и то же время возвращаться в одни и те же места.

Десятки китов поочередно поднимаются к поверхности через отверстия, диаметр которых бывает, не превышает одного метра, чтобы подышать. При большом скоплении нарвалам приходится вставать почти вертикально, но и это не вызывает паники, а движения остаются плавными и просчитанными, такими же как их координированные действия во время охоты, когда нарвалы окружают косяки ледовой трески. Сделав один вдох нарвалы снова становятся в очередь, чтобы сделать второй. Различать животных совсем несложно, все они отличаются различной длиной бивней и шрамами. Когда нарвалы всплывают на поверхность, воздух дрожит от их визжащих голосов и от бесчисленных ударов по льду.

Нарвалы часть исчезающей полярной экосистемы, нарвалы это последние из единорогов.

Пролив Ланкастер - уникальное место: здесь кипит насыщенная морская жизнь, в которой участвует бесчисленное множество морских животных. К

сожалению, скоро по этим водам, пока еще изобилующим живностью, пойдут крупные суда и вытеснят обитающих здесь китов и тюленей [1].

Экологический контроль необходим в Арктических морях таких далеких от «цивилизации».

Как внимание со стороны человека, или его не вмешательство могут по-разному влиять на сложившийся жизненный цикл здешних обитателей. Например, для сохранения некоторых видов, возможно, требуется их отлов и разведение, в настоящий момент экосистема находится в хрупком равновесии.

Мы относимся к животным покровительственно, сочувствуя их несовершенству и тому, что они обречены, быть намного ниже нас по развитию. Думая так, мы глубоко заблуждаемся. Потому что животных нельзя сравнить с человеком. В мире более древнем, в мире, устроенном сложнее, чем наши животные - это гармоничные и совершенные создания, наделенные особыми чувствами – теми, которых мы лишились или которыми никогда не обладали. Животные способны слышать голоса, которые мы никогда не услышим. Они не наши собратья, но и не более слабые существа. Они – представители других существ пойманные вместе с нами в сети жизни и времени. Они такие же пленники этой величественной и прекрасной Земли, как и мы.

### Литература

1. Полюс. Притягательная красота / Пол Никлен ; [пер.с англ.Т. Платоновой]. – М.: Эксмо,2012. -240 с.: -(Би-би-Си.Энциклопедии).

### **ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В ЯКУТИИ**

**А.А. Сивцев**

Научный руководитель старший научный сотрудник А.И. Сивцев  
*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
г. Якутск, Россия*

Одним из знаменательных событий в истории Якутии в 20-м веке является открытие на ее территории месторождений нефти и газа. В свою очередь, историческим событием начала 21-го века, которое будет определять социально-экономическое развитие Республики Саха (Якутия) в обозримом будущем является ввод эксплуатацию нефтепровода «Восточная Сибирь - Тихий океан» 4 октября 2008 года и строительство газопровода «Сила Сибири».

Впервые о возможной нефтегазоносности территории Западной Якутии писал В.З. Зубрилов в 1891 году. В «Памятной книге Якутской области» он указывал на наличие нефтепроявлений по реке Амге (камни с нефтью). В этих же годах Петр Хрисанфович Староватов – первый якутский краевед, начиная с 1883 года занимался сбором, систематизацией и обобщением сведений о поверхностных проявлениях полезных ископаемых, в том числе и нефтепроявлений в бассейне реки Вилюй.

Переломным моментом в изучении богатств недр Якутии стала организация 1925 году комплексной экспедиции Академией наук СССР по изучению естественно-производительных сил республики по инициативе Максима Кировича Аммосова.

В результате проведенных экспедицией исследований первой работой посвященной обзору перспектив нефтеносности Сибири, в том числе, Якутии была



книга академика Н.С. Шатского, вышедшая в 1932 году [2]. В книге качестве возможных нефтеносных районов Якутии были выделены Лено-Вилюйская и Хатангская (нижнее течение р. Анабар) впадины.

Следующий 1933 год считается началом целенаправленных нефтегазопроисковых работ на территории Якутии. Так в районе нижнего течения реки Анабар и Оленек работали геологи Главного управления Северного морского пути (ГУСМП). Результатом их работ в последствии стало открытие 20 декабря 1948 года небольшого месторождения нефти по одной скважине Р-102, которая давала до 10-12 м<sup>3</sup> нефти в сутки (из глубины 1580-1680 м). Нужно заметить, данная скважина является самой северной нефтяной скважиной в мире на суше, которая работает до настоящего времени. Это была первая и пока единственная скважина, давшая полупромышленный дебит нефти на севере Якутии.

Другим направлением были исследования среднего течения р. Лена, в районе г. Олекминска. Исследования данного района тесно связаны с именем Василия Михайловича Сенюкова, который первым нашел застывшую нефть в обнажениях по реке Туолба (правый приток Лены). Он изучив данный район предложил бурить скважины на Куччугуй-Билляхской структуре. В этой структуре в январе 1937 года из скважины №4 была добыта жидкая нефть с дебитом 110 литров в сутки (из глубины 372 м) [1]. Таким образом, впервые в мире была получена нефть из древнейших кембрийских отложений. К сожалению дальнейших успехов в поиске нефти в этом районе пока не достигнуто.

С началом 40-х годов география поисковых работ на нефть и газ начала несколько расширяться, по рекам Вилюй, Амга, Алдан и нижнее течение реки Лена. Но основные исследования продолжались в бассейне р. Олекма и по левому берегу р. Лена в районе г. Олекминска.

Активная фаза нефтегазопроисковых работ в районе устья реки Вилюй связана с именем Николая Васильевича Черского. Рассмотрев все имеющиеся геологические материалы, Н.В. Черский к началу 50-х годов сосредоточил нефтегазопроисковые работы в районе устья реки Вилюй.

Так, в 1954 году на Китчанской и Сангарской структурах были начаты бурения глубоких скважин. А 5 июня 1955 года Усть-Вилюйская структура была введена в глубокое бурение скважиной №1. Усть-Вилюйская структура была выделена в местности Таас-Тумус, что в переводе означает «каменный утес или выступ».

Бурение скважины-первооткрывательницы имеет сложную драматическую историю. Так уже сентябре 1954 года на ежегодно проводимом в Москве совещании ведущих геологов-нефтяников начальник «Главнефтьгеологии» Г.Л. Гришин поставил вопрос о прекращении нефтегазопроисковых работ в Якутии ввиду отсутствия реальных результатов и нерациональности расходования государственных денег. Однако, было решено продлить работы до 1957 года. Но всем было понятно, что уже начиная с этого момента начинается свертывание нефтегазопроисковых работ в Якутии. Так Гришин начальником якутской конторы бурения назначил своего человека С.С. Месропяна, который был известен тем, что закрывал так называемые «безперспективные нефтегазоразведочные работы».

Таким образом, решение судьбы нефтегазопроисковых работ на территории Якутии оставалось только за результатами бурения Усть-Вилюйской скважины. Бурение выполняла бригада опытного мастера Бахрама Модестовича Даньярова. Ранним утром 15 октября 1956 года, в результате разгазирования в скважине бурового раствора начался выброс его через устье скважины. За считанные минуты

весь буровой раствор из скважины выбросило, и началось открытое фонтанирование газом и пластовой водой. Из-за мороза весь выброшенный глинистый раствор замерз на буровой вышке, превратив его в мерзлую глыбу, которая заглушала грохот фонтанирующего газа, и создавалось впечатление, что фонтан небольшой. Поэтому директор ЯКРБ С.С. Месропян, прилетевший на следующий день вместе с главным геологом Тихомировым и главным инженером Бабенко, пренебрежительно назвал буровиков «папуасами» и сказал: «*Это не фонтан, и его можно было закрыть задним местом*»[1].

Для закрытия фонтана пришлось свалить буровую вышку. После очистки устья скважины от деталей вышки и льда стало ясно, что фонтан газа нешуточный – не менее 2,5 млн. метров кубических сутки. Вот тут буровой мастер Даньяров, правда, на азербайджанском языке предложил Месропяну пойти сесть на фонтан и закрыть его. Данный фонтан сумели закрыть только 3 ноября надежной арматурой.

Данный разбушевавшийся фонтан в местности Таас-Тумус однозначно поставил точку по вопросу о перспективах нефтегазоносности Якутии. Был оправдан тяжелый труд не одного поколения исследователей, открыта дверь к новым, еще большим, дух захватывающим открытиям нефти и газа на территории Республики Саха (Якутия). В настоящее время в Республике Саха (Якутия), при ничтожной геологической изученности, открыто 37 месторождений нефти и газа с запасами по категориям  $C_1+C_2$ : природного газа - 3007,554 млрд. м<sup>3</sup>; нефти - 673,717 млн. тонн (извлекаемые). Самые главные открытия впереди!

### Литература

1. Открытие нефти и газа в Якутии. Сборник. – Новосибирск. – Изд.-во «Сибтехнорезерв», 2002. 296 стр. с илл.
2. Сафронов А.Ф. Геология нефти и газа. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2000. – 166 с.

### **ПОЛЯРНЫЙ КАПИТАН И ИССЛЕДОВАТЕЛЬ А.С. КУЧИН**

**Е.И. Серёжин**

Научный руководитель доцент С.Н. Третьякова  
**Филиал Северного (Арктического) федерального университета,  
г. Северодвинск, Россия**

Статья посвящена моему земляку онежанину Александру Степановичу Кучину. Этот человек – личность поистине замечательная. К моменту ухода в свое последнее плавание он, 24-летний, уже имел за спиной десять лет морского «стажа» и статус единственного иностранного участника антарктической экспедиции норвежца Р. Амундсена, открывшего Южный полюс.

Родился Александр Кучин 16 (28) сентября 1888 г. в селе Кушерека на берегу Онежского залива Белого моря в семье потомственных моряков–поморов. Его отец прошел трудный путь от зуйка до капитана, а дед погиб в море. Окончив двухклассную приходскую школу в селе, он осенью 1899 г. пошел поступать в Онежское городское училище. (Следует отметить, что расстояние от Кушереки до Онеги составляет 63 версты, и он проделал этот путь пешком по осенней распутице). Вскоре и вся семья переехала в Онегу, где отец построил двухэтажный дом.

Уже в детстве проявилась тяга к знаниям и трудолюбие Александра. Учился он зимой, а летом трудился на морских промыслах. Это позволило ему к 15 годам уже побывать на Мурмане, Белом и Баренцовом морях. После окончания училища в 1903 г. отец отправил Александра в Норвегию для изучения норвежского языка, так как эта страна была основным торговым партнером архангельских поморов. Кучин настолько хорошо овладел норвежским языком, что позже составил малый русско-норвежский словарь. Он содержал 4000 слов, необходимых русским морякам для их плавания в Норвегию [2]. В дальнейшем в его жизни было немало разных событий и испытаний, но ключевым стал этот момент.

В 1904 г. он поступил в Архангельское торгово-мореходное училище. Однако обучение на время пришлось прервать из-за участия в революционной деятельности, он был даже арестован. Ему вновь пришлось уехать в Норвегию, где в 1907 г. он нанялся на зверобойное судно, а спустя 5 месяцев он уже ходил на норвежском судне капитаном. По возвращению в 1909 г. он окончил Архангельское училище с золотой медалью и получил диплом штурмана дальнего плавания.

Его разносторонность поражала современников. Он мечтал о карьере ученого, желая посвятить себе океанографии. В Норвегии он знакомится с профессором Б. Хелланд-Хансеном, известным океанографом, директором морской биологической станции в Бергене и поступает на его курсы. На станции Кучин познакомился со знаменитым норвежским исследователем Ф. Нансенем, которому понравился молодой любознательный помор. Александр с головой ушел в океанографические исследования, одновременно изучал новую технологию рыбной ловли тралом, мечтая внедрить ее на Мурмане. Осваивал английский и немецкий языки, чтобы слушать лекции и читать статьи в оригинале [3, с. 69-70].

Он поразил всех тем, что в 1910 г. был приглашен в экспедицию Р. Амундсена, которая по решению парламента должна была носить чисто национальный характер. Он стал единственным иностранцем, это был случай, выходящий из ряда вон. Такое нарушение было сделано «ввиду исключительных способностей и таланта А.С. Кучина в области океанографии». Рекомендовали его и стали поручителями Б. Хелланд-Хансен и Ф. Нансен.

Экспедиция Амундсена изначально собиралась на Северный полюс, но как оказалось впоследствии, целью было покорение Южного полюса, чтобы опередить англичанина Р. Скотта. Среди ступивших на ледовый материк в январе 1911 г., был и первый русский. Кучин не принимал участия в полюсном походе, но ему предстояла другая, не менее важная научная работа. Он проводил первые в южной Атлантике исследования – брал глубоководные пробы воды (до 4000 м), всего около 1000 проб воды и планктона. Когда эти работы были закончены, Кучин отплыл на пассажирском пароходе в Европу, везя собранный научный материал.

Эта работа получила очень высокую оценку. А.С. Кучин был представлен норвежскому королю во время заседания Норвежского географического общества, а от норвежского правительства он получил награду в 3000 крон [1]. Однако все результаты по контракту принадлежали экспедиции, и в течение трех лет он не имел права их публиковать. Из Норвегии он рвался в Россию, мечтал о научной работе на благо своей страны.

Вернуться в Онегу Александру удалось только в январе 1912 г., но побыть дома долго ему не было суждено. Он получил приглашение от В.А. Русанова, который по поручению правительства занимался организацией экспедиции на Шпицберген. Он пригласил молодого, но уже опытного морехода Кучина

участвовать в ней. Тот с готовностью принял это предложение. В апреле 1912 г. Русанов и Кучин выехали в Норвегию для покупки подходящего парусного судна. Выбор они остановили на куттере «Геркулес». Судно было построено в 1908 г. и уже прошло испытание полярными льдами. Это был небольшой, но зато отличавшийся превосходной проходимостью и легкостью хода корабль, имевший в длину чуть более 20 м, а в ширину около 6 м, с двумя шлюпками и моторным катером [2].

В июле 1912 г. «Геркулес», ведомый капитаном А. Кучиным, вышел из Мурмана в свое последнее плавание. За месяц работы экспедиция успешно выполнила программу. Русанов обследовал угольные пласты и установил 28 заявочных столбов, закрепив тем самым за Россией права на Шпицбергене, а Кучин вел океанографические исследования. Отчет и собранные материалы были отправлены на попутном пароходе. А «Геркулес» двинулся на восток. Как когда-то Амундсен, Русанов, кроме заявленной цели – обследование Шпицбергена – имел и «личную»: после Шпицбергена Северным морским путем достигнуть Тихого океана, о чем государственные чиновники, естественно, не знали [2]. Видимо Кучин также увлекся этой смелой идеей. Последний раз «Геркулес» видели в августе 1912 г., после чего он исчез во льдах Северного Ледовитого океана. Одним из первых забил тревогу отец Кучина. Однако лишь в 1914 г. под давлением общественности Морское министерство начало поиски, но с началом войны они были прекращены. Гораздо позже следы «Геркулеса» были обнаружены на Таймыре.

Очень короткая, но и очень яркая жизнь. Ему посвящают книги, его имя есть на карте мира, в названиях улиц и судов. На родине помнят и гордятся своим земляком. В Онеге в 1988 г. в связи с 100-летием со дня рождения в доме, когда-то принадлежавшем семье Кучиных, открылся музей А.С. Кучина. В городе проводятся традиционные Кучинские чтения.

### Литература

1. Брегман Г.А. Капитан А.С. Кучин //Летопись Севера. М., 1962. Т. 3. [Электронный ресурс].URL: <http://www.polarpost.ru/Library/Letopis-Severa/main-bregman-kuchin.html>
2. Полярный капитан Александр Кучин // Московский журнал. № 1. 2003. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mosjour.ru/index.php?id=1371>
3. Симакова Л.А. Александр Кучин. Русский у Амундсена. М., 2015.
4. Шпаро Д.И., Шумилов А.В. Капитан «Геркулеса». М., 1992.

### **БЕЛЫЙ ЮЖНЫЙ КОНТИНЕНТ – ЯПОНСКИЙ СЛЕД**

**В.В. Филимонов, С.А. Фирсов**

Научный руководитель доцент А.Т. Глухов

**Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Россия**

Слова, начертанные на могиле Скотта “Бороться и искать, найти и не сдаваться!” (англ. “To strive, to seek, to find and not to yield!”) стали девизом одержимых первооткрывателей. Гонка за Южный полюс не оставила равнодушным никого. Вслед за лидерами появились, последовали. Их имена малоизвестны, но они совершили свой путь.

Один из таких "одержимых" жил на Японских островах. Нобу Сирасе (1861-1946) родился в городе Никахо, префектура Акита. С детства воображение Сирасе привлекают рассказы, которые он слышал от авантюристов и исследователей, особенно тех, что связаны с Арктикой и северными морями. В 11 лет, после рассказанной своим учителем истории о Северном полюсе, Сирасе дал самому себе слово, что он в один прекрасный день возглавит экспедицию открытий. В 1879 году Сирасе поступает в школу для буддийских священников. Однако, вскоре он понимает, что невозможно смешивать жизни буддийского священника и авантюриста. Он бросает храмовую школу и поступает в армейскую школу для унтер-офицеров [3].

Для того, чтобы осуществить свою мечту о полярной экспедиции, он решил следовать пяти заповедям: не пить алкоголь, не курить табак, не пить чай, не пить горячую воду, не отапливать своё жилище даже зимой, чего и придерживался в течение всей своей жизни.

Четыре года спустя, в 1883 году, Сирасе удалось присоединиться к военноморскому отряду, сопровождавшему экспедицию для исследования островов Тисима (ныне Курильские) к северу от Хоккайдо. Эти острова были объектом изучения в течение 18, 19 и начала 20 веков, как со стороны Японии, так и со стороны России. Экспедиция японцев оказалась неудачной (закончилась гибелью тринадцати её членов). Однако Сирасе испытал вкус к открытиям неизвестного, а приобретённый опыт сослужил ему хорошую службу в будущих событиях его жизни. Он мечтал быть первооткрывателем Северного полюса. Но подобно Амундсену, Сирасе узнаёт, что 6 апреля 1909 года, американский исследователь Роберт Пири достиг самой северной точки Земли. И точно так же как Амундсен, Сирасе пересмотрел свои планы и решил добиться последнего большого приза – Южного полюса [2].

В январе 1910 года Сирасе подаёт заявку на 26-ю сессию императорского Сейма по поводу финансирования (100 000 иен) своей антарктической экспедиции. Запрос был сделан по рекомендации бывшего губернатора префектуры Мияги. В ответ на эту просьбу, Сейм проголосовал выделить 30000 иен на финансирование антарктической экспедиции. Тем не менее, деньги не были выделены. Лейтенант Нобу Сирасе обратился к соотечественникам с просьбой о материальных пожертвованиях для подготовки такой экспедиции. Когда он впервые объявил об этом на всю страну - страну, в которой скромность и неспособность к самовосхвалению считались высшей доблестью мужчины, - призыв восприняли как неуместную шутку. Но нашелся большого ума человек - бывший премьер-министр Японии граф Окума, который поддержал Сирасе и повлиял на общественное мнение. Граф Окума был крайне заинтересован в Сирасе, человеке, который осуществил трудные экспедиции на Курильские острова, которые встали в один ряд с важнейшими экспедициями во всем мире [1].

Было решено объявить широкой общественности о планах антарктической экспедиции. 5 июля 1910 года Дакуро Мураками, Президент коммерческой компании и близкий знакомый Сирасе в своей речи призвал граждан Японии поддержать план антарктической экспедиции и собрать деньги для покрытия расходов. В поддержку экспедиции выступили Сигэнобу Окума и другие выдающиеся лица, заинтересованные в антарктической экспедиции. Результатом этой конференции стало учреждение Антарктической Ассоциации под председательством Сигэнобу Окума. Действуя от имени Антарктической Ассоциации, Окума формировал общественное мнение через сотрудничество с

прессой, привлекая элиту политического и финансового секторов. Он также организовал в университетах Васэда и Кэйо благотворительные игры в бейсбол. Средства от продажи билетов пошли на покрытие расходов экспедиции. В результате поддержки политических и финансовых деятелей Японии и средствам, собранным с помощью председателя Ассоциации графа Окумы, антарктическая экспедиция начала становиться реальностью. В результате удалось собрать достаточно денег. В 1910 году была куплена небольшая, длиной всего тридцать метров и водоизмещением 204 тонны, трехмачтовая шхуна, оснащенная вспомогательным двигателем мощностью 18 л.с. Сирасе дал ей красивое и гордое имя "Кайнан-Мару" ("Открыватель Южного полюса").

В 7 часов утра 28 ноября все участники экспедиции выстроились перед двойным арочным мостом императорского дворца, чтобы сообщить о начале экспедиции императору. В тот же день был организован прощальный вечер для членов экспедиции, руководителей Антарктической Ассоциации и добровольцев, принявших участие в сборе средств. В прощальном вечере участвовали 50 тысяч посетителей, включая студентов университета Васэда. Одним из участников был министр образования Кенцо Мацумура (выпускник Университета Васэда), который разработал проекты для фотографических съемок Антарктиды. Граф Окума выступил с речью, сказав, что "сто холостых выстрелов никогда не сравнятся с одной пулей, попавшей в цель". 1 декабря 1910 года японская антарктическая экспедиция, имея на борту 27 человек и 28 сибирских лаек, отправилась из Токио в свой долгий путь. Корабль прибыл в Веллингтон Новая Зеландия 7 февраля 1911 года и через четыре дня отправился к Антарктиде [3].

### Литература

1. Нобу Сирасе 1861-1946 биография. Электронный ресурс URL: <http://www.south-pole.com/p0000105.htm>
2. Целиков Дмитрий. Скотт, Амундсен и...Нобу Сирасе. Электронный ресурс URL: <http://feldgrau.info/2010-09-02-14-39-07/4390-skott-amundsen-i-nobu-sirase> (дата доступа 30.03.2017)
3. Японская Антарктическая экспедиция. Википедия. Электронный ресурс URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F) (дата доступа 30.03.2017)

### **БЕЛЫЙ КОНТИНЕНТ – ПОКОРЕНИЕ ЮЖНОГО ПОЛЮСА**

**С.А. Фирсов, В.В. Филимонов**

Научный руководитель доцент А.Т. Глухов

***Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г.Саратов, Россия***

В декабре 2011 года исполнилось 100 лет одному из значимых событий истории географических открытий XX века — впервые землянами (жителями планеты Земля) был достигнут Южный полюс. Морозной антарктической весной (октябрь 1911 года), к Южному полюсу почти одновременно устремились две экспедиции, норвежская и британская. [1]

Норвежской экспедицией руководил Руал Амундсен. Он уже зимовал на судне в антарктических водах в конце XIX века и успел прославиться в Арктике, преодолев на крошечном судёнышке “Йоа” лабиринт Северного прохода в островах Канадского архипелага (1903 – 06 годы). Поначалу Амундсен вовсе не собирался в Южное полушарие. Он одолжил у Нансена корабль “Фрам” с тем, чтобы повторить его предыдущий дрейф и непременно достичь на лыжах Северного полюса. Но тут поступили сообщения о том, что американцы Кук и Пири уже сделали это. Норвежец, желавший поддержать свой полярный престиж, мгновенно переменял планы и повернул “Фрам” в Южное полушарие. Таким образом, он бросил британцам открытый вызов [2]: “Имею честь уведомить Вас: отправляюсь в Антарктику. Амундсен”. Такая телеграмма была отправлена начальнику английской полярной экспедиции.

Британской экспедицией руководил капитан I ранга, кавалер ордена Виктории Роберт Фолкон Скотт. Скотт был морским офицером. Командовал крейсерами, и линкорами. В самом начале XX века по заданию правительства Британии он провёл два года на антарктическом берегу. Возглавляемый им небольшой отряд сделал тогда попытку проникнуть вглубь континента. За три месяца Скотт продвинулся почти на тысячу миль по направлению к полюсу. Едва возвратившись на родину, он начал готовиться к следующей экспедиции. Но когда их судно “Терра Нова” было уже на пути к Антарктиде, англичане узнали, что экспедиция Амундсена на корабле “Фрам” направляется также к Антарктиде. [3] Цель норвежцев – всё тот же единственный и неделимый Южный полюс.

Следует отметить, что в составе этих экспедиций принимали участие представители России. [3] На “Фраме” вёл исследования молодой талантливый океанограф Александр Кучин. Среди зимовщиков-англичан были Дмитрий Гирёв и конюх Антон Омельченко. Все трое, однако, не участвовали в рекордных походах.

Давно изучены подробности величайшей гонки человечества, давно увековечены имена первооткрывателей. Слова, начертанные на могиле Скотта “To strive, to seek, to find and not to yield!”, что в переводе с английского означает: “Бороться и искать, найти и не сдаваться!” стали девизом одержимых первооткрывателей. Объявленная между Скоттом и Амундсеном гонка за Южный полюс не оставила равнодушным никого. Полюс был открыт Амундсеном 14 декабря 1911 года, а месяц спустя (18 января 1912 года) его достигла группа Скотта, погибшая на обратном пути к морю Росса.

### Литература

1. География. Краткие сведения из истории открытия и исследований Антарктиды. Электронный ресурс URL: <https://geographyofrussia.com/kratkie-svedeniya-iz-istorii-otkrytiya-i-issledovaniy-antarktity/> (дата доступа 29.03.2017)
2. Клуб 7 вершин. Антарктида. История исследования. Электронный ресурс URL: [http://7vershin.ru/articles/all/item\\_29/](http://7vershin.ru/articles/all/item_29/) (дата доступа 29.03.2017)
3. Geography7. История исследования Антарктиды. Электронный ресурс URL: <http://geography7.wikidot.com/history-of-antarctica> (дата доступа 29.03.2017)



### ИСТОРИЯ И ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ШЕЛЬФА АРКТИКИ

**Н.С. Харьковская, Ю.А. Максимова**

Научный руководитель старший преподаватель Ю.А. Максимова  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Многим давно известно, что Арктическая территория России является колоссальным сырьевым резервом страны и относится к числу немногих регионов мира, где имеются практически нетронутые запасы углеводородного ([нефти](#) и [газа](#)) и минерального сырья.

В 30-е гг. XX в. были начаты поиски месторождений нефти и газа на шельфе Российской Арктики. Другие арктические страны в те годы поиски нефти и газа в Арктике не вели.

В 1930 г. в Республике Коми было открыто первое в мире нефтяное месторождение в Арктике – Чибьюское [1].



*Рисунок 1. Чутинский поход А. М. Романенко. Первое в мире нефтяное месторождение в Арктике – Чибьюское. На фото – панорама Чибью, 1931 г. © Музей «УМЗ»*

Таким образом, Советский Союз был первым государством в мире, которое начало поиски, разведку и разработку месторождений в условиях Арктики [1].

Штурм нефтегазовых богатств Арктики начался в шестидесятые годы. 60 – 80-е годы прошлого столетия, безусловно, были эпохой расцвета арктических наук, промышленности, культуры, образования и связи.

В настоящее время север Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЯНАО) – крупнейший газодобывающий регион России и крупный центр добычи нефти [2].

Основные шельфовые запасы нефти и газа в России приходятся на арктические моря.

А это - суровые климатические условия и экстремальная ледовая обстановка, необходимость буквально с чистого листа поднимать береговую и транспортную инфраструктуру. К тому же, к разработке морских месторождений предъявляются более жесткие экологические требования, любая авария самым негативным образом может отразиться на всей экосистеме [3].

В сравнении с континентальными месторождениями освоение шельфовых месторождений Арктики представляют собой более сложную и дорогую процедуру, так как проблемы освоения арктических ресурсов колоссальны.

## СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ

Изучая и анализируя условия освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики, можно выделить 5 основных групп факторов: природные, геологические, технологические, инфраструктурные, экологические (таблица 1).

Между всеми этими проблемами существует взаимосвязь. Проблемы не существуют отдельно друг от друга. Они порождают друг друга, образуя цикл. Для широкомасштабного освоения арктических шельфовых месторождений углеводородов нужно успешно решить в одно время большое количество проблем. Необходимо решить ряд некоторых задач, хотя бы для частичного решения проблем:

*Таблица 1*

### *Основные факторы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики*

Фактор	Проблемы
Природный фактор	Низкая температура Вьюги Движение льдов Круглогодичное заледенение акваторий Сейсмическая активность региона
Геологический фактор	Малоизученность арктических территорий Наличие многолетнемерзлых пород Неглубокие придонные залежи свободного газа Эмиссия газа преимущественно метанового состава
Экологический фактор	Отсутствие опыта ликвидации последствий разлива нефти в арктических условиях Повышенное негативное влияние разливов нефти на арктическую экосистему
Инфраструктурный фактор	Отсутствие береговой транспортной инфраструктуры Отсутствие инфраструктуры материально – технического снабжения
Технологический фактор	Отсутствие в России необходимого оборудования Наличие многочисленных захоронений ядерных отходов на дне морей (особенно Карского моря)

1. Увеличение объемов проводимых геологоразведочных работ государственными и частными организациями.
2. Использование специализированных технологий, разработанных для экстренных погодных условий, использование ледостойких платформ.
3. Формирование и размещение недалеко от месторождения службы быстрого реагирования и ликвидации последствий разлива нефти, разработка концепции.

#### Литература

1. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век [электронный ресурс] – Электрон. дан. URL: <http://scfh.ru/papers/neft-i-gaz-rossiyskoy-arktiki-istoriya-osvoeniya-v-xkh-veke-resursy-strategiya-na-xxi-vek/>, свободный

2. Музур И. И. Экология нефтегазового комплекса. Наука. Техника. Экономика. – М.:Недра, 1993. – 496 с.
3. Додин Д. А. Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). – СПб.: Наука, 2005. 283 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДНА ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА**

**А.А. Чимчикова**

Научный руководитель доцент А.К. Полиенко

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Арктика... Ни один из оставшихся на Земле уголков дикой природы не сравнится с Арктикой. Волей-неволей поражаешься грандиозным арктическим пейзажам, заснеженным скалистым пустошам и водопадам, низвергающимся с вершин таящих ледников. Потому невероятно горько от того, что вся эта величественная красота постепенно, день за днём, исчезает, и виной этому мы — люди. Многие страны претендуют на право являться ‘хозяевами’ данной территории. Идут активные споры на право принадлежности данной территории и освоения. С открытием в этом регионе больших запасов углеводородов и других полезных ископаемых военно-политические руководства ряда зарубежных стран стали активно разрабатывать новые стратегии продвижения своих интересов в зоне Арктики и приграничных территорий. Юридически неопределенный статус национальных границ в регионе, богатство находящихся в его недрах ресурсов, а также стратегическое значение транспортных артерий арктического региона – вот, пожалуй, самые важные факторы данного вопроса и конфликтов стран между собой. Сама Арктика поделена на пять директрис ответственности между США, Россией, Норвегией, Канадой и Данией [1]. Тем не менее, точная граница Арктики не определена. Первоначально господствовал секторальный подход, согласно которому Арктика поделена между сопредельными циркумполярными государствами, причем северный полюс является границей всех заинтересованных государств.

В 1982 году была принята Конвенция о морском праве, согласно которой территория государства распространяется лишь на арктический шельф, тогда как внешельфовая зона объявляется международной. Перед учеными ставилась задача доказать, что расположенный на дне океана хребет Менделеева является продолжением Сибирской платформы и, соответственно, Россия может претендовать на расширение своего континентального шельфа в Арктике. Хребет Менделеева был открыт в 1949 году советской воздушной экспедицией. Он представляет собой подводную возвышенность в центральной части Северного Ледовитого океана и тянется от острова Врангеля к центральной части хребта Ломоносова [2]. Ранее американскими учеными было доказано континентальное происхождение хребта Ломоносова, расположенного восточнее хребта Менделеева. В случае признания обоих географических объектов частью российского континентального шельфа Россия получит право на добычу углеводорода между Северным полюсом, Мурманском и Чукоткой. В отношении хребта Ломоносова это оспаривается Данией, которая считает, что хребет — затонувшая часть Гренландии. Для сбора доказательств в том, что хребет Ломоносова — это продолжение полярных владений РФ, российская сторона провела беспрецедентную экспедицию «Арктика-2007» в июле-августе 2007 года, состоявшую из надводной и подводной

частей и завершившуюся установлением российского флага на дне Северного Ледовитого океана у северного полюса Земли [1]. Открытие было сделано в результате анализа образцов пород, поднятых с глубины более двух тысяч метров еще два года назад. В 2014 году установили принадлежность керна к раннепалеозойской эре и его возраст — 460-470 миллионов лет. Одна из тенденций мировой нефтегазодобычи на современном этапе – увеличение доли нефти и газа из морских месторождений. В России начинается формирование нового этапа в развитии нефтегазового комплекса – реализация крупномасштабных шельфовых проектов по добыче нефти и газа. Коллектив ученых Сибирского отделения РАН доказал, что расположенный на дне Ледовитого океана хребет Менделеева имеет континентальную, а не океаническую кору, то есть является продолжением материка. Из всего вышперечисленного можно сделать вывод, что освоение шельфа Арктики – важнейшая геостратегическая задача РФ. По оценочным данным, под дном Северного Ледовитого океана сосредоточены колоссальные запасы нефти и газа. Согласно наиболее смелым заявлениям, Арктика со временем может стать одной из важнейших ресурсных баз углеводородного сырья для всего человечества. Естественно, мы не можем совсем остановить взаимосвязанные глобальные процессы, но приостановить их — в наших силах, если все будет решаться на межгосударственном уровне.

### Литература

1. Арктика: [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. Тимонина В.Г. Урок по химии "заветы Менделеева". Вологодская обл., 201

**Секция 2**  
**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИКИ И ИХ ОСВОЕНИЕ**

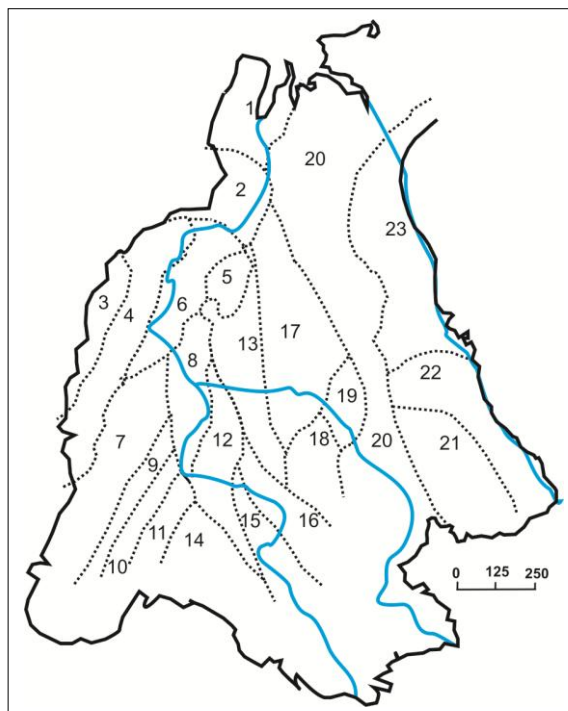
**ПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И АКВАТОРИИ  
КАРСКОГО МОРЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫЙ ОБЪЕКТ**

**А.Е. Ковешников, доцент**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
ТФ ИНГГ СО РАН, г. Томск, Россия*

*Введение.* Акватории Карского моря, примыкающие с севера к Западной Сибири, перспективны для открытия месторождений нефти и газа, сформированных в юрских и меловых песчаниках, а также в палеозойских образованиях карбонатного состава, в которых установлен ряд месторождений нефти и газа.

*Районирование палеозоя.* Палеозойские образования, вскрытые бурением в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ), на сегодняшний день достаточно полно изучены. Комплексные литолого-палеонтологические исследования позволили подразделить их на 23 структурно-фациальных района (СФР), для каждого из которых установлен определенный комплекс отложений, среди которых значительное место занимают карбонатные породы (рис. 1).

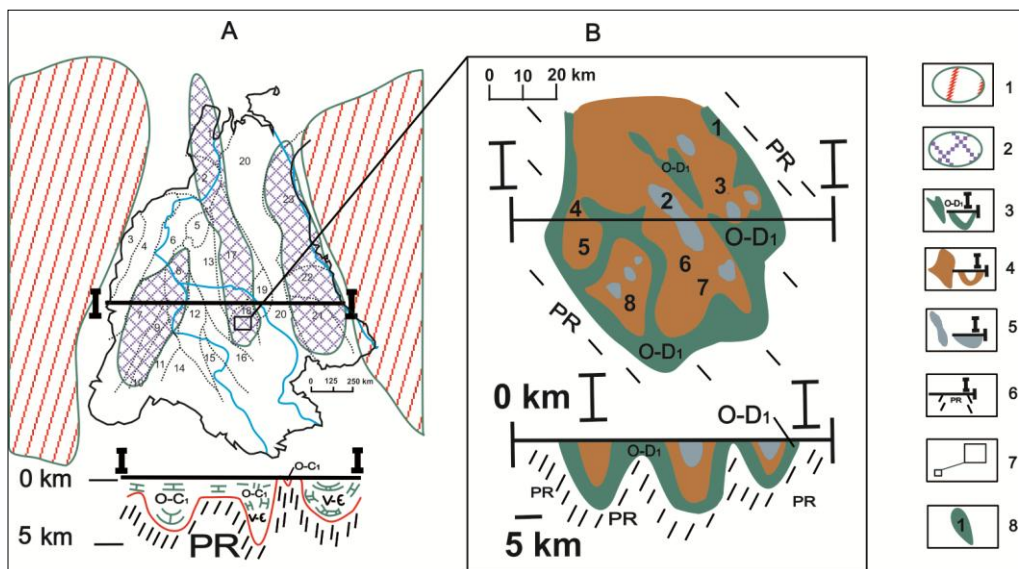


**Рис. 1. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы [1] Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский**

Именно к карбонатным породам (реже к кремнисто-глинистым и кремнисто-карбонатным) приурочено проявление вторичных процессов, ведущих к формированию пород-коллекторов.

Непосредственно к акватории Карского моря примыкают территории Новопортовского и Бованенковского СФР.

*Система синклиорно-антиклинорных складок.* В [2] нами предложен механизм проявления на территории ЗСГ герцинской складчатости в перми-триасе (рис. 2А). При анализе мощностей удалось выявить три синклиорных и три антиклинорных складки субмеридионального простирания, пересекающие значительную часть ЗСГ. Для выявленных синклиорных складок характерна максимальная мощность сохранившегося разреза палеозоя, а в антиклинорных складках палеозойский разрез либо значительно уменьшен, либо сnivelирован почти полностью. Такое уничтожение палеозойского разреза установлено в пределах Колпашевского СФР (рис. 2А). Здесь на доюрскую поверхность выходят метаморфизованные протерозойские отложения, среди которых в виде фрагментов сохранились отдельные участки палеозойского разреза.



**Рис. 2:** А – Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы [2] смятые в антиклинорные и синклиорные складки и схематический геологический разрез по линии I – I; В – Палеозойские отложения Чузыкско-Чижаянской зоны нефтегазоаккумуляции (Нюрольского срединного массива) Нюрольского СФР и схематический геологический разрез по линии I – I.

**Условные обозначения:**

- 1 – области развития байкалитов; 2 – синклиорные зоны герцинской складчатости; образования: 3 – ордовикско-нижнедевонские; 4 – средне-верхнедевонские; 5 – нижне-среднекарбоневые; 6 – протерозойские; 7 – местоположение Чузыкско-Чижаянской зоны нефтегазоаккумуляции в пределах Нюрольского СФР; 8 – месторождения нефти и газа: 1 – Северо-Останинское, 2 – Герасимовское, 3 – Останинское, 4 – Урманское, 5 – Арчинское, 6 – Северо-Калиновое, 7 – Калиновое, 8 – Нижне-Табганское

*Синклиорные зоны палеозойского разреза.* Из выделенных синклиорных структур наибольшее протяжение имеет Центральная синклиорная зона (рис. 2А), в состав которой вошли Нюрольский, Варьеганский и Новопортовский СФР. Для



этих территорий установлена максимальная мощность как всех палеозойских, так и преимущественно карбонатных пород для всей территории ЗСГ. Открытие месторождений нефти и газа, приуроченных к карбонатным палеозойским образованиям, связано с тем, что породы-коллекторы в палеозойских образованиях ЗСГ сформировались в два крупных этапа их преобразований.

Синклинорные зоны (в частности Центральная), сложены синклинальными складками второго и третьего порядка. Такие складки второго (включая три синклинальные складки третьего порядка) показаны на рис. 2В, где показана Чузикского-Чижапская зона нефтегазонакопления (Межовский срединный массив Нюрольского СФР). Здесь на доюрскую поверхность выходят палеозойские образования от ордовика до среднего карбона, и на этой территории открыт ряд месторождений нефти и газа (Калиновое, Северо-Калиновое, Герасимовское, Отсанинское, Северо-Останинское, вскрывшее карбонатные породы, Урманское, Арчинское и ряд других). Палеозойские образования, слагающие синклинальную складку второго порядка, несогласно перекрывают протерозойские, метаморфизованные терригенные и магматические образования, аналогичные показанным на рис 2А на схематическом разрезе.

*Процессы формирования пород-коллекторов в образованиях палеозоя.* В карбонатных (а также кремнисто-глинистых и кремнисто-карбонатных) породах палеозоя на территории ЗСГ наибольшее количество месторождений, связанных с палеозойскими образованиями, установлено в пределах Нюрольского СФР. Это территория Межовского срединного массива, для которой в [3] предложено наименование Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления.

В целом для палеозойских образований ЗСГ формирование пород-коллекторов происходило в два крупных этапа. Первый этап проявился при осуществлении герцинской складчатости, когда залегающие до этого субгоризонтально палеозойские образования были смяты в субмеридиональные складки, с последующим затем периодом длительного континентального стояния региона в перми-триасе.

В результате проявления процессов поверхностного выщелачивания (гипергенеза) по всей поверхности выхода палеозойских пород на доюрскую поверхность сформировались площадные коры выветривания (в том числе и переотложенные). В этот период в измененных процессами гипергенеза палеозойских образованиях было сформировано пустотное пространство. Этот процесс наиболее полно проявился по кремнисто-глинистым и кремнисто-карбонатным породам, в значительной степени воздействием процесса были затронуты и карбонатные породы. Сформировалась приповерхностная зона, протягивающаяся по значительной части территории ЗСГ, в пределах которой находятся в различной степени разуплотненные породы палеозоя. Этой зоне в геологической литературе присвоено наименование нефтегазоносного горизонта зоны контакта (НГГЗК) измененных палеозойских и перекрывающих их мезозойских пород [2, 3, 4].

Второму этапу преобразования палеозойских пород соответствует [4] проявление трещинных гидротермальных процессов, которые проявились после перекрытия палеозойских образований отложениями юрско-палеогенового моря. Этот процесс нами предложено именовать вторично-катагенетическим преобразованием пород, проявившимся уже после перекрытия измененных процессами гипергенеза палеозойских образований юрскими и меловыми



отложениями, сопровождавшимися погружением останцов палеозойских отложений.

При этом, если юрские и меловые образования, претерпевающие погружение, проходили этап первичного катагенеза, то для палеозойских образований проявление катагенеза было уже вторым. При этом вторичный катагенез накладывался на породы, измененные в зоне проявления гипергенных процессов. Вторичный катагенез проявился при соответствующем проявлении трещинной тектоники по разуплотненным зонам субвертикального заложения. По этим трещинным зонам проявлялись гидротермальные процессы, такие как доломитизация и выщелачивание, которые и привели, в конечном итоге, к формированию пород-коллекторов в палеозойских образованиях ЗСГ как единого комплекса.

Процесс доломитизации по известнякам осуществлялся по модели «молекула на молекулу», когда молекула кальцита замещается молекулой доломита, что сопровождается уменьшением объема сформированной породы, в результате чего и формируются породы-коллекторы трещинно-каверно-порового и трещинно-порового типа.

При наложении таких разуплотненных трещинных зон на породы-коллекторы, уже до этого сформированные в зоне коры выветривания (НГГЗК), возникает единый геолого-поисковый объект. Особенность таких трещинных зон развития пород-коллекторов заключается в том, что они отделены от зоны проявления процессов гипергенеза участками сохранившихся пород-неколлекторов, либо по периферии сформированных участков развития пород-коллекторов развиваются вторичные зоны пород-неколлекторов, такие как зоны вторичной гидротермальной сидеритизации или кальцитизации.

В качестве примера такого разреза может быть предложен разрез скважины Арчинской 40, вскрывшей доломитизированные известняки среднего девона (рис. 3).

Здесь установлено проявление процессов доломитизации (вплоть до формирования доломитов замещения), окремнения, трещинообразования. Породы-коллекторы, непосредственно примыкающие к доюрской поверхности, отделены от расположенных ниже участков развития пород-коллекторов трещинного типа зонами сохранившихся неизмененных известняков (пород-неколлекторов). Вполне возможно, что на зону проявления пород-коллекторов в зоне гипергенеза наложена зона трещинного вторично-катагенетического формирования пород-коллекторов.

По скважине Урманской 5, вскрывшей известняки доломитизированные и доломиты замещения позднедевонского возраста (рис. 4) установлена аналогичная картина. Здесь мы имеем дело с породами-коллекторами, сформированными при проявлении гипергенных процессов.

Ниже этой зоны установлено развитие слабо измененных известняков, где коллектор не сформировался. И уже ниже этих пород-неколлекторов установлена трещинная зона формирования пород-коллекторов. По данной скважине также вполне возможно, что зона гидротермальной проработки наложена на участок пород-коллекторов, сформированных в зоне проявления гипергенных процессов.

Таким образом, в палеозойских карбонатных (а также кремнисто-глинистых и кремнисто-карбонатных) образованиях в период длительного континентального стояния региона в перми-триасе сформировались участки пород-коллекторов, приуроченные к корам выветривания (НГГЗК), имеющие субгоризонтальное

простиране. Породы-коллекторы обязательно примыкают к доюрской поверхности.

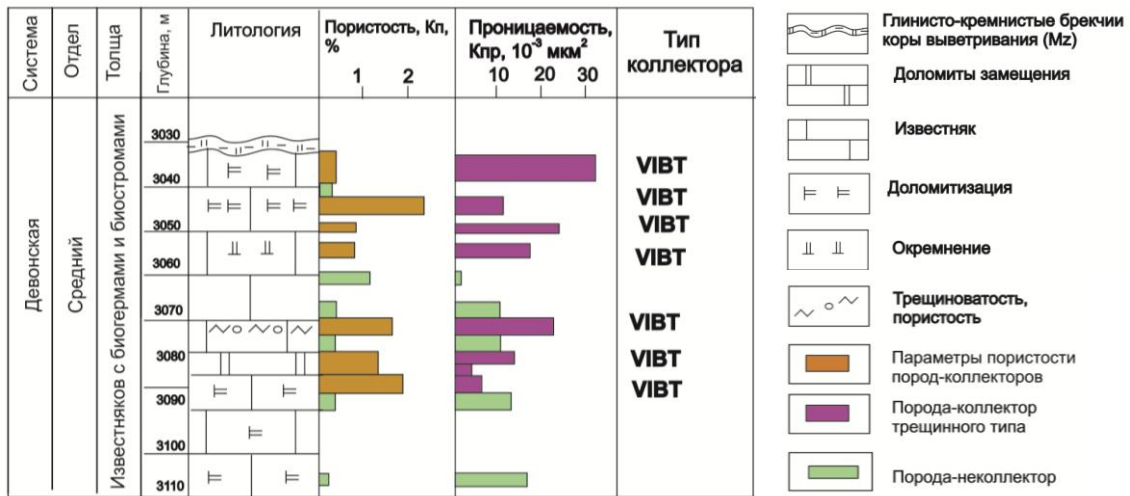


Рис. 3. Породы-коллекторы, вскрытые скважиной Арчинская 40

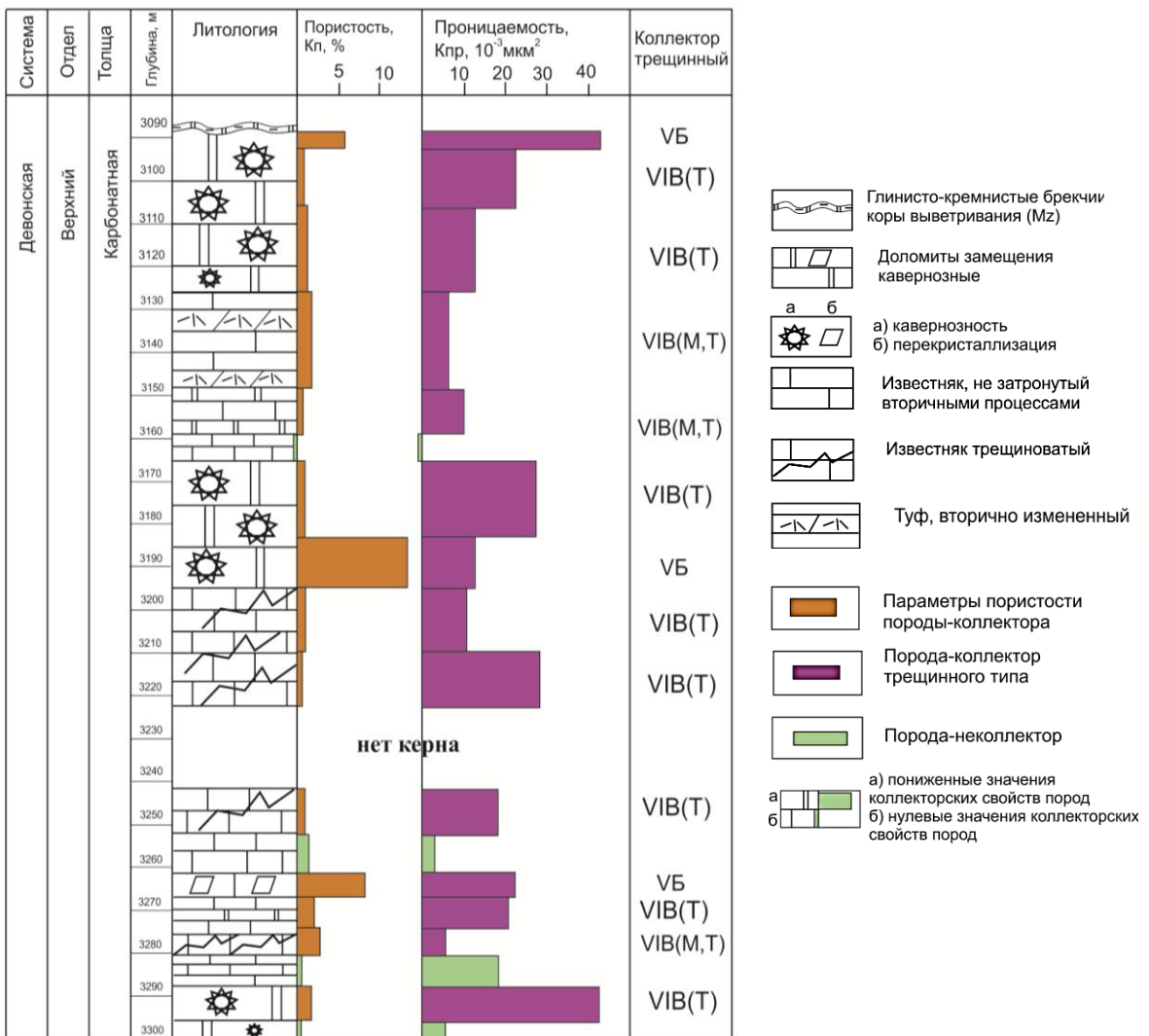


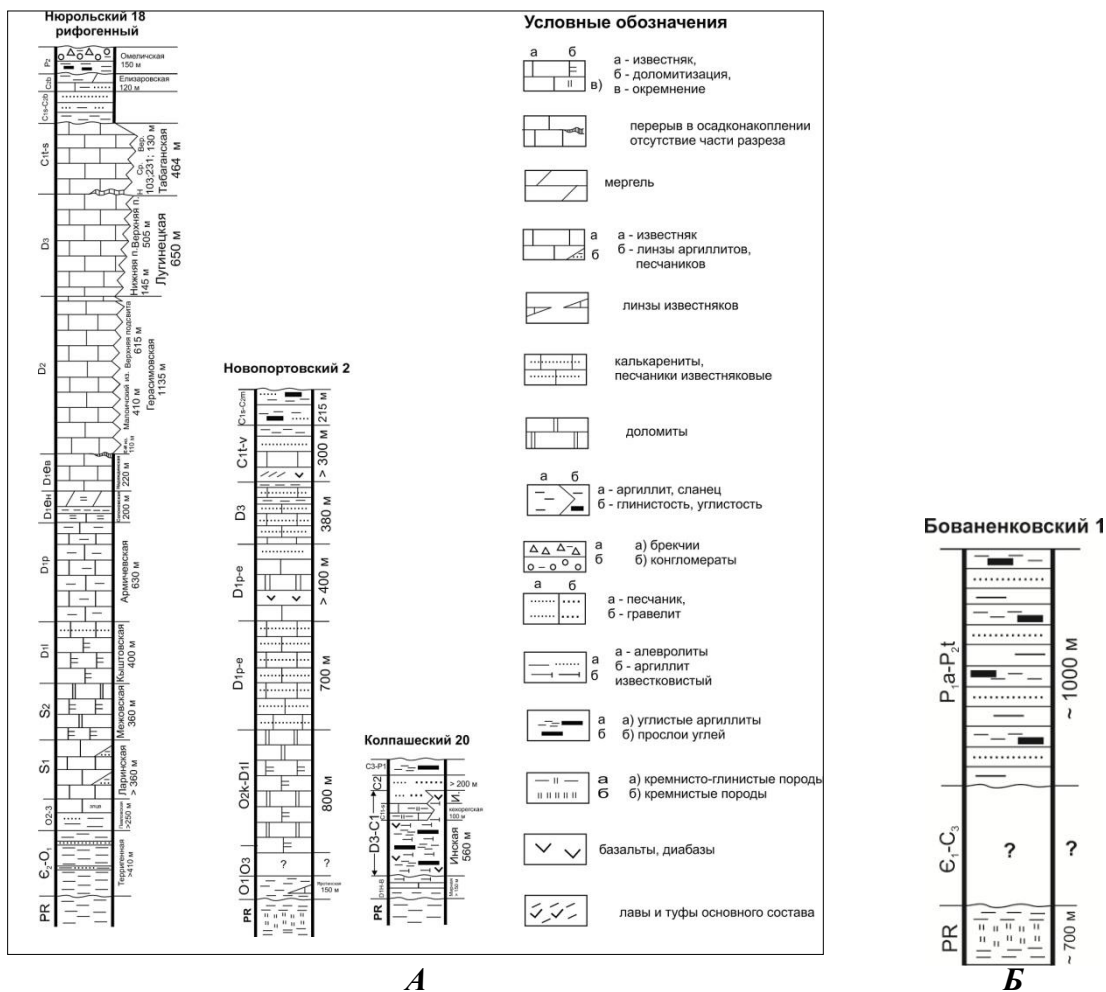
Рис. 4. Породы-коллекторы, вскрытые скважиной Урманская 5

## СЕКЦИЯ 2. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИКИ И ИХ ОСВОЕНИЕ

Ниже НГГЗК в слабо измененных палеозойских образованиях карбонатного (кремнисто-глинистого и кремнисто-карбонатного) состава вдоль зон разуплотнения во вторично-катагенетический этап преобразования пород сформировались породы-коллекторы трещинной гидротермально-метасоматической природы. Они отличаются тем, что выше и ниже этих зон гидротермального изменения в разрезе скважин устанавливаются участки развития пород-неколлекторов. Это субвертикальные участки, секущие палеозойские породы под различными углами.

Установлено предполагаемое наложение зон гидротермальной проработки на зоны пород-коллекторов, сформированных при проявлении гипергенных процессов. При этом формируется единый геолого-поисковый объект. В целом, вероятно, породы-коллекторы, сформированные в палеозойских образованиях ЗСГ и представляют собой участки взаимоналожения трещинных гидротермально-метасоматических зон (субвертикального расположения) на участки развития пород-коллекторов НГГЗК (субгоризонтальные участки).

*Развитие карбонатных пород в Центральной синклинирной зоне.* Центральная синклинирная зона включает территорию (рис. 5) Ньюрольского, Варьеганского, Новопортовского (возможно, Бованенковского) СФР.



**Рис. 5: А – Бованенковский СФР; Б – палеозойские отложения Ньюрольского и Новопортовского (синклинирная зона) и Колпашевского (антиклинорная зона) СФР**

В Ньюрольском СФР мощность вскрытых бурением пород составляет 4920 м, из которых карбонатные породы составляют 3400 м. В пределах расположенного на северном окончании Центрального синклинория Новопортовского СФР мощность палеозойского разреза составляет 2245 м, а карбонатные породы составляют 1300-1800 м. Такое сокращение карбонатной части разреза связано, вероятно, с широким развитием на территории Новопортовского СФР процессов размыва формирующихся карбонатных осадков и с накоплением пород типа карбонатных песчаников, таких как калькарениты (рис. 5).

Для сравнения рассмотрим разрез палеозойских отложений, вскрытых на территории антиклинорной складки в пределах Колпашевского СФР, где мощность вскрытого бурением палеозойского разреза составляет 700 м, из которых карбонатные породы составляют 100 м. Здесь мы имеем дело с фрагментами палеозойских разрезов, которые во время накопления соответствующего возраста отложений могли иметь мощности, сопоставимые с тем, что мы сейчас имеем по Ньюрольскому и Новопортовскому СФР, но, в результате проявления герцинской складчатости, эти отложения были разрушены процессами денудации и гипергенеза (рис. 5).

*Палеозойские образования Новопортовского СФР.* На территории Новопортовского СФР (рис. 1) палеозойские образования несогласно перекрывают выходы протерозойских пород, представленных хлорит-серицит-карбонат-кварцевыми сланцами, фтанитами, метапорфирами (мощность около 700 м).

Палеозойские отложения слагают (снизу вверх): яротинская толща раннего ордовика, представленная темно-серыми филлитовидными глинистыми сланцами (с линзами известняков) мощностью 150 м; толща среднего ордовика-раннего девона – светло-серые, темно-серые, кремовые доломиты, доломитизированные брекчиевидные известняки (мощность 800 м). Их перекрывают образования толщи раннего девона, сложенной серыми, светло-серыми доломитизированными калькаренитами (с линзами известковистых аргиллитов и глобoidных известняков) мощностью около 700 м.

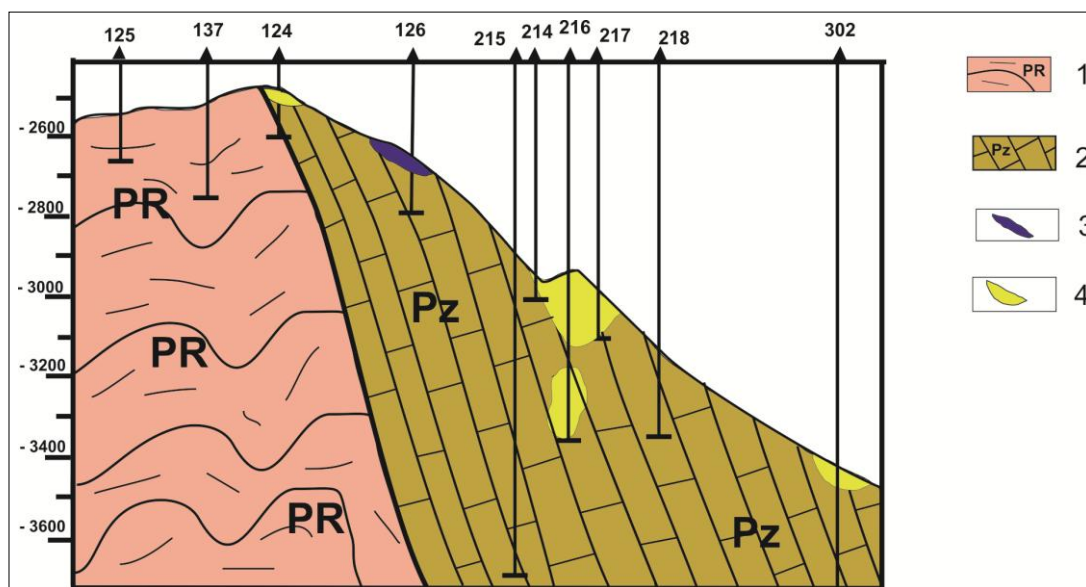
Выше установлены образования среднего девона, представленные песчаниками, известняками, доломитами с телами базальтов (мощность более 400 м). Их перекрывает толща позднего девона, представленная калькаренитами (с прослоями аргиллитов и водорослево-ооидных известняков) мощностью около 380 м, выше которой установлена толща раннего карбона, сложенная аргиллитами, песчаниками, известняками (мощность более 300 м). Завершается палеозойский разрез толщей раннего-среднего карбона, представленной серыми аргиллитами (с примесью песчано-галечного материала), углисто-глинистыми сланцами с растительным детритом (мощность около 215 м).

Таким образом, палеозойские образования, вскрытые бурением на территории Новопортовского СФР, представлены преимущественно карбонатными породами, которые частично разрушались сразу после формирования. И именно к карбонатным породам приурочено развитие пород-коллекторов, установленных в пределах Новопортовского нефтяного месторождения.

*Палеозойские образования Бованенковского СФР.* В пределах Бованенковского СФР установлены протерозойские образования, такие как хлорит-серицит-карбонат-кварцевые сланцы, фтаниты, метаморфизованные эффузивы (мощность до 700 м).

Палеозойский разрез, аналогичный расположенному рядом Новопортовскому СФР в стратиграфическом кодексе [1] показан как предполагаемый. Палеозойские образования представлены только бованенковской толщей пермского возраста, сложенной алевритами, песчаниками и углистыми аргиллитами (мощность около 1000 м). Имеются данные, пока не попавшие в стратиграфический кодекс [1], о разбуренных на территории Бованенковского СФР карбонатных породах, следовательно, можно предполагать наличие в пределах Бованенковского СФР комплекса палеозойских образований, аналогичных вскрытым на территории Новопортовского СФР.

*Новопортовское нефтяное месторождение.* На территории Новопортовского СФР открыто одноименное нефтяное месторождение (рис. 6).



**Рис 6. Геологический разрез палеозойских отложений Новопортовского месторождения (по Журавлеву Е.Г., Облекову Г.И., 2000 г.) [5].**

**Условные обозначения: 1 – докембрийские образования; 2 – палеозойские, преимущественно карбонатные отложения; 3 – продукты коры выветривания; 4 – карстовые образования**

Рядом скважин вскрыты карбонатные образования, измененные вторичными процессами [4], аналогичными описанными нами для территории Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления Нюрольского СФР [3]. По Новопортовскому СФР (рис. 6) установлена синклиальная зона, аналогичная описанной нами для Межовского срединного массива (рис. 2В), в пределах которой в палеозойских карбонатных и кремнисто-глинистых (кремнисто-карбонатных) породах открыт ряд месторождений нефти и газа.

Применительно к палеозойским карбонатным образованиям, вскрытым бурением на территории Новопортовского нефтяного месторождения, также установлено проявление гипергенных процессов формирования пород-коллекторов (НГГЗК), а также, вероятно, и гидротермальных трещинных процессов, наложенных на зону гипергенеза, что, вероятно, и привело к формированию единого геолого-поискового объекта (рис. 6).

*Заключение.*

1. В палеозойских образованиях ЗСГ (Нюрольский и Новопортовский СФР) установлено развитие пород-коллекторов, сформированных в период континентального стояния региона в перми-триасе (субгоризонтальные участки), на которых наложены трещинные зоны формирования вторично-катагенетических трещинных пород-коллекторов гидротермально-метасоматической природы (субвертикальные участки). При наложении субвертикальных участков на субгоризонтальные формируется единый геолого-поисковый объект.

2. Карбонатные породы палеозойского возраста, аналогичные установленным в пределах Новопортовского СФР, вероятно, простираются далее на север под дном южной части акватории Северного Ледовитого океана (Карского моря).

3. В этих карбонатных породах, расположенных под дном Карского моря, возможно формирование аналогичных пород-коллекторов и открытие месторождений нефти и газа.

#### Литература

1. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.
2. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
3. Конторович В.А., Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538 – 547.
4. Ковешников А.Е. Влияние прогрессивного, регрессивного эпигенеза, гипергенеза, вторичного катагенеза на формирование пород-коллекторов в палеозойских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы, 2013. – Т. 323. – №1. – С. 152 – 156.
5. Журавлев Е.Г., Облеков Г.И. Гипергенная газоносная формация фундамента Новопортовского месторождения // Геология нефти и газа, 2000. – № 5. – С. 39 – 43.

#### **ПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ (НА ПРИМЕРЕ НОВОПОРТОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

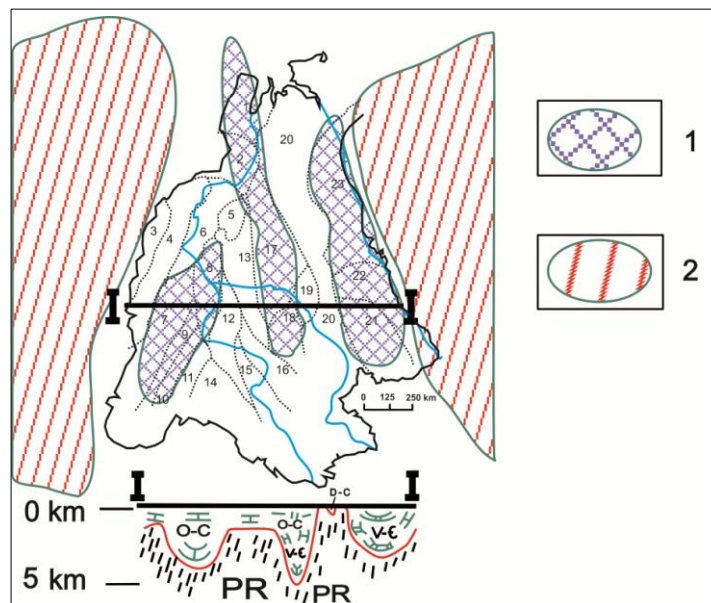
**Е.С. Ваганова, Д.А. Павлова**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

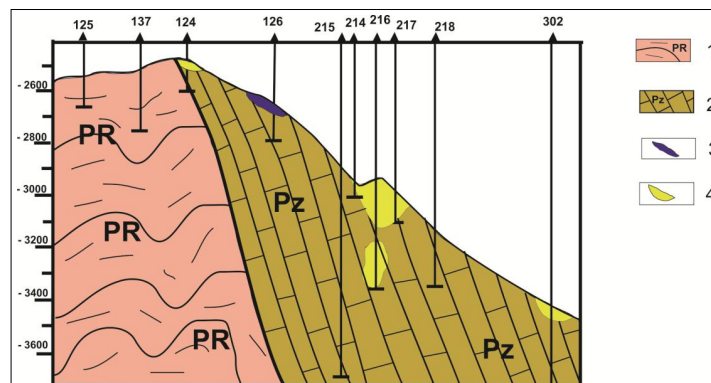
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

*Введение.* Территория Арктики является перспективной зоной пока еще не достаточно детально изученных участков недр России (РФ). Здесь ожидается открытие месторождений нефти и газа, связанных как с юрско-меловыми терригенными (песчано-алевритовыми), так и с палеозойскими, преимущественно карбонатными отложениями. Все палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) [1] подразделяются на 23 структурно-фациальных района (СФР), в пределах каждого из которых установлен свой для каждого набор отложений, отражающий историю их формирования (рис. 1 и 2).





**Рис 1. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы [1], антиклинорные и синклинорные складки и схематический геологический разрез по линии I – I по [2]. Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский**



**Рис. 2. Геологический разрез палеозойских отложений Новопортовского месторождения (по Журавлеву Е.Г., Облекову Г.И., 2000 г.) [3].**

**Условные обозначения: 1 – докембрийские образования; 2 – палеозойские, преимущественно карбонатные отложения; 3 – продукты коры выветривания; 4 – карстовые образования**

*Система синклинорно-антиклинорных складок.* В пределах ЗСГ в период проявления герцинской складчатости [2] сформировалась (рис. 1) синклинорные антиклинорные складки. В пределах синклинорных зон палеозойский разрез сохранился максимально полно, а в антиклинорных зонах палеозойские отложения нивелированы в значительной степени. Центральной синклинорной зоне ЗСГ (рис.



1) соответствует полоса открытых месторождений нефти и газа, приуроченных к известнякам палеозойского возраста, в которых при проявлении процессов гидротермальной доломитизации и гидротермального выщелачивания сформировались породы-коллекторы.

Центральная синклинозная зона протягивается (с юго-востока на северо-запад) через территорию Нюрольского, Варьеганского и Новопортовского (возможно, Бованенковского) СФР. И если в юго-восточной части синклинозия (Нюрольский СФР [2]) установлено развитие синклиналей второго и третьего порядка, в пределах которых по карбонатным отложениям при проявлении гидротермальных процессов сформировались породы-коллекторы и месторождения нефти и газа, то в северо-западном окончании синклинозной зоны логично ожидать формирования синклинозных структур второго и третьего порядка, как это, например, показано в [3].

*Разрез палеозоя на Новопортовском СФР.* В основании палеозойского разреза Новопортовского СФР залегают темно-серые филлитовидные глинистые сланцы (с линзами известняков) мощностью 150 м яротинской толщи раннеордовикского возраста. Затем начинается формирование карбонатных пород. В среднем ордовике-раннем девоне накапливаются светло-серые, темно-серые, кремовые доломиты и известняки, доломитизированные и брекчиевидные (мощность 800 м). Выше залегают серые, светло-серые доломитизированные калькарениты с линзами известковистых аргиллитов и глобоидных известняков раннедевонского возраста (мощность около 700 м). Их перекрывают песчаники, известняки и доломиты среднего девона, среди которых установлено наличие тел базальтов (мощность более 400 м). Они перекрываются калькаренитами с прослоями аргиллитов и водорослево-ооидных известняков мощностью около 380 м позднедевонского возраста. Нижнекарбоновые образования начинаются с толщи аргиллитов, песчаников, известняков мощностью более 300 м, которые перекрывают серые аргиллиты с примесью песчано-галечного материала, углисто-глинистые сланцы с растительным детритом ранне-среднекарбонового возраста мощностью около 215 м.

*Заключение.* Учитывая предполагаемое продолжения карбонатных пород под акваторию Карского моря Северного Ледовитого океана, можно предположить, что данные образования могут содержать ряд пока не открытых месторождений нефти и газа, сформированных аналогично территории Новопортовского СФР. А это значит, что при детальном изучении участка акватории Арктики, который примыкает с севера к Западной Сибири, еще будут открыты новые месторождения нефти и газа.

### Литература

1. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.
2. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
3. Журавлев Е.Г., Облеков Г.И. Гипергенная газоносная формация фундамента Новопортовского месторождения // Геология нефти и газа, 2000. – № 5. – С. 39 – 43.

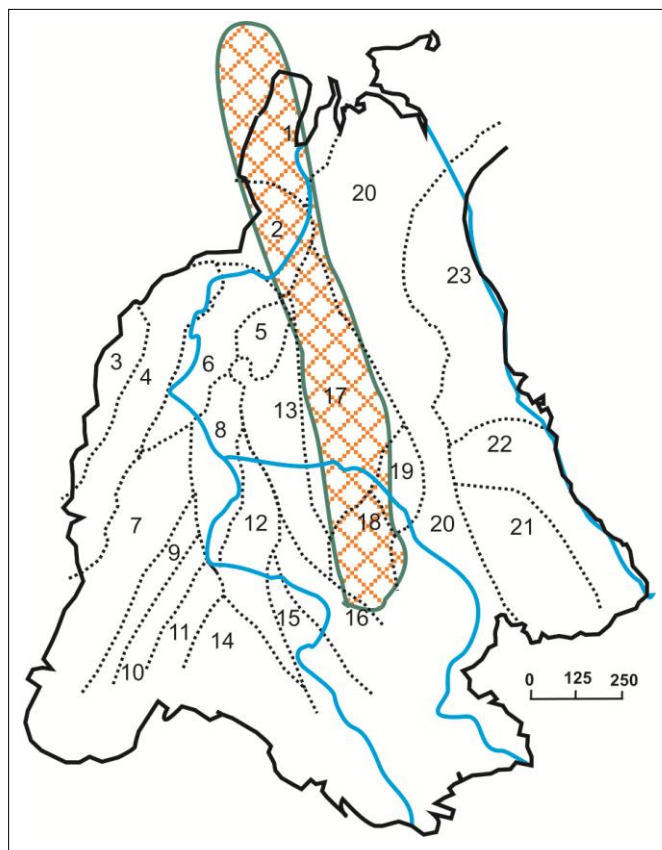
ПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ КАК СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ ЗОНЫ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Е.С. Ваганова, И.В. Титов**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

*Введение.* Акватории арктических морей России (РФ) перспективны для обнаружения в развитых на шельфе отложениях различного возраста месторождений нефти и газа. Одним из таким возможных перспективных объектов для геолого-поисковых работ являются образования палеозойского возраста, развитые в пределах всей территории Западно-Сибирской геосинеклизы [2], которые также простираются на север на территорию шельфа Карского моря. Вся территория ЗСГ подразделена на 23 структурно-фациальных района (СФР), для которых в стратиграфическом кодексе [2] описан литологический состав пород, основные вторичные преобразования, приведены палеонтологические данные об их возрасте (рис.).



*Рис. Структурно-фациальные районы [2]: 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский*

*Центральная синклиноральная зона ЗСГ.* Согласно [1], палеозойские отложения ЗСГ смяты в гигантские синклиноральные и антиклиноральные складки субмеридионального простирания. Центральная синклиноральная зона (рис.) простирается в северном направлении под третичные образования Карского моря и представляет собой последовательно расположенные участки Нюрольского, Варьеганского, Новопортовского (возможно и Бованенковского) структурно-фациальных районов (СФР) [2].

Для Нюрольского СФР установлено развитие бассейновых и рифогенно-аккумулятивных комплексов отложений. Рифогенно-аккумулятивные образования (участки мелководного шельфа) характеризуются развитием преимущественно карбонатных пород (известняков доломитизированных), тогда как для бассейновых фаций (углубленный шельф) характерно появление пород, обогащенных глинистыми минералами. Толщина вскрытого бурением разреза здесь составляет около 4920 м, из которых доля преимущественно карбонатных пород составляет около 3400 м.

Аналогичную картину мы наблюдаем и для Новопортовского СФР, где получили широкое развитие карбонатные породы (рис.). Здесь палеозойские отложения суммарно составляют 2245 м, а преимущественно карбонатных пород здесь установлено около 1300–1800 м.

Варьеганский СФР (расположен между Новопортовским и Нюрольским СФР) по литологическому составу пород ближе к образованиям бассейнового комплекса (углубленный шельф), установленным для Нюрольского СФР. Здесь общая толщина вскрытых бурением палеозойских образований составляет 3020 м, из них преимущественно карбонатные породы составляют около 960–1000 м.

В установленных на отдельных участках Нюрольского и на значительной части Варьеганского СФР бассейновых образованиях роль карбонатных пород существенно уменьшена.

*Заключение.* Развитие на северной оконечности Центральной синклиноальной зоны, сформированной в пределах палеозойских карбонатных отложений ЗСГ, перспективных для формирования в них пород-коллекторов и месторождений нефти и газа, и простирание синклиноальной складки, сформированной в палеозойских отложениях, на север позволяет предположить широкое развитие карбонатных пород в акватории Карского моря. В этих образованиях при осуществлении соответствующего комплекса нефте-газопроисловых работ, вероятно, будут открыты новые месторождения нефти и газа, приуроченные к палеозойским образованиям.

### Литература

1. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
2. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ

Л.П. Дробот<sup>1</sup>

Научный руководитель доцент П.Н. Дробот<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Газпромнефть-Восток», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
г. Томск, Россия

Сегодня континентальный шельф играет важную роль в поддержании мировой добычи нефти и газа. За последние десять лет более 2/3 запасов углеводородных ресурсов было открыто именно на шельфе. Во всех приарктических государствах приняты правовые акты, закрепляющие стратегическое значение Арктики в первую очередь с точки зрения запасов углеводородных ресурсов. Арктические ресурсы нефти и газа являются стратегическим резервом топливно-энергетического комплекса России, обеспечивающим ее энергетическую безопасность в 21 веке.

Вместе с тем степень изученности и освоенности данных ресурсов остается крайне низкой и их оценка на сегодня не вполне достоверна, так как сейсморазведочных работ проведено достаточно, а объемы поисково-разведочного бурения пока малы. В настоящее время на континентальном шельфе США, Норвегии и России в Арктике реализуются лишь единичные проекты. По оценкам экспертов, до 2030 г. на арктическом шельфе будут проводиться главным образом геологоразведочные работы и подготовка месторождений к последующему масштабному освоению.

Благодаря инвестициям в создание бурового флота в период 1983–1992 гг. в Баренцевом, Печорском и Карском морях было открыто 10 крупных месторождений. Фактическое прекращение геологоразведочных работ в Арктике после 1991 г. и утрата арктического бурильного флота привели к тому, что на сегодня степень разведанности арктического континентального шельфа Российской Федерации остается крайне низкой: Баренцево море – 20%, Карское – 15%. Всего на российском континентальном шельфе в Арктике открыто 25 месторождений, причем все они находятся в Баренцевом и Карском морях и имеют извлекаемые запасы промышленных категорий более 430 млн. т нефти и 8,5 трлн. м<sup>3</sup> газа [1].

Первый и пока единственный нефтегазовый проект, реализуемый на российском арктическом шельфе, – разработка с морской ледостойкой нефтедобывающей платформы нефтяного месторождения «Приразломное», открытого в 1989 г. в Печорском море. Запасы месторождения оцениваются в 72 млн. т нефти. Лицензией на его разработку владеет компания «Газпром нефть Шельф». Промышленная разработка месторождения началась в декабре 2013 г. Добываемая нефть получила название «ArcticOil» (ARCO). Для района месторождения характерны сложные природно-климатические условия: ледяной покров сохраняется в течение семи месяцев, высота ледяных торосов достигает двух метров, а минимальная температура воздуха может опускаться ниже 45°С [1].

Освоению подлежит не только шельфовая зона Арктики, но и ее прибрежная часть, где существует большое количество перспективных месторождений нефти и не менее перспективных залежей полезных ископаемых [2].

Существует ряд факторов, которые будут оказывать влияние на возможности приарктических государств и нефтегазовых компаний на разработку морских нефтегазовых ресурсов Арктики:

1. Развитие инфраструктуры. Количество объектов наземной инфраструктуры (ремонтные базы, базы снабжения и аварийно-спасательные

центры), необходимой для обеспечения морских операций, связанных с нефтегазовой деятельностью, крайне ограничено.

2. Развитие технологий. Сегодня нефтегазовые проекты, реализуемые на арктическом шельфе, существенным образом отличаются друг от друга в технологическом плане, что обусловлено различными природно-климатическими условиями регионов их локации. Это приводит к необходимости разработки новых технологий и поиска подходящих технических решений практически под каждый проект, что увеличивает сроки реализации и стоимость проектов.

3. Природно-климатические условия. Низкие температуры, паковые льды и айсберги – отличительные особенности природно-климатических условий региона. Эти особенности во многом сужают временные возможности проведения буровых и иных морских работ, а также предъявляют дополнительные требования к оборудованию и персоналу.

4. Финансово-экономические условия. По оценкам некоторых экспертов, рентабельность арктических морских нефтегазовых проектов, в зависимости от региона, обеспечивается при цене на нефть 40–90 долл. за баррель[1]. Снижение мировых цен на нефть, начавшееся в 2014 г., привело к тому, что целый ряд нефтегазовых компаний заявил о приостановке своих арктических проектов в связи с их нерентабельностью. Дополнительную финансовую нагрузку может наложить ужесточение национальных и международных требований по промышленной и экологической безопасности.

5. Экологическая безопасность. Любая антропогенная активность в Арктике должна минимальным образом воздействовать на арктическую экосистему, не нанося ей существенного вреда. Уже сегодня часть акваторий Северного Ледовитого океана имеет статус заповедных территорий, в которых запрещается любая деятельность, связанная с добычей полезных ископаемых. Необходимо учитывать риски, связанные с последствиями возможных морских нефтяных разливов. Они могут привести не только к банкротству компании-виновника, но и к остановке под давлением природоохранных организаций всей морской нефтегазовой деятельности в Арктике.

6. Санкционные ограничения. Россия столкнулась с санкционными ограничениями со стороны целого ряда западных стран, включая все приарктические государства, в вопросах поставок технологий и услуг для работы на арктическом шельфе. Эти ограничения серьезно сдерживают ее возможности по реализации проектов в Арктике. К тому же ограничения в доступе к апробированным технологиям и решениям увеличивают риск аварий.

Очевидно, что каждый из рассмотренных факторов несет свои риски неопределенности. Например, сегодня сложно предугадать, какими будут цены на нефть в долгосрочной перспективе, насколько продвинутся технологии морской добычи нефти и газа, используемые в Арктике.

### Литература

1. Паничкин И. Проблемы освоения российского арктического шельфа [Электронный ресурс]. URL: [http://russiancouncil.ru/inner/?id\\_4=6871#top-content](http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=6871#top-content) (Дата обращения 29.03.2017)
2. Танкаев Р. Арктическое объединение [Электронный ресурс]. URL: <http://izvestia.ru/news/668868#ixzz4adYJCGs5> (Дата обращения 29.03.2017)



Среди факторов, усложняющих освоение арктических шельфовых месторождений выделяется 5 основных групп: природные, инфраструктурные, геологические, экологические, технологические [4].

Низкая температура, плавучие айсберги, сильный ветер, круглогодичное заледенение акватории, сейсмическая активность региона являются природными факторами. Использование специализированных технологий для экстремальных погодных условий, ледостойких платформ, мобильных комплексов, способных приостановить добычу и покинуть место добычи, специализированных технологий с повышенной сейсмоустойчивостью позволит преодолеть природные факторы при освоении арктических шельфовых месторождений (рис. 2) [4].

К инфраструктурным факторам относятся: отсутствие береговой транспортной инфраструктуры, инфраструктуры материально-технического снабжения. В связи с этим необходимо строительство дорожно-транспортных сетей, магистральных нефте- и газопроводов, морских портов, причалов для перевалки нефти, СПГ-терминалов, обустройство береговых объектов промысловой подготовки и переработки углеводородного сырья.

Акватория	Название месторождения	Год открытия	Классификация по размеру	Глубина моря, м	Удаленность от береговой линии, км	Ледовые условия
Печорское море	1. Поморское (ГК)	1985	Среднее	20-30	10	Тяжелые
	2. Северо-Гуляевское (НГК)	1986	Крупное	10-30	65	Тяжелые
	3. Приразломное (Н)	1989	Крупное	17-19	60	Тяжелые
	4. Варандей-море (Н)	1995	Мелкое	14-18	10	Тяжелые
	5. Медыньское-море (Н)	1997	Крупное	12-22	30	Тяжелые
	6. Долгинское (Н)	1999	Крупное	15-62	90	Ледовые торосы
Баренцево море	1. Мурманское (Г)	1983	Крупное	68-123	250	Минимальная вероятность льда
	2. Северо-Кильдинское (Г)	1985	Среднее	230-280	280	Минимальная вероятность льда
	3. Штокмановское (ГК)	1988	Уникальное	279-380	550	Вероятность айсбергов
	4. Лудловское (Г)	1990	Крупное	200-240	670	Вероятность айсбергов, ледовых торосов
	5. Ледовое ГК	1992	Крупное	200-280	620	Вероятность айсбергов, ледовых торосов
Карское море	1. Русановское (ГК)	1989	Уникальное	50-100	340	Вероятность айсбергов, ледовых торосов
	2. Ленинградское (ГК)	1990	Уникальное	80-160	320	Вероятность айсбергов, ледовых торосов
	3. Северо-Каменномысское (Г)	2000	Крупное	11-14	10	Тяжелые
	4. Каменномысское (Г)	2000	Крупное	11-17	10	Тяжелые

**Рис. 2. Некоторые месторождения арктического шельфа и их характеристика**

Слабая изученность шельфа, наличие многолетнемерзлых пород, неглубокие придонные залежи свободного газа, аномально высокое пластовое давление, эмиссия газа преимущественно метанового состава, в большей степени в морях Восточной Арктики, затрудняют освоение в геологическом аспекте.

Для ликвидации последствий разлива нефти и негативного влияния разливов на экосистему необходима разработка технологий ликвидации разливов нефти в арктических условиях [3].

Одной из особенностей освоения шельфовых месторождений является многовариантность технологий бурения и обустройства месторождения, выбор



которых зависит от удаленности от берега, глубины моря, силы ветра, волнения моря, объема запасов и других.

Технологические факторы предполагают создание новых производственных мощностей, очистка морского дна от захоронения отходов в связи с многочисленными захоронениями ядерных отходов на дне морей, особенно Карского моря [4].

Сегодня Арктика является одним из ключевых нефтегазоносных регионов планеты, а освоение арктического шельфа по своей значимости и сложности очень часто приравнивается к освоению космоса.

Освоение арктических шельфовых месторождений углеводородов возможно лишь при решении огромного количества задач с целью устранения усложняющих факторов.

### Литература

- 1 Богоявленский В.И. Углеводородные богатства Арктики и Российский геофизический флот: состояние и перспективы. Морской сборник. – М.: ВМФ, 2010. – №9. – С. 53 – 62
- 2 Богоявленский В.И. Нефтегазодобыча в Мировом океане и потенциал российского шельфа. ТЭК стратегии развития. – М., 2012. – №6. – С. 44 – 52.
- 3 Лесихина Н., Рудая И., Киреева А., Кривонос О., Кобец Е. Нефть и газ российской Арктики: экологические проблемы и последствия [Электронный ресурс]. URL: [http://www.bellona.ru/reports/oil\\_gas\\_report\\_ru](http://www.bellona.ru/reports/oil_gas_report_ru)
- 4 Мочалов Р.А. Ключевые проблемы и особенности освоения месторождений 55 углеводородов на шельфе Арктических и Дальневосточных морей // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2013. – №1. – С. 148 – 154.
- 5 Никитин Б.А., Захаров Е.В. Арктика ждет // Нефтегазовая вертикаль, 1999. – №1.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОГО АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

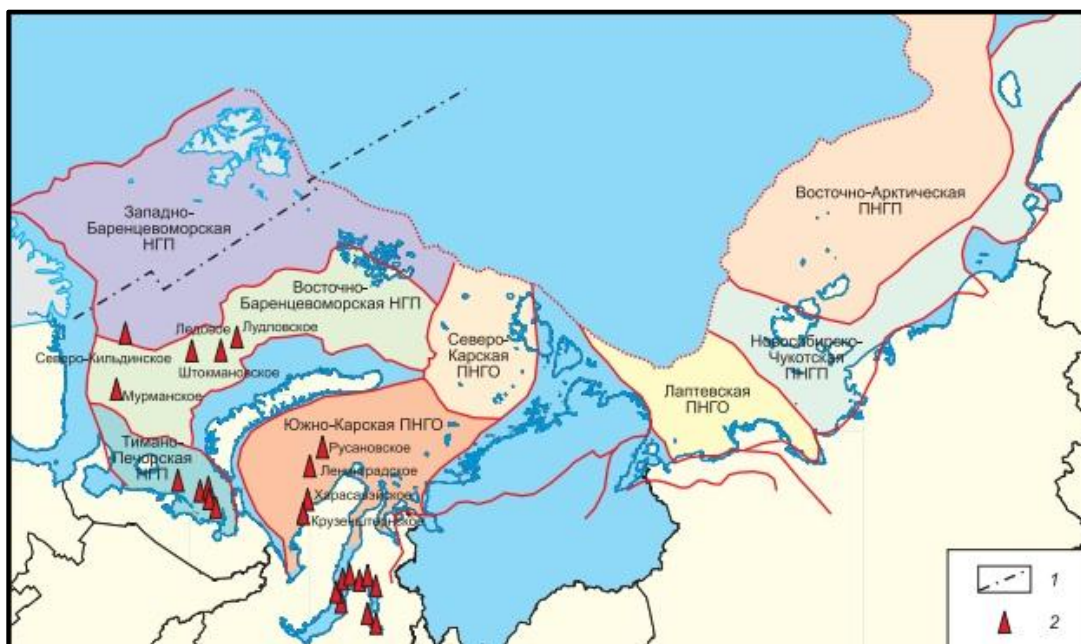
**А.Б. Жамсаранова**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

Истощение углеводородных ресурсов на суше активизировали поисково-разведочные работы в акватории арктического шельфа и развитие морской геологии. Изучение и освоение нефтегазовых ресурсов российского арктического шельфа в акватории Баренцева, Печорского и Карского морей ведется уже более 30 лет. Регион характеризуется высокой перспективностью и хорошей изученностью Тимано-Печорской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций, прилегающих к шельфу.

В пределах арктического шельфа выделены нефтегазоносные провинции: Западно- и Восточно-Баренцевоморская, Тимано-Печорская (Печорское море), Западно-Сибирская (Южно-Карская область) нефтегазоносные провинции, в восточной части – Восточно-Арктическая и Новосибирско-Чукотская нефтегазоносные провинции. Кроме этих провинций в центральной части шельфов арктических морей России выделены Северо-Карская и Лаптевская нефтегазоносные области (рис. 1) [1].



**Рис. 1. Нефтегазоносные провинции арктического шельфа России [1]:  
1 – предполагаемая граница между Россией и Норвегией;  
2 – месторождения углеводородов**

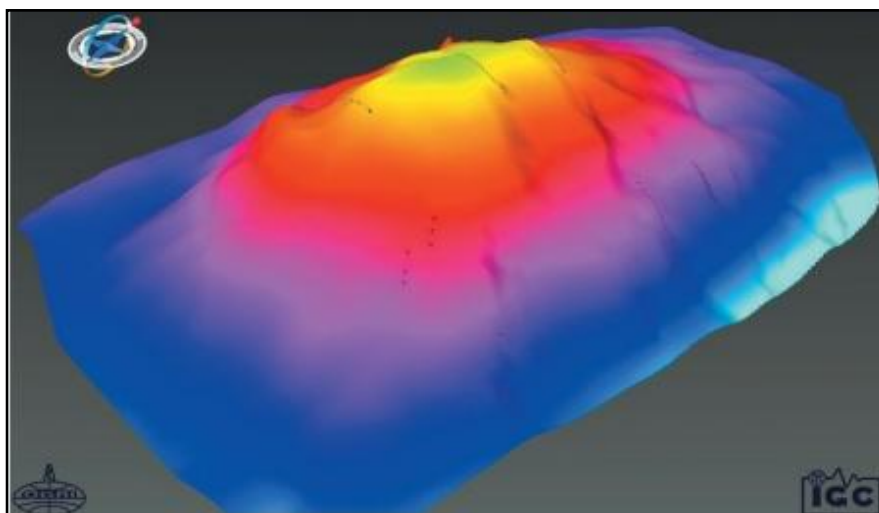
Российский арктический шельф по площади составляет примерно 6 млн. км<sup>2</sup>, и территория пригодная к поисковому бурению и дальнейшей разработке составляет более 60%. Исследователями суммарные извлекаемые запасы арктического шельфа оцениваются в 100 млрд.т, из которых 80% газовые.

На сегодняшний день в России ведется добыча углеводородов на шельфе трех морей на шести месторождениях: Кравцовское – в Балтийском море, Ю. Корчагина – в Каспийском море, Чайво-море, Одопту-море, Лунское и Пильтун-Астохское– в Охотском море (шельф Сахалина) [2].

По сравнению с освоением этих акваторий разработка арктического шельфа не имеет аналогов, что связано, прежде всего, со сложными климатическими условиями региона, разработкой соответствующей технологии разведки и бурения на данных площадях.

Исследование шельфа дает возможность не только дальнейшей эксплуатации участков, но и новую информацию о строении региона, что в перспективе позволит оптимизировать и усовершенствовать технологию разработки месторождений. Стоит сказать, что во многих скважинах, пробуренных на шельфе Арктики, выявлены нефтегазопроявления, которые напрямую говорят о перспективности разведки этой территория, а на островах Колгуев и Белый открыты нефтегазовые месторождения.

Наиболее хорошо изученными объектами разработки на шельфе Западной Арктики являются Приразломное нефтяное месторождение в Печорском море и Штокмановское газоконденсатное месторождение Баренцевом море (3,8 трлн. м<sup>3</sup> газа (рис.2) [2].



*Рис. 2. Кровля газоносных отложений пласта Ю<sub>0</sub> на Штокмановском месторождении [2]*

Исходя из вышеперечисленного, необходимо отметить, что первоочередными районами ГРП на российском арктическом шельфе являются прибрежные территории, которые имеют развитую береговую инфраструктуру, наличие готовых магистральных трубопроводов в ЯНАО и терминалов по отгрузке нефти. В связи с острой стратегической необходимостью приращения и укрепления минерально-сырьевой базы основополагающим является увеличение объемов региональных, поисковых и геолого-геофизических исследований, которые будут направлены на выявление крупных нефтегазовых объектов в арктическом регионе.

#### Литература

1. Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения / А.Э. Конторович, М.И. Эпов, Л.М. Бурштейн и др. //Геология и геофизика, 2010. – Т. 51. – № 1. – С. 7 – 17.
2. Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа России. – // Арктика. Экология и экономика. – М., 2011. – Т. 2. – С. 26 – 37.

#### **АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ РУСАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Г.Н. Заозерский**

Научный руководитель доцент А.Л. Попов

*Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск, Россия*

Современная нефтегазовая отрасль, несмотря на множество трудностей, по-прежнему остается динамически развивающимся сектором отечественной экономики. Но стоит отметить, что ресурсная база, принадлежащая сухопутной части, истощается, либо доступ к ее извлечению становится чрезвычайно сложным. Именно поэтому не стоит забывать о таком регионе как Арктика, в особенности о его шельфовой части, которая является практически единственным регионом мира, где имеются столь большие нетронутые запасы.

Разработка морских месторождений является сложной и наукоемкой задачей, для воплощения которой необходимо привлечение большего количества ресурсов как материальных, так и интеллектуальных.

Осуществление работ по освоению морского месторождения можно разделить на три этапа:

- геолого-геофизические работы, в которые входит поиск перспективных структур;
- проведение разведочных буровых работ;
- возведение и установка стационарных, плавучих, полупогружных или иных платформ и бурение с них эксплуатационных скважин;
- обустройство месторождения технологическими и коммуникационными сооружениями по бурению эксплуатационных скважин, добыче, сбору, подготовке и транспорту нефти и газа, его непосредственную разработку и эксплуатацию [3].

Основным препятствием на пути осуществления всех этих работ стоят климатические, гидрологические и географические условия рассматриваемого участка, где предположительно будет располагаться морское нефтегазовое сооружение (МНГС). Стоит отметить, что именно гидрометеорологические факторы являются основными при выборе МНГС [2].

В районе Карского моря климат можно охарактеризовать как суровый, арктический, 3-4 месяца длится полярная ночь и лишь 2-3 месяца полярный день. Средняя глубина 49 м, наибольшая 155 м. Средняя температура зимой  $-30^{\circ}\text{C}$ , летом от 0 до  $+2^{\circ}\text{C}$ . Ветры очень сильные [1].

Таким образом, исходя из данной краткой характеристики Карского моря, становится понятным, что будущие МНГС необходимо создавать в особо прочном ледостойком исполнении, соответствующим глубинам выбранного участка, гидрометеорологическим и другим факторам.

Рассмотрим три варианта возможного технического решения. В качестве возможного типа МНГС проанализируем:

- морскую ледостойкую стационарную платформу (МЛСП);
- морскую стационарную платформу гравитационного типа на колоннах (МСП-ГТ);
- подводно-подледную буровую установку (ПоБУ) [3].

Рассмотрим в качестве первого вариант МЛСП, данный вид платформы известен в нашей стране тем, что применяется на месторождении Приразломное в Печорском море. Особенностью данного типа платформ является кессонное основание с наклонными боковыми стенками для уменьшения величины силового воздействия. Как волны, так и лед в этом случае при воздействии на боковые поверхности будут изменять направление силового воздействия, поднимаясь по наклонным поверхностям [1]. К минусам данной установки можно отнести то, что в связи с отсутствием опыта, ее использование на больших глубинах не представляется возможным, т.к. глубина в районе Русановского месторождения колеблется от 50 до 100 м. Также в качестве недостатка можно отметить необходимость разработки особого сочетания стальных и железобетонных конструкций, способных эксплуатироваться в арктических условиях.

Теперь рассмотрим случай, когда будет применяться МСП-ГТ. Для описания платформы подобного типа можно прийти к опыту проекта Сахалин-2 на шельфе Охотского моря. Данные платформы изготавливают из железобетона в форме колонн большого диаметра, стоящих на мощной фундаментальной плите, опирающейся непосредственно на подготовленное грунтовое основание. Их можно

транспортировать на дальние расстояния, и они имеют меньшие размеры, чем МСП-ГТ, при этом сохраняя прочностные характеристики. К основным минусам стоит отнести то, что платформа с высокими колоннами под воздействием течений и давления льда может не только потерять устойчивость в результате сдвига, но и опрокинуться, даже в том случае, если сдвиг по подошве фундамента не произойдет.

Перейдем к обзору ПоБУ. Данный тип установок находится в настоящее время на стадии проекта. К его плюсам можно отнести использование на больших глубинах до 500 м. Применять его можно в условиях многолетнего льда любой толщины. К недостаткам относится то, что нет практического опыта применения подобных средств, а поскольку Арктика является регионом с чрезвычайно хрупкими природными условиями, то необходимо особое внимание и к выбору средств, чтобы избежать экологической катастрофы.

Таким образом, проанализировав все МНГС, приходим к выводу, что наиболее оптимальным решением является МСП-ГТ в качестве средства для бурения и эксплуатации Русановского месторождения.

В дальнейшем планируется моделирование параметров МНГС с помощью программных комплексов типа ANSYS.

#### Литература

1. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения: Учебник для вузов. Часть 1. Конструирование. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 555 с.
2. Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Мирзоев Д.А. Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1999. – 373 с.
3. Основы разработки шельфовых нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике: Учебное пособие/ А.Б. Золотухин, О.Т. Гудмestad, А.И. Ермаков и др. – М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 770 с.
4. Сочнев О. Я., Жуковская Е. А. Техническая доступность российского шельфа для освоения в современных условиях // Арктика: экология и экономика. – 2013. – № 2. – С. 48 – 61.

#### **ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

**Э.Я. Зейналов**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Россия обладает крупнейшим в мире шельфом, большая часть которого расположена в арктической зоне. Из более чем в 6 млн. км<sup>2</sup> арктического шельфа, занимающего первое место в мире по своей протяженности, около 4,2 млн. км<sup>2</sup> являются перспективными на обнаружение углеводородов. По прогнозным оценкам, начальные извлекаемые нефтегазовые ресурсы шельфа составляют около 100 млрд. т условного топлива, из них примерно 80% (80-85 млрд.) сосредоточено в Арктике. Дальневосточный сектор российской Арктики включает восточную часть моря Лаптевых, Восточно-Сибирское море с Новосибирскими островами и Чукотское море с островами Врангеля и Геральда, а также остров Сахалин. Северо-восточная

часть этой территории – восточная часть моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря – характеризуются слабой и неравномерной геологической изученностью.

Относительно более изученный Северо-Чукотский бассейн входит в единую систему полярных пассивно-окраинных бассейнов, преимущественно пермско-мелового возраста. Эти стратиграфические позиции слагают основные коллекторские горизонты, нефтегазоносность которых доказывает повсеместность продуктивности этих толщ во всем арктическом регионе (бассейны морей Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Бофорта). Острова Земли Франца Иосифа рассматриваются как перспективные территории российского шельфа.

Перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Чукотского моря базируются на информации о нефтегазоносности севера Аляски, где открыто крупное нефтяное месторождение Прадхо-Бей. В пользу высоких перспектив акваторий Чукотского моря свидетельствует открытие в американской части шельфа крупного газоконденсатного месторождения Бюргер. В скважинах Попкорн, Даймон, Клондайк, пробуренных на шельфе Чукотского моря, известны многочисленные нефтегазопроявления [2].

Седиментационный бассейн шельфа Восточно-Сибирского и Чукотского морей простирается с запада на восток от островов Анжу до побережья Аляски, составляя половину континентальной окраины Азии.

В Восточной Арктике наибольший интерес с точки зрения нефтегазоносности представляет гигантский Северо-Чукотский окраинно-шельфовый рифт, развивавшийся главным образом в мелу и кайнозое: Северо-Врангельско-Геральдская гряда, в частности Западно-Врангелевское и Восточно-Сибирское поднятие, Восточная периклиналь антеклизы Де Лонга.

На этой территории не открыто ни одного месторождения нефти и газа, но перспективы нефтегазоносности оцениваются по наличию крупных месторождений в тех же толщах в смежных районах Аляски. Все крупнейшие, в том числе уникальные, нефтяные месторождения на мегавалу Барроу (Прадхо-Бей, Угну, Уэст-Сак, а также Купарук-Ривер) сосредоточены в главных – пермо-триассовом и нижненеокомском – продуктивных горизонтах и связаны с комбинированными, антиклинальными-неантиклинальными стратиграфически экранированными ловушками, образованными в результате срезания продуктивных горизонтов поверхностью предпоздненеокомского несогласия.

В районе Чукотского моря выделяются осадочные бассейны (рис.): Северо-Чукотский, сложенный в основном палеозой-мезозойскими отложениями, и Южно-Чукотский, сложенный преимущественно мел-кайнозойскими отложениями. Они резко различаются по перспективам нефтегазоносности. Пассивно-окраинный чехол Северо-Чукотского бассейна, толщина которого более 8 км, протягивается в акваторию моря Бофорта и характеризуется значительно более высокими перспективами, что косвенно подтверждается наличием нефтяного месторождения Прадхо-Бей.

На основании сведений о строении осадочного чехла, а также по аналогии с провинцией Арктического склона Аляски в Северо-Чукотском бассейне можно выделить 3 возможно нефтегазоносные системы: палеозойскую, пермско-мезозойскую и верхнемеловую-кайнозойскую [1].



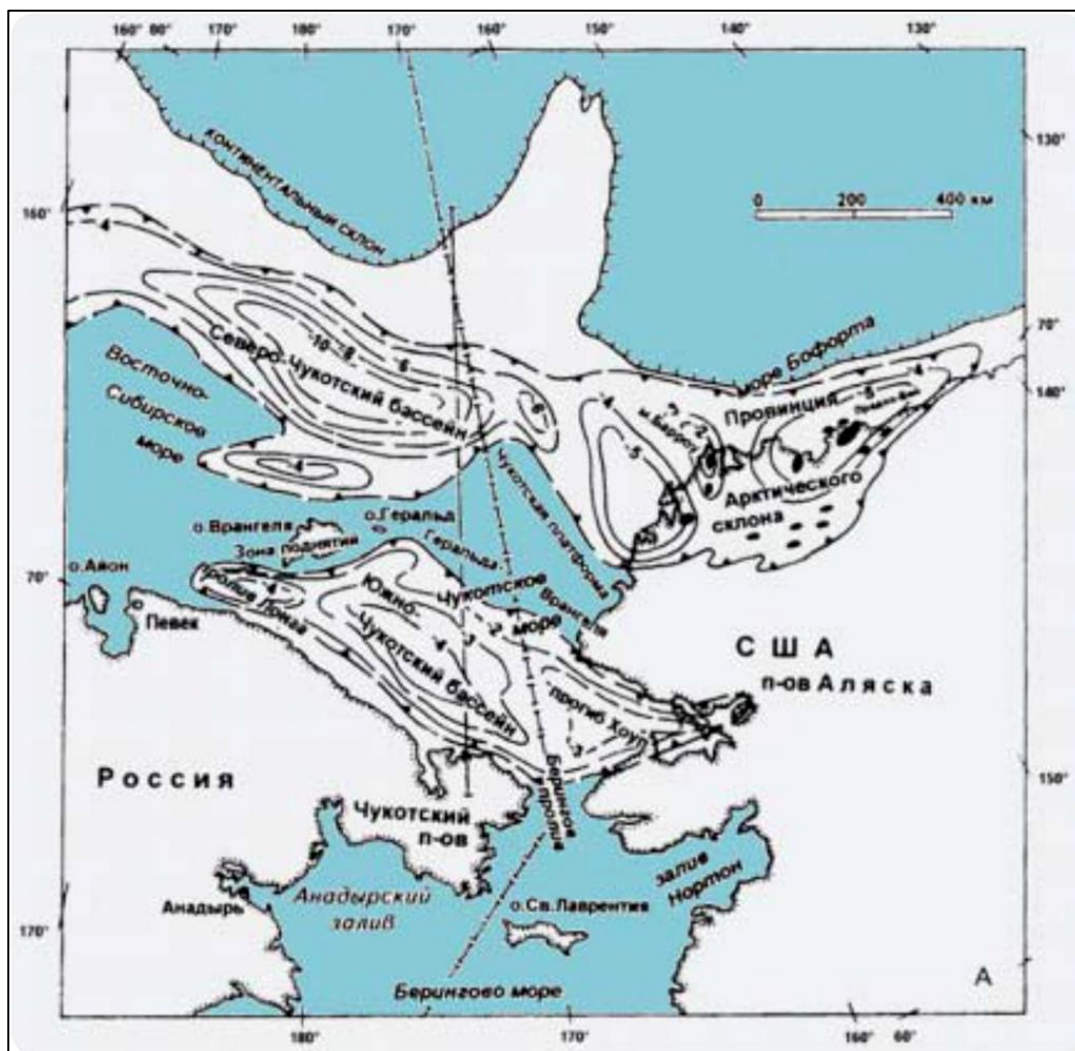


Рис. Схема расположения осадочных бассейнов Чукотского моря и моря Бофорта

В палеозойской системе основной нефтегазоматеринской толщей является девон-каменноугольная глинисто-карбонатная толща с сапропелевым веществом, преобразованная до антрацитной стадии, генерирующая газ и газоконденсат.

В Северо-Чукотском бассейне основной потенциально нефтегенерирующей толщей является пермско-мезозойская, включающая пермо-триасовую и юрско-меловую глинисто-терригенные толщи с сапропелевым веществом.

В нефтегазоносной провинции Арктического склона пермско-мезозойские отложения входят в состав осадочного чехла пермско-нижнемеловой системы, являющейся на Аляске главной нефтегазовмещающей толщей.

Все крупнейшие нефтяные месторождения на мегавалу Барроу, нефтегазоносном районе Аляски, открыты в неокомских, юрских, триасовых и пермских отложениях: месторождение Прудо-Бей с запасами 3 млрд. т – в песчаниках юры и триаса, известняках карбона; месторождение Купарук-Ривер – в юрских песчаниках; месторождение МилнНПойнт – в песчаниках триаса и мела.

В Южно-Чукотском бассейне в качестве одного из возможных нефтегазопромысловых объектов следует рассматривать отложения палеогена.



Пространственным аналогом бассейна является бассейн Хоуп у берегов Аляски. Общая мощность осадков достигает 4 км.

Южно-Чукотский бассейн сложен мел-кайнозойским осадочным чехлом, который не связан с палеодельтами, и потому для него проблематичны залежи в коллекторах с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами, а недостаточная толщина осадочного чехла не обеспечивает скопление значительных объемов углеводородов.

С учетом современной изученности углеводородного потенциала отложений осадочного чехла северо-восточных шельфов арктических морей России Лаптевский шельф выделяется как наиболее перспективный на углеводороды, а Северо-Чукотская впадина – как наиболее перспективная региональная структура, в разрезе чехла которой (по результатам бурения в американском секторе) выделены конкретные нефтегазовые толщи и комплексы (рис.). С точки зрения нефтегазоности наибольший интерес представляет Лаптевский седиментационный бассейн, начальные суммарные ресурсы которого составляют около 5% общих ресурсов Арктического шельфа России [3].

### Литература

1. Евдокимова Н.К., Яшин Д.С., Ким Б.И. Углеводородный потенциал отложений осадочного чехла шельфов восточно-арктических морей России (Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского) // Геология нефти и газа, 2008. – № 2. – С. 3 – 12.
2. Нафтидное районирование российских арктических акваторий в связи с размещением и поисками уникальных месторождений нефти и газа / К.Н. Кравченко, О.В. Иванова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 2000. – № 11. – С. 2 – 10.
3. Углеводородные системы Арктики от Аляски до Баренцева моря в связи с прогнозом нефтегазоносности Арктического шельфа / Э.М. Галимов, А.С. Немченко-Ровенская, В.С. Севастьянов, Э.А. Абля // Недропользование XXI век, 2009. – № 2. – С. 61 – 67.

### **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ОТЛОЖЕНИЙ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

**М.З. Кажумуханова**

Научный руководитель доцент Т.Г. Перевертайло

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

В настоящее время Арктический шельф представляет огромный интерес, как с научной, так и с практической точки зрения. Однако освоение минеральных ресурсов арктических акваторий связано с большими рисками, такими как специфические природные условия, отсутствие инфраструктуры и опыта ликвидации влияния разливов нефти на арктическую систему, слабая изученность шельфа. Также серьезный риск при постановке и проведении морских буровых работ представляют газогидраты [1, 3], которые мало изучены в наших арктических морях.

Особый интерес с позиций гидратоносности представляет шельф моря Лаптевых, представляющий собой субмариннуююкриолитозону [1], в которой были обнаружены [4, 5] мощные и множественные прорывы метана (с концентрацией до

700 нм) в виде фонтана пузырьков (так называемые факелы), поднимающихся со дна моря через толщу воды с глубин 60–110 м, а местами уходящими в атмосферу. Именно в этом глубинном интервале ранее предполагалось наиболее значительное протаивание подводной мерзлоты [2], что способствует формированию сквозных газывыводящих путей [5].

Зарегистрированные на Арктическом шельфе факты резкого повышения температуры, по сравнению с прошлым веком (около 5°C [3]), высочайшая скорость береговых эрозионных процессов, ежегодный сброс CH<sub>4</sub> [4, 5], несоизмеримо больший по сравнению с другими объектами, найденные океанические аномалии растворенного метана, в том числе в виде больших (до 500 м в диаметре) факелов, обусловили необходимость проведения более детальных работ.

Работа является продолжением работ по изучению арктического шельфа [6], выполнена в ТПУ в рамках договора № 14.Z50.31.0012 от «19» мая 2014 г. с Министерством науки и образования Российской Федерации «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий».

Целью работы является изучение литологического состава, распределения органического вещества (C<sub>орг</sub>) и изотопного состава углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в отложениях моря Лаптевых.

Предметом исследования послужили 24 поверхностные пробы (0-5 см) донных осадков северной части моря Лаптевых и 7 образцов осадочного материала клифа мыса Муостах, полуострова Быковский, отобранные в ходе экспедиции 2011 и 2015 гг. на борту флагмана научно-исследовательского флота ДВО РАН НИС «Академик М.А. Лаврентьев».

Гранулометрический анализ проводился ситовым методом. Содержание C<sub>орг</sub> определялось на приборе Rock-Eval в Международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей Томского политехнического университета.

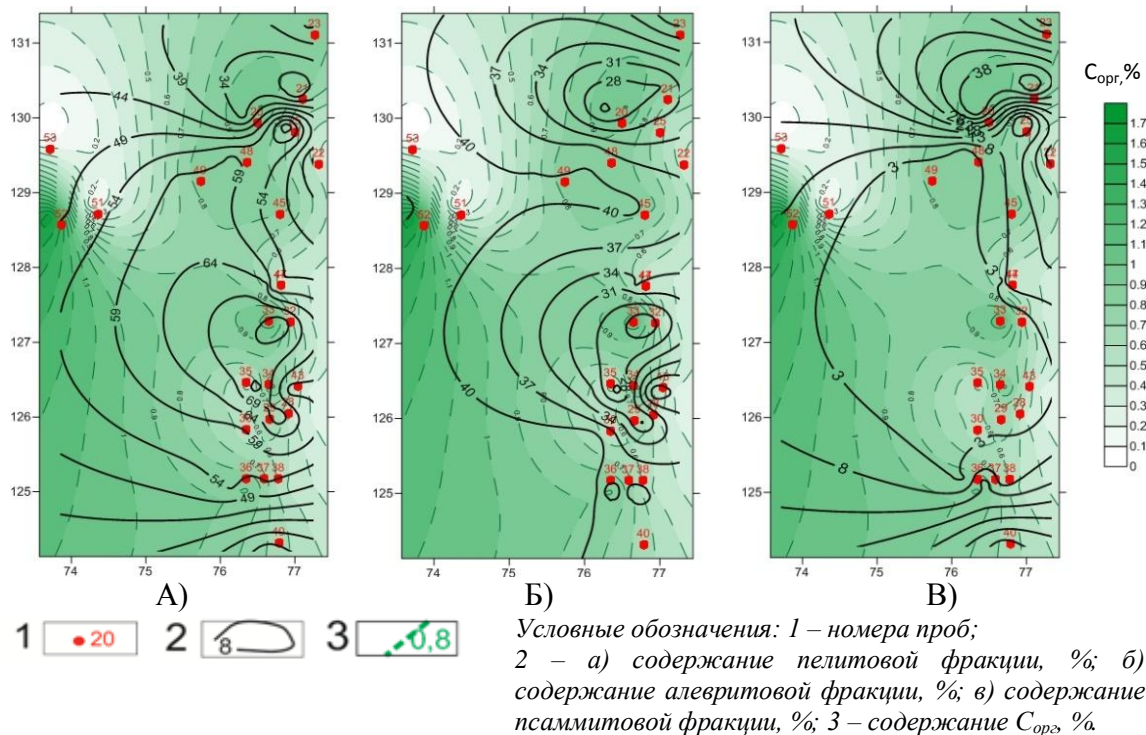
Согласно данным рентгенофазового анализа основу минералогического состава отложений мыса Муостах составляют каркасные минералы – кварц и полевые шпаты, содержание которых достигает 72-82,7 %. Полевые шпаты в изученных образцах представлены в основном плагиоклазами, тогда как калиевый полевой шпат присутствует в осадках в незначительных количествах. Доля калиевых полевых шпатов составляет в среднем около 6 %, плагиоклазов – 26 %, при общем содержании полевых шпатов более 30 %.

Глинистые минералы представлены каолинитом, хлоритом и иллитом, и их содержание в осадочном материале мыса не превышает 27%. Смешаннослойные образования обнаружены в образцах, отобранных на абсолютных отметках 20, 11 м, в волноприбойной нише и в конусе выноса. Зональность распределения глинистых минералов заключается в следующем: вниз по разрезу падает доля хлорита, возрастает количество иллита, каолинита и смешаннослойных отложений, достигая максимальных концентраций на высоте 11 м, что говорит о континентальных условиях осадконакопления.

Изучение *органического* вещества является важным аспектом гидрохимических, гидробиологических и геологических исследований и наиболее презентабельным его показателем является органический углерод.

Содержание C<sub>орг</sub> в исследованных пробах моря Лаптевых варьируется от 0,03 до 1,61 %. Для выявления закономерностей содержания и распределения C<sub>орг</sub> в

поверхностном слое донных осадков была построена карта распределения органического углерода (рис. 1) и сопоставлена с картой распределения гранулометрического состава.



**Рис. 1.** Карта распределения гранулометрического состава и содержания  $C_{орг}$ .

Таким образом, выявлено относительное обогащение органическим углеродом пелитовых осадков северной части моря Лаптевых. Причиной этого, возможно, является повышенная сорбция  $C_{орг}$  тонкой пелитовой фракцией.

Содержание  $\delta^{13}C$  в исследуемых образцах мыса Муостах варьирует в широких пределах (от -23 до -28‰). Отложения, залегающие на абсолютной высоте от 5 до 15 м, обладают более тяжелым изотопным составом ( $\delta^{13}C$  от -23 до -24). Наиболее низкие значения (-27, -28) характерны для образцов, обладающих наиболее высоким содержанием  $C_{орг}$ .

Количество летучих органических соединений (количественно равное экстрагируемой части органического вещества породы – параметр S1) в осадках невелико по сравнению с продуктами деструкции органического вещества (параметр S2).

Можно заключить, что основная масса органического вещества представлена высокомолекулярными нелетучими соединениями – био-геополимерами (табл. 1 и 2).

По полученным данным литологического анализа построен сводный геологический разрез обнажения мыса Муостах (рисунок 2, А, Б) и распределения органического вещества (ТОС), органических соединений и изотопного состава органического углерода ( $\delta^{13}C$ ) (см. рис. 2, В).

Таблица 1

*Данные Rock-Eval анализа осадочного материала*

№ образца	Параметры Rock-Eval						
	S1, мг/г	S2, мг/г	S3, мг/г	ТОС, % мас.	HI, мг/г	OI, мг/г	MinC, % мас.
21,5	36,13	104,9	70,4	34,2	307	206	1,61
20	5,20	15,8	6,78	5,35	294	127	0,22
15	0,19	2,21	3,26	2,02	109	161	0,18
11	0,13	1,39	2,62	1,72	81	152	0,15
5	0,02	0,14	0,99	0,96	15	103	0,11
ВП1	0,57	5,14	4,30	2,75	187	156	0,17
KB1	0,50	3,84	4,67	2,94	131	159	0,22

Примечание: ТОС – total organic carbon (количество органического углерода), % мас.; S1 – количество летучих (300 °С) органических соединений, мг/г породы; S2 – количество летучих продуктов деструкции органического вещества, мг/г породы; HI – водородный индекс S2×100/ТОС, мг продуктов деструкции/ г органического углерода, MinC – содержание минерального углерода, % мас.

Таблица 2

*Геохимические коэффициенты, рассчитанные на основе ХМС данных*

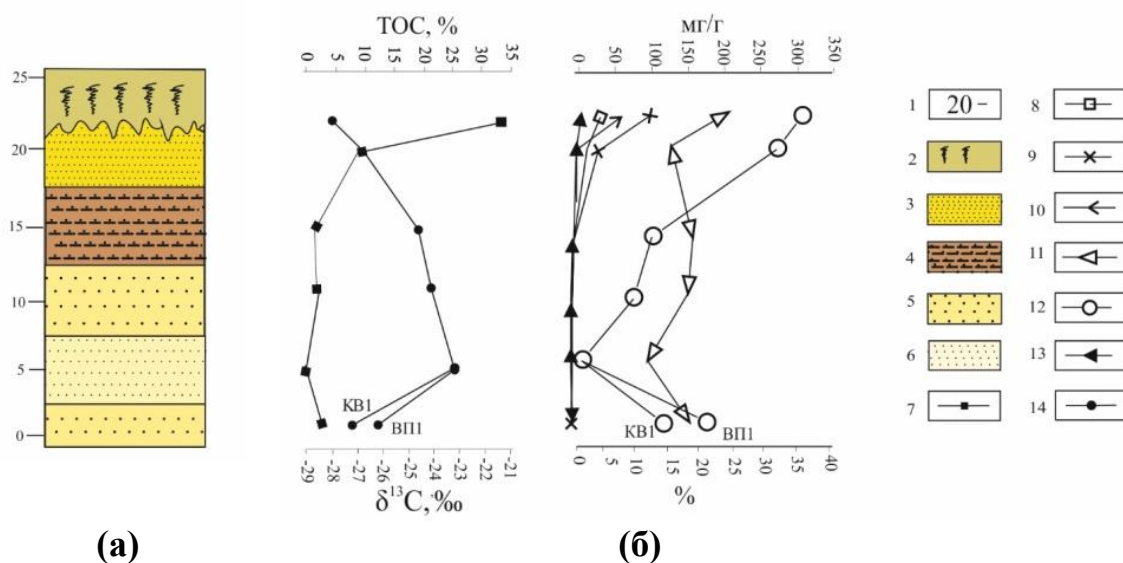
№ образца	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	Геохимические коэффициенты				
		Pr/Phy	$K_i$	A/B	C/D	CPI
21,5	-28,00	1,30	0,50	0,19	0,16	6,94
20	-27,20	0,78	0,27	0,28	0,07	7,17
15	-24,30	1,20	0,34	0,18	0,06	9,19
11	-24,30	1,01	0,47	0,31	0,15	7,55
5	-23,60	0,38	0,52	0,44	0,03	3,94
ВП1	-26,20	1,02	0,30	0,34	0,07	6,66
KB1	-27,60	1,31	0,36	0,22	0,08	7,18

Примечание: A/B – отношение суммы площадей пиков n-алканов по четной огибающей к сумме площадей пиков высокомолекулярных n-алканов – маркеров высшей наземной растительности по m/z 57, C/D – отношение суммы площадей пиков низкомолекулярных n-алканов к сумме пиков высокомолекулярных алканов по четной огибающей по m/z 57,  $K_i = (\text{Pr} + \text{Phy}) / (n\text{C}_{17} + n\text{C}_{18})$ , Pr – пристан, Phy – фитан;

$\text{CPI} = 0,5 * [(C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31} + C_{33}) / (C_{24} + C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32}) + (C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31} + C_{33}) / (C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32} + C_{34})]$

Максимальные значения всех исследуемых параметров зафиксированы в верхней части разреза, представленной торфяником, затем исходные значения содержания  $S_{\text{орг}}$  к средней части разреза уменьшаются в среднем в 20 раз (до 1,7 %), на пляже – еще почти в 2 раза, при результирующем сокращении до 37 раз.

Содержание органического углерода в отложениях клифа резко увеличивается к конусу выноса и волноприбойной нише, в которой отмечается наличие растительных остатков, вероятнее всего, накопившихся в результате сползания материала с более молодых верхних горизонтов разреза вследствие процессов эоловой эрозии и термоабразии.



**Рис. 2. Распределение органического углерода по разрезу ледового комплекса мыса Муостах**

**(а) литологическая колонка; (б) данные Rock-Eval анализа исследуемых проб.**

Условные обозначения: 1 – абсолютная высота над уровнем моря, м; 2 – дерново-торфяной покров; 3 – песок мелкозернистый; 4 – алевроит пелитовый; 5 – песок крупнозернистый; 6 – песок среднезернистый. 7 – распределение общего содержания органического углерода (ТОС, %); 8 – S1 – количество летучих (300 °С) органических соединений, мг/г породы; 9 – S2 – количество летучих продуктов деструкции органического вещества, мг/г породы; 10 – S3 – количество CO, выделившегося при пиролизе керогена и при низкотемпературном (<600 оС) разложении карбонатов, мг CO/г породы; 11 – HI – водородный индекс S2×100/ТОС, мг продуктов деструкции/ г органического углерода; 12 – OI – кислородный индекс, мг CO/г Сорг; 13 – MinC – содержание минерального углерода, % мас.; 14 – распределение изотопного состава органического углерода ( $\delta^{13}C$ , ‰)

#### Литература

1. Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е. Газогидраты морей и океанов – ресурсы, экология, проблемы освоения. – М.: Нефть и Газ, 2009. – 416 с.
2. Изменение климата. Обобщающий доклад МГЭИК // Отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата, 2007. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_ru.pdf) [дата обращения 02.04.2013]
3. Ozone Depletion: Scientific Assessment of Ozone Depletion // WMO Global Ozone Research and Monitoring Project. – Report № 37. –P. 67 – 86.
4. Shakhova N., Semiletov I., Gustafsson O. Methane from the East Siberian Arctic Shelf-Response // Science, 2010. – Vol. 329 (5996). – P. 1147–1148.
5. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice // Philosophical transactions of the royal society, 2015. –№373. –P. 1471 – 2962.
6. Perevertailo T., Nedolivko N., Kazhumukhanova M. Features of lithological and granulometric composition of bottom sediments in the northern part of Laptev Sea // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – Vol. 43. – 012007 doi:10.1088/1755-1315/43/1/012007

**КАРТИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕТРАДИЦИОННОЙ (СЛАНЦЕВОЙ) НЕФТИ**

**А.Р. Кайтукаев**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

*Введение.* Нетрадиционная нефть, или как у нас именуется нефть из плотных пород (низкопроницаемых коллекторов) – «трудноизвлекаемая», «сланцевая нефть». Именно такая терминология сегодня чаще всего применяется для обозначения всего многообразия «нетрадиционных» источников нефти, требующих для своей добычи применения специальных технологий (многоствольные горизонтальные скважины, многостадийные разрывы, микросейсмические и микроскановые наблюдения). В эту же группу входит нефть, не мигрировавшая в вышележащие или прилегающие к нефтематеринской формации толщи, т.е. запечатанные в генерирующей толще.

В последние 5 лет фиксируется тренд снижения добычи нефти в основном нефтедобывающем регионе Российской Федерации – Западно-Сибирском. Поэтому обращено внимание на залежи нефти непосредственно в баженовской нефтематеринской свите [1], включая ее сланцевую нефтеносность арктической материковой окраины [2].

Системный подход к резервуарам сланцевой нефти, как к нефтегазоперспективным объектам, является трудной задачей и находится в стадии разработки [3].

Ключевым фактором, детализирующим характеристику материнской свиты, как питающей выше/ниже лежащие терригенные комплексы или как сланцевой формации, являются время действия и температурный режим главной фазы нефтеобразования, нефтяного окна. Иначе говоря, основные объемы нефти, генерированной, аккумулятивной или мигрировавшей в коллектор, локализируются там, где материнские отложения в большей степени находятся/находились в главной зоне нефтеобразования [4].

*Технология зонального районирования*, базирующаяся на методе палеотемпературного моделирования. Восстановление термической истории материнских отложений выполняется на основе палеотектонических и палеотемпературных реконструкций. Метод палеотемпературного моделирования основан на численном решении уравнения теплопроводности. Метод позволяет на первом этапе, по «наблюденным» температурам в скважине, рассчитать тепловой поток через поверхность осадочного чехла. На втором же этапе, зная тепловой поток, рассчитываются геотемпературы в любых заданных точках осадочной толщи в любой момент геологического времени. Объектом палеотемпературного моделирования является осадочный разрез представительной глубокой скважины [4].

*Методика геологического анализа*, разработанная с учетом зарубежного опыта. Эта методика позволяет выделять и ранжировать перспективные районы, определять точки заложения поисковых скважин. Суть метода заключается в относительно недорогом геологическом анализе: рассматриваемые «сланцевые» формации вскрыты многочисленными скважинами и пройдены сейсмическими профилями, которые как раз и используются в анализе. Непосредственно сама методика опирается на условия наличия нефти и газа в «сланцевых» формациях [5]: 1) содержание органического вещества в формации более 1%; 2) соответствующая термическая (катагенетическая) зрелость этого органического вещества; 3) пористость отложений не менее 3% (чтобы сланец содержал в этих порах

достаточные для разработки объемы углеводородов); 4) наличие перекрывающих и подстилающих толщ, обеспечивающих удержание углеводородных флюидов в нефтематеринской формации.

*Американский метод* тоже достаточно интересен: при разработке сланцевых полей встречаются участки с резко увеличенными притоками, американцы их называют «Sweet Spots» – «Лакомые Кусочки», в русской терминологии – это законсервированные очаги генерации углеводородов. В большинстве поисковых скважин, пробуренных в перспективном поле развития сланцевой формации, получают небольшие притоки газа.

При получении значительного притока углеводородов ставятся специальные сейсмические работы, по результатам которых отслеживается развитие эффективного коллектора. Геологи уловили эту особенность, с тех пор в американской практике поисковые работы, в значительной степени, свелись к поискам «Sweet Spots». Данные участки ищут сейсмическими методами трехкомпонентной (ЗК) сейсморазведки, которая приблизительно в 2 раза дороже метода сейсморазведки ЗД, а также занимает очень продолжительное время [6].

*Заключение.* Помимо достаточно сложной технологии поисков запасов «нетрадиционной нефти», проблема заключается также в рентабельности этих запасов.

«Сланцевая» или нетрадиционная нефть – одно из самых приоритетных направлений нефтяной промышленности, в реалиях уменьшения запасов традиционной нефти, но оно же имеет множество негативных сторон, еще не позволяющих занять уверенное лидерство в области нефтяной промышленности.

### Литература

1. Исаев В.И., Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Сунгурова О.Г. Районирование мегавпадин Томской области по плотности ресурсов сланцевой нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 1. – [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ngtp.ru/rub/4/1\\_2016.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/1_2016.pdf)
2. Стоцкий В.В., Искоркина А.А. Позднеэоценовая регрессия как фактор геотермического режима нефтематеринских отложений арктических районов Западной Сибири (на примере Южного Ямала) // Материалы IX Всероссийской научной молодежной конференции имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 262 – 265
3. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 5. – С. 8 – 17
4. Исаев В.И., Исаева О.С., Лобова Г.А., Старостенко В.И., Фомин А.Н. Экспресс-районирование материнской свиты по плотности ресурсов генерированной нефти (на примере Нюрольской мегавпадины) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 3– С. 23 – 37.
5. Жарков А.М. Концептуальные модели формирования и методика поисков углеводородов в наиболее значимых «сланцевых» формациях России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2015. – Т. 10. – № 4. – [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ngtp.ru/rub/11/47\\_2015.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/11/47_2015.pdf)
6. Javier Carrasco, Enrique M. Trillo. Sweet Spot Geological Techniques for Detecting Oil Field Exploration Locations // SPE Latin American and Caribbean Petroleum



Engineering Conference, 18-20 November, Quito, Ecuador, 2015. – [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.2118/177035-MS>

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

**В.А. Ким**

Научный руководитель доцент Е.Н. Пашков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Ни одна из сырьевых отраслей не вызывает столько волнений и не приносит столько прибыли, как нефть и газ, которые являются главными энергоносителями. Умение использовать эти ключевые продукты и их запасы, держать в руках ниточки бизнеса в этих направлениях, определяет путь к экономическому процветанию и выбору политической и экономической стратегии государства.

Задумывались Вы когда-нибудь над тем, почему Россия является одной из стран-лидеров по добыче нефти и газа на дальнем севере и в мире? Сегодня Россия входит в тройку мировых лидеров по добыче углеводородов: в 2014 г. в стране было добыто 525 млн.т нефти и 668 млрд. м<sup>3</sup> – природного газа. При этом более чем 90% всего газа и около 10% нефти дают месторождения российского сектора Арктики, т.е. арктических регионов России. Неудивительно, что именно Россия исторически лидировала по многим направлениям освоения арктических нефтегазовых ресурсов, от разведки до ввода в эксплуатацию новых месторождений, и делала это, опираясь на отечественную науку и отечественные технологии.

Арктическая зона России в целом представляет собой колоссальный сырьевой резерв страны и относится к числу немногих регионов мира, где имеются практически нетронутые запасы углеводородного (нефти и газа) и минерального сырья. На относительно небольших территориях здесь сосредоточены крупнейшие месторождения полезных ископаемых.

Россия омывается водами 13 внутренних и окраинных морей. Площадь шельфа и континентального склона России составляет 6,2 млн. км<sup>2</sup>, что соответствует 21% площади шельфа Мирового океана. Шельф площадью не менее 4 млн. км<sup>2</sup>, континентальный склон и глубоководные зоны площадью 0,4–0,5 млн. км<sup>2</sup> являются перспективными на нефть и газ. На российском шельфе открыто 20 крупных морских нефтегазоносных провинций и бассейнов, из которых 10 – с доказанной нефтегазоносностью. Крупнейшими осадочными бассейнами в арктической части являются: Восточно-Баренцевский, Южно-Карский, Лаптевский, Восточно-Сибирский и Чукотский. Начальные геологические ресурсы углеводородов на шельфе России составляют 136 млрд. т.

Ключевым понятием для нашего исследования является то, что при разработке и добыче нефти и газа в условиях крайнего севера на арктическом шельфе возникают проблемы: во-первых, обнаружить утечку подо льдом гораздо сложнее, чем на суше; во-вторых, локализация и устранение утечек также существенно осложнялись наличием на поверхности воды ледяного покрова; в-третьих, необычайная хрупкость экосистемы Арктики означала, что любая авария грозит обернуться настоящей катастрофой. Все это требует создания очень надежной системы – не может быть допущено ни одной ошибки.

*К основным сложностям, с которыми сталкиваются компании, относятся:*

1. Климатические. Суровый климат (сильные морозы практически круглый год), продолжительная полярная ночь, угроза повреждения морских буровых

установок арктическими льдами, болотистая тундра, обуславливающая сезонность деятельности во многих регионах, ограниченная биологическая активность – все это крайне отрицательно сказывается на персонале и оборудовании.

2. Инфраструктурные. Незрелая инфраструктура, разработка новых месторождений «с нуля» – занятие очень дорогостоящее и подверженное существенным экологическим рискам. Для Арктики потребуется специальное оборудование (в частности, специальные танкеры и ледоколы). При этом подведение протяженных коммуникаций, снабжение и логистика осложняются суровыми климатическими условиями.

3. Конкуренция. Рост предложения углеводородов на мировом рынке, как из традиционных, так и из нетрадиционных источников, ставит под сомнение экономическую целесообразность разработки арктических месторождений. Конкуренцию может составить в первую очередь сланцевый газ, а также всё в большей степени газ, содержащийся в угольных пластах, и сжиженный природный газ. Постоянно повышаются оценки ресурсного потенциала менее экстремальных областей, освоение которых может быть экономически оправданным и безопасным с экологической точки зрения, нежели разработка арктических месторождений природного газа.

Еще одной проблемой в освоении на арктическом шельфе может стать наличие многолетнемерзлых пород. Существенная часть шельфа Арктики России и других стран так же, как и ее суша, характеризуется наличием многолетнемерзлых (палеомерзлых) пород (ММП), о которых упоминается в работах многих полярных исследователей в течение нескольких столетий. Зоны распространения ММП и их мощность на шельфе Арктики наиболее хорошо изучены в районах нефтегазопромысловых исследований. Бурение показало широкий диапазон изменения мощности морских ММП: от единиц до сотен метров, на ряде площадей она достигает 600 – 737 м. Одной из особенностей ММП, расположенных на побережьях морей Арктики и часто представленных крупными массивами льда, является их значительное разрушение под действием теплового и водного (волнового) воздействия (термоабразия и термоэрозия). За счет этого наблюдается высокая среднегодовая скорость отступления береговой черты, достигающая в Карском море 2,9 м, в море Лаптевых – 5,5 м, в Восточно-Сибирском – 6,1 м, в море Бофорта – 7,3 м, а на острове Колгуев – до 10 м.

Таким образом, площадь Северного Ледовитого океана постоянно увеличивается, изменяются очертания берегов, возрастает угроза разрушения береговых объектов, возникают препятствия судоходству в прибрежной полосе за счет возникновения ранее неизвестных мелей.

Крайний Север может внести немалую лепту в решение энергетических проблем человечества, что информирует беспрецедентный интерес мирового сообщества к полярному региону. Ситуация осложняется тем, что значительная часть арктических запасов трудно извлекаема и требует совокупных международных усилий и активного инвестирования в энергетический сектор. Кроме того, в условиях несовершенства арктического законодательства ряд территорий шельфовой зоны Северного Ледовитого океана является объектом спора между приарктическими государствами, каждое из которых стремится реализовать собственные интересы, по возможности подтверждая свои права путём использования материалов геологических и геофизических исследований.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Р.М. Мигранов**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Шельф (от англ.) – материковая отмель, представляет собой подводную слегка наклонную равнину. Шельф является выровненной частью подводной окраины материка, примыкающей к суше, и характеризуется общим с ней геологическим строением. Со стороны океана шельф ограничивается четко выраженной бровкой, расположенной до глубин 100-200 м, но в некоторых случаях достигает 500-1500 м (например, южная часть Охотского моря, бровка Новозеландского шельфа).

Осадочные отложения на шельфе представлены мощными толщами терригенных, карбонатных, иногда соленосных, континентальных и прибрежно-морских (пассивные окраины), вулканогенных, морских и прибрежно-морских (активные окраины) отложений возрастом от юры и моложе. Отчасти эти отложения деформированы и, как правило, опущены по сбросам на 1-10 км (Атлантическое побережье США).

К новейшим отложениям шельфа относятся осадки позднего плейстоцена и голоцена. В результате фландрской трансгрессии (17-6 тыс. лет назад) на шельфе сформировалась сложная толща отложений, состоящая из субазральных (составляющих 50-70% всех шельфовых отложений), прибрежно-морских (лагунных, лиманных, баровых) и современных морских осадков.

Установлено, что общая нефтегазоносная площадь континентального шельфа составляет около 13 млн. км<sup>2</sup>, а суммарные запасы нефти – около 100 млрд. т.

В начале 90-х гг. поиском морских месторождений и их разработкой занималось уже более 100 государств. В настоящее время освоение ресурсов шельфа, несмотря на сложные природно-климатические условия морского поиска, непрерывно продолжается. Разведка месторождений осложняется штормовыми ветрами, наличием мощной толщи воды, волн, сильных течений и айсбергов [1].

История добычи нефти со дна Мирового океана насчитывает более полутора веков. Но тогда были лишь единичные случаи бурения и добычи нефти со дна Мирового океана. Добыча в основном происходила на суше. И лишь только полвека назад, благодаря развитию науки и техники, люди поняли, что нефтегазовые ресурсы Мирового океана ни в чем не уступают ресурсам суши (по объему и качеству).

На сегодняшний день насчитывается более семидесяти нефтегазоносных бассейнов и провинций, из которых добывается половина всей нефти и газа. Наиболее крупными бассейнами Мирового океана являются: бассейн Персидского залива (сконцентрировано более половины запасов мировой нефти), Мексиканского залива и Северного моря.

Перспективы освоения новых залежей нефти и газа на дне Мирового океана очень велики. Перспективными на эти ресурсы являются 75 млн. км<sup>2</sup> [2].

Литература

1. Воронов А.А. Состояние и перспективы освоения ресурсов нефти и газа на арктическом шельфе в северных регионах Российской Федерации// Россия на

- пути выхода из экономического кризиса: Сборник научных статей. – СПб.: Институт бизнеса и права, 2010. – Вып. 8. – С. 7 – 10.
2. Крюков В.А. Арктический шельф – территория грез и действительности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.council.gov.ru/files/journalsf/item/20100227140130.pdf>

**НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ УЧАСТКИ ЗОНЫ ГЕРЦИНСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ**

**Д.А. Павлова, И.В. Титов**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

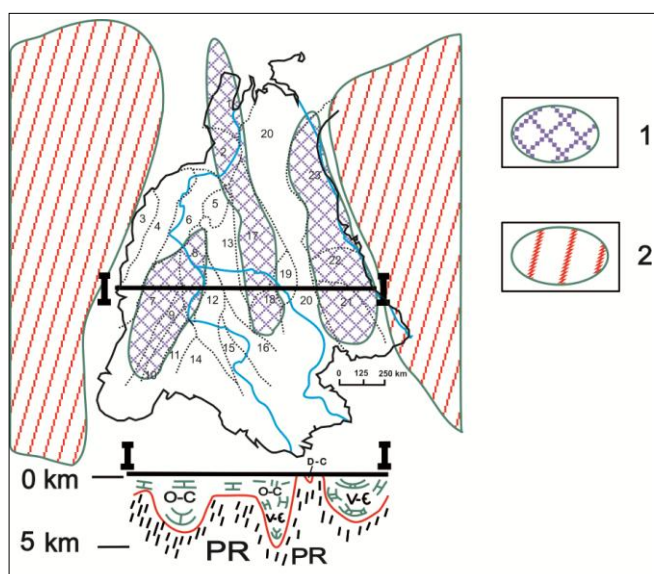
*Введение.* Шельф арктических морей РФ является продолжением в северном направлении Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ), территория которой в последние десятилетия является точкой роста добычи нефти и газа. Добыча углеводородов в настоящее время осуществляется преимущественно из терригенных отложений юрско-мелового возраста. В то же время не достаточно оцененным является комплекс палеозойских отложений, который изучен уже достаточно детально на материковой территории, но его перспективы в акватории Карского моря пока не ясны.

*Районирование палеозоя.* Территория распространения палеозойских отложений ЗСГ по комплексу литологических и палеонтологических исследований подразделена на 23 структурно-фациальных района (СФР), различных по площади и конфигурации (рис.) и отличающихся комплексом вскрытых бурением отложений.

*Синклиновые зоны палеозойского разреза.* Палеозойские отложения ЗСГ при проявлении герцинской складчатости были смяты в субмеридионального простирания складки, из которых синклинии характеризуются максимально сохранившимся палеозойским разрезом, а антиклинорным зонам соответствуют участки частичного или почти полного разрушения палеозойского разреза (Колпашевский СФР).

Синклиновые зоны соответствуют участкам палеозойского фундамента, которые в своих центральных осевых частях сохранили максимально глубокое расположение, в то время как в пределах антиклинориев, особенно их осевых частей, палеозойский разрез оказался максимально приподнятым, вплоть до почти полного его уничтожения в пределах Колпашевского СФР, где на доюрскую поверхность выходят преимущественно протерозойские образования, а выявленные участки палеозойского разреза сохранились в синклиналиях складках второго и третьего порядка, частично сохранивших отдельные фрагменты палеозойского разреза (рис.).

*Центральная синклиновая зона.* Особое внимание привлекает центральная синклиновая зона северо-западного простирания (рис.), включающая территории Нюрольского, Варьганского и Новопортовского (вероятно, Бованенковского) СФР. В пределах этой зоны установлена максимальная мощность как палеозойских, так и собственно карбонатных пород для всей территории ЗСГ (рис.). Такое максимальное развитие сопровождается значительным уменьшением мощности палеозойского разреза в пределах сопредельных областей ЗСГ, в частности, территории Колпашевского СФР.



*Рис. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы [1], смятые в антиклинорные и синклинорные складки и схематический геологический разрез по линии I–I по [2]. Структурно-фациальные районы:*  
 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский;  
 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский;  
 8 – Краснотенинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский;  
 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский;  
 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский;  
 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский;  
 23 – Ермаковский

*Процессы формирования пород-коллекторов в образованиях палеозоя. В пределах Нюрольского и Новопортовского СФР в палеозойских отложениях открыт ряд месторождений нефти и газа, приуроченных к гидротермально измененным карбонатным отложениям [2].*

Важнейшими для формирования пород-коллекторов являются такие гидротермальные процессы, такие как доломитизация и выщелачивание, проявившиеся уже после осуществления герцинской складчатости [2].

При проявлении процесса доломитизации по известнякам, молекула кальцита замещается молекулой доломита, что приводит к уменьшению объема породы, в результате чего формируются породы-коллекторы трещинно-каверно-порового типа.

Карбонатный разрез Новопортовского СФР значительно сокращен по сравнению с разрезом Нюрольского СФР, что, вероятно, связано с частичным разрушением сформированных карбонатных образований с формированием толщ, сложенных обломочными карбонатными породами типа песчаника, именуемых калькаренидами, которые в палеозойском разрезе составляют значительную часть.

Севернее Новопортовского СФР расположен Бованенковский СФР, в палеозойском разрезе которого, согласно стратиграфического кодекса [1], карбонатные образования палеозойского возраста не указаны. Но, по имеющимся устным сообщениям специалистов, изучающих палеозойский разрез этой территории, в пределах Бованенковского СФР бурением установлено развитие карбонатных пород, данные о которых в стратиграфический кодекс пока не внесены.

*Заключение.* Учитывая возможное продолжение выявленной синклиновой зоны (рис. 1) и далее на территорию арктического шельфа РФ (в пределах Карского моря), логично предположить наличие пока еще не открытых месторождений нефти и газа, приуроченных к палеозойским отложениям, как побережья арктической зоны РФ, так и находящихся в пределах шельфа Карского моря.

Литература

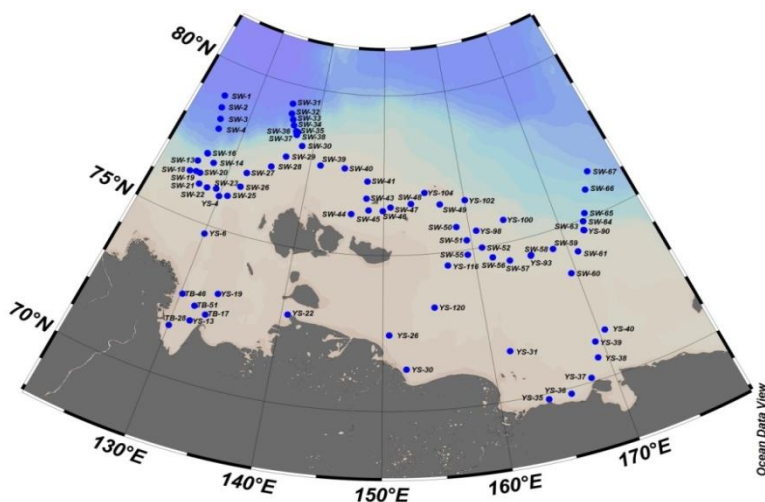
1. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.
2. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**Е.В. Панова**

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
 г. Томск, Россия**

Арктические ресурсы нефти и газа – стратегический резерв топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Эффективность поисков залежей нефти и газа в арктических акваториях может быть существенно повышена в результате использования комплекса морских геохимических методов прогнозирования и поисков углеводородов. Районом исследования является Восточно-Сибирский арктический шельф, самый мелководный шельф в мире (рис.1).



**Рис. 1. Район исследования – Восточно-Сибирский шельф**

Цель исследования – оценка возможности применения комплекса геохимических методов для прогноза перспектив нефтегазоносности Восточно-Сибирской арктической акватории.

В ходе работы решались следующие задачи:

1) исследование седиментологического распределения донных отложений исследуемого района и установление возможных корреляций с предполагаемыми зонами активной разгрузки углеводородов;

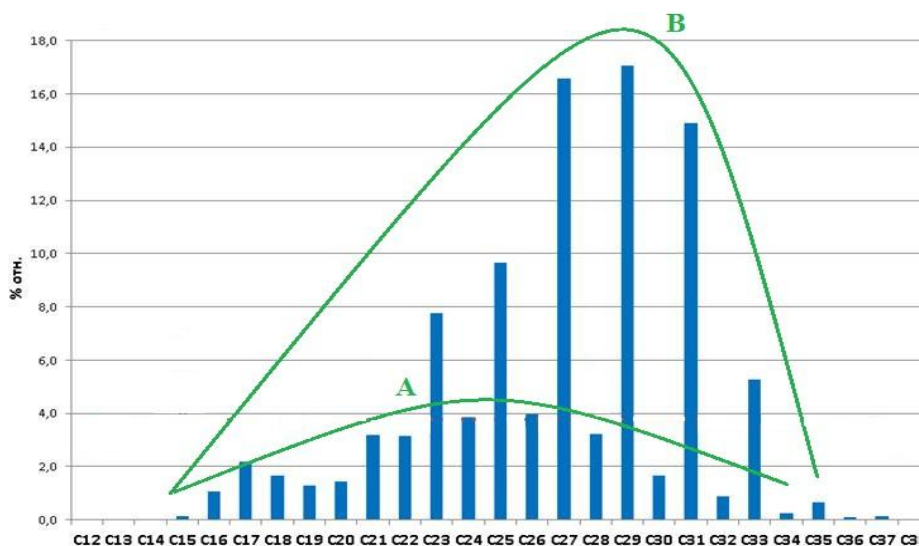
2) исследование компонентного и изотопного состава газообразных УВ, полученных из донных осадков для установления их генезиса;

3) изучение молекулярного и изотопного состава органической составляющей донных отложений, как в зонах предполагаемой разгрузки флюидов, так и в сопредельных территориях.

Установлено, что в районе исследования преобладает классический циркумконтинентальный тип распределения донных осадков. Тем не менее, по имеющимся данным выделены две аномальные области песчаных осадков, формирование которых обусловлено воздействием одного или нескольких факторов, в их числе возможна интенсивная разгрузка газовых флюидов.

Изотопный состав углерода метана, извлеченного из донных отложений Восточно-Сибирской акватории, свидетельствует о его смешанном происхождении – термогенном и бактериальном. В местах активных метановых проявлений часто обнаруживается метан с относительно легким изотопным составом углерода, что объясняется активными микробиальными процессами в зоне диагенеза современных осадков. Однако присутствие изотопно тяжелого этана однозначно указывает на миграционные потоки термогенных газов.

Результаты исследования органической составляющей донных отложений на северном полигоне моря Лаптевых, в том числе в зонах активной разгрузки газовых флюидов, указывают на преобладание в их составе терригенной компоненты (рис. 2). Однако в экстрактах были идентифицированы соединения, нехарактерные для современных осадков этой зоны осадконакопления (например, гаммацеран).



**Рис. 2. Распределение n-алканов в образце (A/B – огибающие по четным и нечетным n-алканам, доля «нефтяной» составляющей)**

Полученные данные пока не могут быть однозначно интерпретированы.

Так, часть соединений могла образоваться в результате микробиальной деятельности или привнесена при разрушении вечномёрзлых пород береговой линии. При этом не исключается миграция углеводородов из глубоких горизонтов.



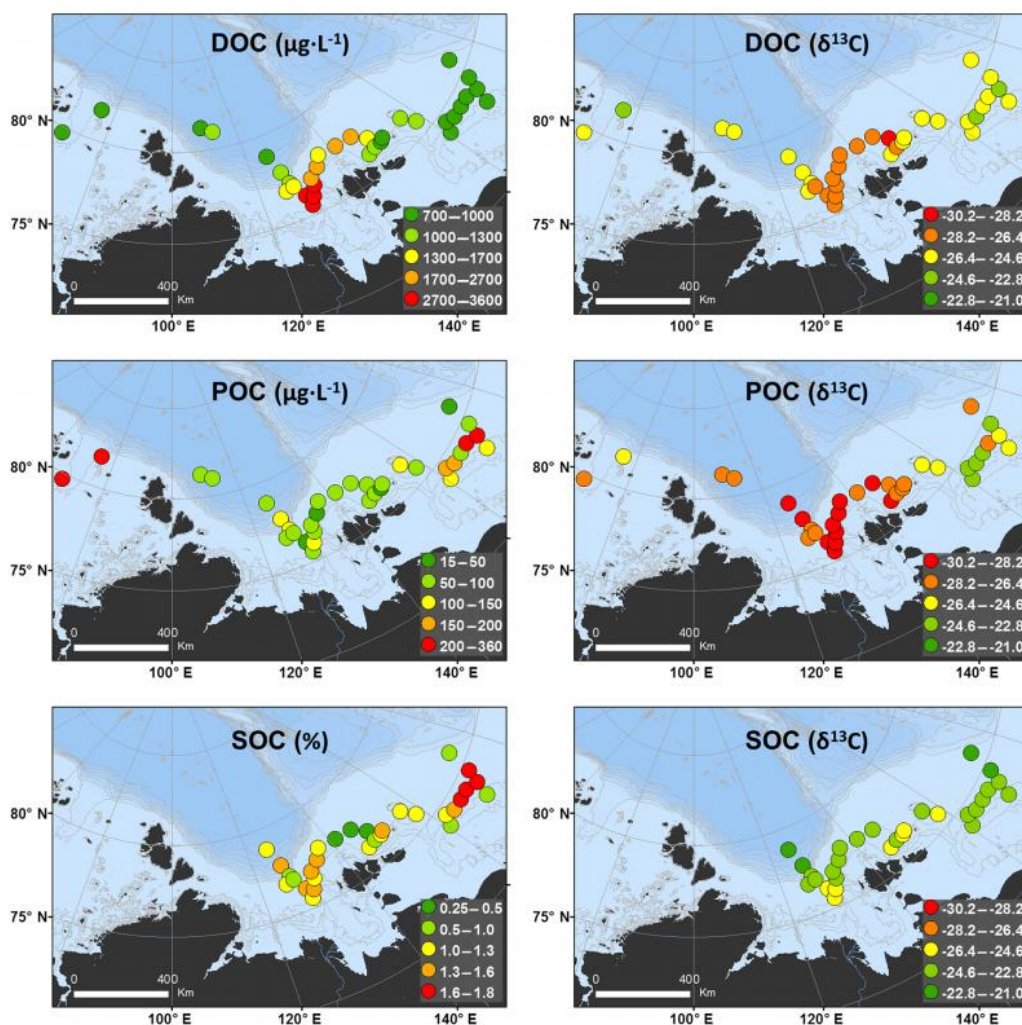
**РАЗЛИЧИЯ В СОСТАВЕ ТЕРРИГЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА  
В БАССЕЙНАХ РАСТВОРЕННОГО, ВЗВЕШЕННОГО И ОСАДОЧНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО  
УГЛЕРОДА НА ВНЕШНЕМ ШЕЛЬФЕ МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ**

**Е.В. Панова**

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В работе исследованы изотопный и макромолекулярный состав транспортируемого по шельфу органического углерода: в донных осадках; в растворенной и взвешенной формах: в придонной и поверхностной толщах воды, в различных морских бассейнах (рис.).



*Рис. Распределение содержания органического углерода и изотопного состава углерода  $\delta^{13}C$  в донных осадках (SOC); в растворенной (DOC) и взвешенной (POC) формах*

Результаты исследования показывают, что река Лена и органический углерод, транспортируемый в растворенной форме, играют доминирующую роль в переносе терригенного органического углерода на внешний шельф. Концентрации рассеянного органического углерода были на 1 порядок выше, чем концентрации углерода, переносимого во взвешенной форме, с наибольшими значениями в районе потока р. Лены [1].

Также был измерен изотопный состав органического углерода ( $\delta^{13}\text{C}$  и  $\Delta^{14}\text{C}$ ), различный для рассеянной и взвешенной формы. Оба пула показали схожий тренд обеднения и «омоложения» по мере удаления от потока р. Лены. Далее, поток Тихоокеанских вод и площадь ледового покрытия, служащие барьером для привноса «молодого» рассеянного и взвешенного органического углерода, оказывают значительное влияние на эти пулы органического углерода (ОУ), накапливая, таким образом, более древний и обогащенный  $\delta^{13}\text{C}$  под ледовым покровом.

Слабо отрицательная корреляция между фенолами лигнина и  $\Delta^{14}\text{C}$ , при высоких концентрациях лигнина, соответствующих древнему взвешенному органическому углероду в придонных водах, может указывать на транспортировку ОУ из ремобилизованной вечной мерзлоты в нефелоидный слой.

В общем, контраст между повышенными концентрациями лигнина, как в самом молодом (рассеянном), так и в самом древнем (взвешенном) органическом углероде, отражает четкое разделение источников и способов переноса терригенного органического углерода.

### Литература

1. Contrasting composition of terrigenous organic matter in the dissolved, particulate and sedimentary organic carbon pools on the outer East Siberian Arctic Shelf / J.A. Salvadó, T. Tesi, M. Sundbom, E. Karlsson, M. Kruså, I.P. Semiletov, E. Panova and Ö. Gustafsson. – Biogeosciences, 2016. – 13. – P. 6121 – 6138.

### **СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВЕРХОЯНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) – ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «БИЛИМ-2016»**

**В.М. Пинигина**

Научный руководитель заведующая лабораторией Д.М. Винокурова  
**Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
г. Якутск, Россия**

Актуальность выбранной темы определяется геополитическими причинами – привлечением общемирового внимания к Арктике, в то время как развитие Арктической зоны РФ входит в число приоритетных задач государства, что указано в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2025 г.» [1].

Развитие Арктической зоны Республики Саха (Якутия) входит в задачи развития Северного морского пути (СМП), который является стратегически важным арктическим транспортным маршрутом для Арктического региона для России. На примере данной работы в будущем возможен анализ состояния необходимой инфраструктуры, влияния изменения технического, экономического состояния СМП на развитие регионов, входящих в Арктическую зону РФ.

Предметом исследования является Верхоянский район Республики Саха (Якутия). Объектом исследования является взаимосвязь территориальных, экономических, политических факторов и влияние их на развитие региона. Цель работы заключается в прогнозировании социально-экономического развития Верхоянского района Республики Саха (Якутия) до 2022 г. и выявление его проблем и перспектив.

Задачи исследования:

1. Определить современное социально-экономическое состояние региона.
2. Проанализировать экономико-географическое положение региона и его влияние на административно-территориальные уровни.
3. Охарактеризовать экономическую политику региона.
4. Определить зависимость между географическим положением, экономикой и региональной политикой Верхоянского района.

В работе используется *территориальный подход*, предполагающий анализ выбранного региона, в качестве площадки жизнедеятельности человека. Был выбран именно данный подход, так как он предполагает решение группы экономических проблем в регионе путем применения политических мер местными, региональными, федеральными властями. В то же время данный подход был выбран ввиду недостаточного количества информации, требуемого для применения уже классического для большинства исследований комплексного подхода, который, в свою очередь имеет свою проблематическую специфику и не имеет методологического основания в регионоведческой науке.

Изучение выбранного региона ведется на районном (локальном) уровне, но это не исключает его влияния на более высокие уровни в следующем контексте: Верхоянский район (локальный) – Арктические улусы РС (Я) (субрегиональный) – Республика Саха (Якутия) (региональный) – РФ (страновой) – мир (глобальный), так как теоретически они взаимосвязаны между собой. В связи с выбранным подходом в работе используются общенаучные методы: наблюдение, сравнение, описание.

Данное исследование проводится на основе данных в наиболее крупных поселениях региона – пгт. Батагай, п. Эсе-Хайя, п. Адыча, собранных в результате проведения международной молодежной междисциплинарной экспедиции «БИЛИМ-2016». По результатам совместного исследования с участниками-студентами подразделений СВФУ планируется издание сборника работ.

Для начала следует упомянуть, что проблема определения понятия «регион», являющегося, казалось бы, ядром в регионоведении, в данной науке существует давно. Многие исследователи попытались дать дефиницию данному понятию, но все их работы объединяет то, что они схожи в следующем, что регионом является единица (территориальная, административная) организации пространства. В рамках выбранного подхода понятие «регион» мы обозначаем в качестве управляемой, территориальной единицы, или же синонима понятия «район».

Мы предполагаем, что невозможно построить экстраполяционные прогнозы развития не только для Верхоянского района, но и для Арктики в целом, так как становление региона еще не завершено. Таким образом, были выявлены стабильно воздействующие факторы – территориальный и экономический, позволяющие нам провести оценку влияния их на развитие региона, являющиеся доминирующими в данном подходе.

Но существуют и иные факторы, способные оказать влияние на развитие региона, например, развитие науки, техники, внедрение инновационных технологий, что не учитывается ни в системном, ни комплексном подходе, что является преимуществом для использования территориального подхода.

В заключение данной работы приводятся следующие выводы:

1. Построение долгосрочного прогноза социально-экономического развития Верхоянского района РС (Я) остается нерешенной проблемой, несмотря на принятие документов на республиканском уровне, что говорит о неэффективности работы

центральной исполнительной власти (на региональном уровне республики), хотя и имеются предпосылки успешного социально-экономического развития региона. Для эффективной реализации принятого вышеуказанного плана рекомендуется применение территориального подхода, учитывающего особенности каждого района в отдельности, а не по природно-зональному или хозяйственному признаку, полностью не учитывающему создания транспортно-логистической структуры в арктических районах.

2. Природная и социально-экономическая среда являются важными факторами влияния на формирование экономической политики.

Учитывая все вышеперечисленные факторы, было бы возможно создание мощной топливно-энергетической базы в арктической части РС (Я) с мировой ориентацией.

### Литература

1. Официальный сайт Государственной комиссии по вопросам развития Арктики [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

#### **ОБСТАНОВКИ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА ПОДВОДНОМ БЕРЕГОВОМ СКЛОНЕ ГУБЫ БУОР-ХАЯ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ)**

**А.С. Рубан**

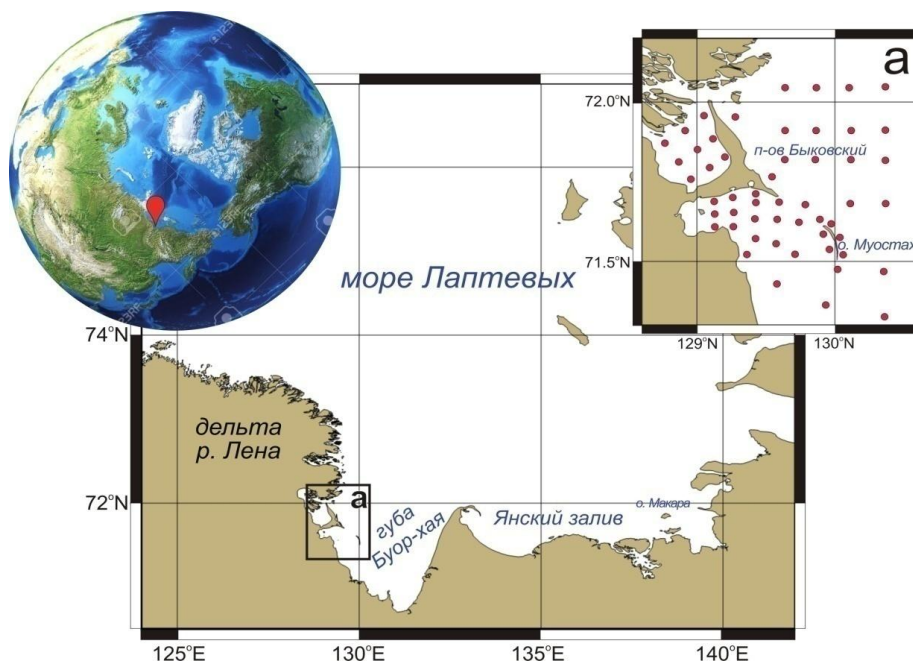
Научные руководители: профессор А.К. Мазуров, научный сотрудник О.В. Дударев  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

*Актуальность.* В настоящее время интерес к арктическому шельфу быстро усиливается вследствие его перспективности на углеводородное сырье и другие минеральные ресурсы. Между тем, уровень знаний о процессах, протекающих в арктической системе, еще крайне недостаточен. До сих пор существует дефицит данных о природных процессах в криолитозоне, что определяет дискуссионный характер решения многих региональных проблем. В такой обстановке получение любой новой научной информации вносит определенный вклад в познание развития природы Арктики.

*Цель исследований:* выявление особенностей процессов осадкообразования и трансформации вещества на примере микромасштабного полигона в области интенсивной термоабразии и взвешенного стока рек (рис. 1).

*Фактический материал и методы исследований.* В основу работы положены результаты ряда многолетних натурных наблюдений и аналитических исследований за период с 1999 по 2016 гг. Количество станций в пределах района наблюдений на подводном береговом склоне – 53. Отбор проб донных осадков проводился с помощью прямоточных гравитационных трубок и дночерпателя типа Van Veen. Взвешенный материал отбирался с помощью фильтровальной установки Millipore. Гранулометрический анализ выполнялся на лазерном анализаторе размера частиц «Analysette-22».

*Результаты и обсуждение.* В поверхностных водах района работ выявлены два устойчивых максимума содержания взвеси, маркирующих источники сноса вещества. Это акватории авандельты вдоль юго-восточных протоков дельты р. Лена со значениями 6,5÷122 мг/л и вокруг о. Муостах с вариациями содержания в несколько раз выше (27,7÷594 мг/л).



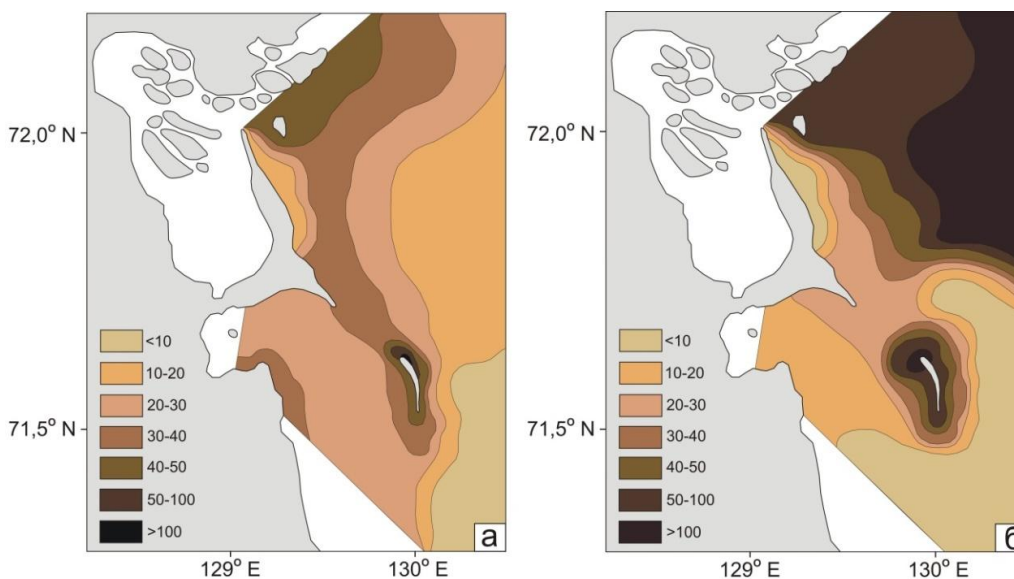
**Рис. 1. Района исследований и расположение океанографических станций**

Обнаруженные зоны высокой мутности сохраняются и у дна, что предопределено однородностью вертикальной термохалинной структуры водной толщи (рис. 2).

В зимний период содержание взвеси уменьшается в сравнении с арктическим летом на один-два порядка. Средние значения в поверхностных водах над авандельтой составляют 4,1 мг/л, у дна 6,7 мг/л.

Характер распределения взвешенного материала имеет циркумтерральную структуру, т.е. параллельную береговой черте (рис. 2), что является характерным для приустьевых областей [1, 2].

Такие же особенности прослеживаются и в распределении донных осадков района работ.



**Рис. 2. Структура пространственного распределения взвешенного материала (мг/л) в водах поверхностного (а) и придонного (б) горизонтов. Безледный период**

*Заключение.* Циркумтерральная пространственная структура распределения взвеси и донных осадков указывает, что все мелководье района наблюдений до глубин 7-12 м в настоящее время представляет собой область преимущественного транзита вещества с доминированием эрозионных процессов. Глубже воздействие гидродинамических процессов ослабевает, что является причиной седиментации частиц, как из водной толщи, так и из придонных нефелоидных потоков. Подводная эрозионно-аккумулятивная терраса в настоящее время является зоной распространения песчаного и песчано-алевритового материала из терригенных источников.

#### Литература

1. Charkin A.N. et al. Peculiarities of the formation of suspended particulate matter fields in the Eastern Arctic seas. Doklady Earth Sciences, 2015. – Vol. 462 (2). – P. 626 – 630.
2. Salvadó J.A. et al. Organic carbon remobilized from thawing permafrost is resequenced by reactive iron on the Eurasian Arctic Shelf. Geophysical Research Letters, 2015. – Vol. 42 (19). – P. 8122 – 8130.

#### ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРНОГО СКЛОНА АЛДАНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

**С.И. Седалищева**

Научный руководитель профессор А.Ф. Сафронов

*Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия*

Алданская антеклиза расположена на юго-восточной части Сибирской платформы, сложена интенсивно преобразованными, глубоко метаморфизованными и дислоцированными магматическими и метаморфическими породами.

В 30-х гг. XIX столетия впервые начали изучать нефтегазоносность северных склонов Алданской антеклизы [2]. В результате проведенных исследований по рекам Толба, Амга, Алдан были установлены обширные по площади региональные нефтебитумопроявления. В пробуренной на реке Толбе скважине обнаружены не только такие проявления в широком стратиграфическом диапазоне по разрезу кембрия, но и получены притоки нефти с постоянным дебитом 0,75 л/сутки на глубине 372,18 м из кавернозных доломитов. Очень важным результатом работ явилось выявление в разрезах скважины и в естественных обнажениях высокобитуминозных доломито-известковых пород – потенциальных нефтегазоматеринских толщ, причем не только в бассейне реки Толба, но и в обнажениях реки Амги [1].

В итоге проведенных работ к началу 60-х годов прошлого столетия преимущественно в северных районах Алданской антеклизы выявлено около 4-х десятков локальных поднятий, как, предполагалось, потенциальных объектов для нефтегазопромысловых работ, а также установлены многочисленные нефтебитумопроявления в естественных обнажениях.

Региональная нефтегазоносность территорий определяется сочетанием в разрезах резервуаров пластов, обладающих емкостно-фильтрационными свойствами, и флюидоупоров. Это один из главнейших необходимых факторов, который определяет нефтегазоносность территории. Толщина пород рифейского возраста на центральных и северо-западных участках антеклизы колеблется от первых десятков до 400-500 м, разрез представлен преимущественно известково-

доломитовыми породами позднерифейского возраста. Коллекторы вендского возраста сложены преимущественно доломитами, часто водорослевыми, с подчиненными прослоями известняков, как правило, доломитизированных. Породы участками загипсованы и ангидритизированы, чаще всего гипс и ангидрит встречаются в гнездах и кавернах. В нижней части всех разрезов встречаются прослойки песчаников кварц-полевошпатовых, реже кварцевых средне- и мелкозернистых, а в подошве, на контакте с кристаллическим фундаментом – и разнозернистых, в отдельных районах гравелитовых.

Песчаники, залегающие в основании и нижней половине венда, с позиции коллекторов могут иметь наибольшее значение. Они развиваются в северном направлении антеклизы. В районе среднего течения Алдана толщины их составляют первые дециметры, в бассейне реки Толбы они увеличиваются до 7,5-12,5 м, на реке Марха – до 11-12 м, в районе Синска – до 10 м. В основании кембрийских отложений выделяется пестроцветная свита, сложенная в разной степени глинистыми известняками, участками в верхней половине часто с прослоями карбонатных (известково-доломитовых) мергелей, а в нижней части отдельных районов с 2-мя прослоями солей, общей мощностью около 10 м. Проницаемость пород обычно близкая к нулевой, даже при общей пористости 10-12%. Однако встречаются прослойки небольшой мощности, в пределах которых породы, даже при общей пористости 5-6%, обладают проницаемостью до 100-160 мД.

По состоянию современной изученности в пределах внутренней зоны Алданской антеклизы в настоящее время выделяются положительные и отрицательные структуры I-II порядка. В качестве поднятий I порядка здесь выделяются Толбинско-Амгинский выступ, Якутский и Омнинский своды, Среднеучурский выступ. Имеющиеся здесь поднятия могут являться потенциальными зонами нефтегазонакопления. В определенной мере ограничивающим в этом отношении фактором может являться то, что многие из них являются полузамкнутыми поднятиями (выступы, структурные мысы), поскольку это может уменьшать удерживающие способности их и вероятность сохранения в их пределах углеводородов. Относительно более перспективными, при прочих равных условиях, являются те из них, которые примыкают к отрицательным структурам или имеют большие площади потенциального нефтегазосбора.

Ориентируясь на характер увеличения толщин осадочных отложений, как более перспективные следует оценивать поднятия в северных и северо-восточных районах антеклизы. В центральных районах антеклизы более высоко оцениваются перспективы поднятий, расположенных в пределах развития рифогенных отложений. К ним относятся северо-восточные районы Толбинско-Амгинского выступа, а также поднятия II порядка: Алдано-Ленский вал, Барылайский структурный мыс, Мархинский вал и Бапагайский структурный мыс. Перспективы двух последних структур представляются сравнительно более высокими, поскольку они располагаются не только в пределах развития рифогенных отложений, но и в зоне относительно повышенных толщин осадочных отложений чехла.

Алданская антеклиза характеризуется достаточно дифференцированным строением. Здесь выделяется целый ряд положительных и отрицательных структур I-II порядков, северные и северо-восточные участки ее частично погребены под более молодыми позднепалеозойскими и мезозойскими комплексами. Некоторые из поднятий могут являться потенциальными зонами и ловушками для углеводородов.



Литература

1. Изучение условий возможной нефтегазоносности слабоизученных территорий и разработка рекомендаций по наращиванию сырьевой базы для нефтяной газовой промышленности РС (Я) // Отчет о НИР: 35-37. Российская академия наук Сибирское отделение институт проблем нефти и газа СО РАН / К.И. Микуленко – Якутск, 2004. – 200 с.
2. Сеников В.М. Река Толба и нефтегазосность северного склона Алданского массива // Тр. Нефтяного геологоразведочного института. – Сер. А. – Вып. 107. – М. – Л.: ГОНТИ НКТП СССР, 1938. – 61 с.

**ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ**

**А.К. Сиязов**

Научный руководитель доцент Н.М. Недолишко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Ресурсный потенциал Арктического шельфа – это более 80 – 90 % месторождений нефти и газа Российской Федерации [5]. Многие эксперты оценивают ресурсы Арктики порядка 80 млрд. т запасов условного топлива. Предположительно, что к 2025-му году уровень добычи нефти может составить более 95 млн. т, а газа порядка 330 млрд. м<sup>3</sup> [5, 2].

Акватория Баренцева моря в настоящее время располагает одним уникальным месторождением (Штокманское) и семью крупными месторождениями (Ледовое, Мурманское, Лудловское и др.). В пределах шельфа Карского моря открыты два уникальных газоконденсатных месторождения (Ленинградское и Русановское). Также высокоперспективными, но наименее изученными, являются моря восточно-арктического шельфа, на которых располагаются Чукотское и Восточно-Сибирское моря [3, 4].

В скором времени Арктический шельф будет играть более значимую роль в мировой нефтедобыче, так как здесь содержится большая часть открытых запасов углеводородов.

Помимо углеводородного сырья, материковая часть Арктики располагает уникальными запасами и прогнозными ресурсами платиноидов, медно-никелевых руд, олова, агрохимических руд, редкоземельных элементов и редких металлов, крупными запасами алмазов, золота, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней. Большая часть минеральных ресурсов сосредоточена на севере Кольской, Таймыро-Норильской и Таймыро-Североземельской провинций [4].

В настоящее время страны Арктики уделяют большое внимание вопросам, касающимся международных прав и установления внешних границ шельфовой зоны в соответствии с общепринятыми принципами. Россия также ведет работы с Комиссией по границам континентального шельфа по хребту Ломоносова и поднятию Менделеева. По предварительным результатам геополитической экспедиции «Арктика-2007» [1], хребет Ломоносова и поднятие Менделеева являются естественным продолжением материковой части шельфа и, следовательно, расширяют территорию континентального шельфа до 1,2 млн. км<sup>2</sup> [5].

Большими темпами продвигается борьба арктических стран за несметные богатства Арктики, и России, которая занимает самую выгодную географическую локацию из всех стран, следует создать стратегические заделы на недалёком будущем. В этом помогут ресурсный потенциал шельфа и транспортная система.

Контроль над коммуникациями является важной составляющей в освоении Арктики. Следует понимать, что важна не только добыча, но и транспортировка.

Также, не стоит забывать про такой очень важный аспект освоения минеральных ресурсов Арктики, как соблюдение экологических норм при проведении различного рода работ. Естественно, любая деятельность, связанная с добычей природных ресурсов, влечет за собой разрушительные воздействия на природную среду местности. Поэтому необходимо создавать условия, при которых все осуществляемые работы минимально воздействовали бы на природу Арктической зоны, и, кроме того, в перспективе удалить большую часть уже имеющихся техногенных загрязнений прибрежных частей Арктики [5].

### Литература

1. NEWSru: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.newsru.arctik>. Дата обращения: (18.04.2017).
2. THEARCTIC. Природные ресурсы: [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.arctic.ru/resources/>. Дата обращения: (18.04.2017).
3. Адров Н.М. Океанологическая загадка Арктики // Мурманский Арктический сборник: сб. статей. Ассоциация исследователей Арктики. – Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 2002. – С. 35–41.
4. Полезные ископаемые Арктики: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.arktikaantarktida.ru/arktikapolisk.shtml>. Дата обращения: (18.04.2017).
5. Потепление Арктики и добыча полезных ископаемых на Арктическом шельфе: [Электронный ресурс]. URL: <http://xn----8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/poteplenie-arktiki-dobycha-poleznyx-iskopaemyx-na-arkticheskom-shelfe/>. Дата обращения: (18.04.2017).

### **ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИКИ**

**К.В. Скирдин**

Научный руководитель ассистент М.С. Егорова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Нереализованный транзитный и углеводородный потенциал Арктики и шельфа Арктических морей, в среднесрочной перспективе станет новым плацдармом развития мирового рынка добычи жидких углеводородов. По мере истощения легкодоступных месторождений жидких углеводородов удаленные месторождения нефти и газа преимущественно на шельфе Арктических морей становятся особенно перспективными.

Реализация углеводородного потенциала Арктики открывает широкие возможности развития отечественного нефтяного сектора.

Однако ввиду специфических условий эксплуатации, проблем транспортно-логистической системы, высокой стоимости эксплуатационных работ, вопрос обеспечения рационального использования нефтяных ресурсов становится особенно остро [1].

Согласно данным, приведенным в [1], объемы неразведанных месторождений Арктики, глубина которых не превышает 500 м, оцениваются почти в 100 млрд. баррелей нефти, порядка 50 млрд. баррелей природного газа. При этом порядка 16% всех запасов жидких углеводородов Арктики приходится на морской шельф [1].

Сосредоточенные в Российском сегменте Арктики порядка 55% арктических запасов жидких углеводородов, во многом определяют экономический интерес России в Арктическом регионе.

Согласно данным [2], для развития инфраструктуры всего Российского сектора необходимы инвестиции в размере 700 млрд. долларов.

В целях создания инновационной инфраструктуры рационального использования углеводородного потенциала Арктики, необходимо еще большее привлечение капитала, порядка 1 триллиона долларов.

В связи с ростом цен на нефть и истощением прежних месторождений нефти, вопрос разработки арктических месторождений, связанный с необходимостью вложения больших капитальных затрат, становится все более экономически оправданным. Однако развитие месторождений Арктического шельфа сдерживает ряд факторов, среди которых наиболее важное место занимает отсутствие инвестиций.

Находящаяся на сегодняшний день под действием санкций, Россия не может создать действующую обширную инфраструктурную сеть добычи нефтяных ресурсов Арктики.

Кроме того, рациональному использованию нефтяных арктических месторождений мешает слабая технологическая обеспеченность. Для разработки месторождений и последующего их рационального использования в экстремальных гидрометеорологических и сейсмических условиях, необходимы специфические технологии, которые в настоящее время в России отсутствуют.

Ввиду отсутствия большого опыта разработки отечественными компаниями месторождений крайнего севера, отсутствуют отработанные схемы технологического оформления добычи жидких углеводородов.

Еще одним сдерживающим фактором, мешающим рациональному использованию нефтяного потенциала арктического шельфа, является недостаточная изученность геологических особенностей акватории. Обеспечение безопасности и рациональной разработки нефтяных месторождений в условиях ограниченности информации о геологических аспектах мест локализации нефтяных месторождений, невозможно.

В целях решения проблемы рационального природопользования морских нефтяных месторождений Арктики целесообразно создание инновационной инфраструктуры, учитывающей необходимые технологические решения с привлечением как государственного, так и частного капитала.

Государству необходимо создать предпосылки рационального природопользования.

Российский сектор шельфа Арктических морей сосредоточивает на своей территории 55% арктических запасов жидких углеводородов, являясь тем самым наиболее привлекательным с точки зрения инвестиций.

Государству необходимо привлекать иностранный капитал, задействовать его в создании инфраструктуры. Необходимо выделение отдельного финансирования научным группам, разрабатывающим технологические решения, позволяющие добывать нефть в экстремальных гидрометеорологических и сейсмических условиях.

Следует обратить также внимание на софинансирование научных экспедиций, изучающих геологические особенности акватории.

Принятие всех этих мер в перспективе позволило бы создать необходимые предпосылки для рационального природопользования морских нефтяных месторождений.

### Литература

1. Бородин К.А., Скрипченко В.А. Формирование рационального природопользования при освоении морских нефтяных месторождений в Арктике // Государство и право. Экономика, 2014. – №5. – С. 116 – 124.
2. Попутные нефтяные газы. Справка // Сетевое издание «РИА Новости», 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/economy/20100201/206673791.html>. (Дата обращения: 05.08.2016).
3. Развитие Арктики // Материалы Экспертного совета при правительстве РФ «Развитие Арктики и Северного морского пути», 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://будущее-арктики.рф/razvitie-arktiki/>. (Дата обращения: 06.08.2016.)
4. Природные ресурсы Арктики. Справка // Сетевое издание «РИА Новости», 2010. [Электронный ресурс]. URL: [http://ria.ru/arctic\\_spravka/20100415/220120223.html](http://ria.ru/arctic_spravka/20100415/220120223.html). (Дата обращения: 05.08.2016).
5. Медведев Д.В. Нефть и газ Арктики // Север и рынок: Формирование экономического порядка, 2014. – № 42. – С. 168 – 169.
6. Нефть и газ Арктики // Независимое российское информационно-аналитическое сетевое издание PRO-ARCTIC, 2008. [Электронный ресурс]. URL: <http://pro-arctic.ru/28/05/2013/resources/3516>. (Дата обращения: 05.08.2016).
7. Богоявленский В.И. Освоение месторождений нефти и газа в морях Арктики и других акваториях России // Вестник МГТУ, 2015. – №3. – С. 377 – 385.

### НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ ПАЛЕОЗОЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОПОРТОВСКОГО И БОВАНЕНКОВСКОГО СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫХ РАЙОНОВ)

**И.В. Титов, Е.С. Ваганова**

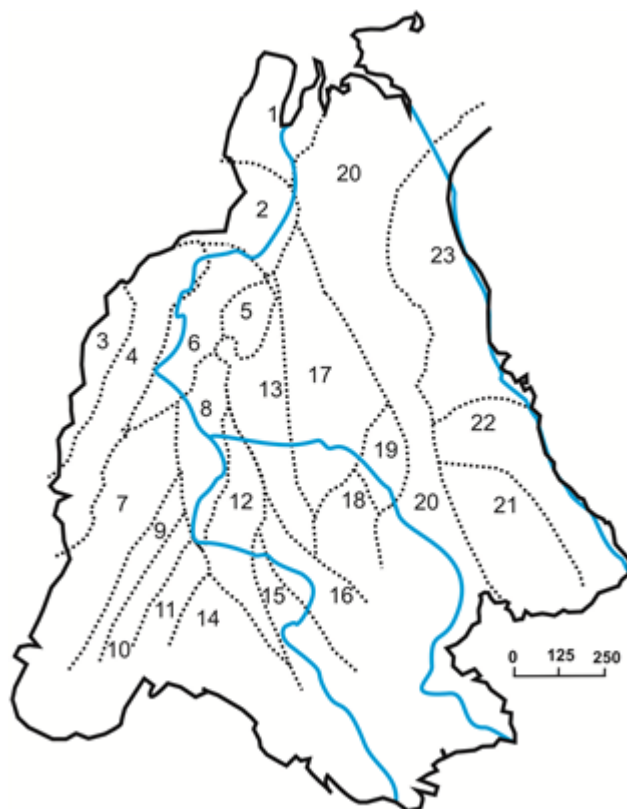
Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

*Введение.* Арктические территории России (РФ), о природных богатствах которых говорил еще М.В. Ломоносов, перспективны в первую очередь как территории ожидаемого прироста запасов нефти и газа, приуроченных во многом к палеозойским образованиям, в том числе и к Западно-Сибирской геосинеклизе (ЗСГ), территория которой по комплексу литолого-палеонтологических исследований [1] подразделена на 23 структурно-фациальных района (СФР), самые северные из которых, Новопортовский и Бованенковский, примыкают к Арктическим морям, и образования которых уходят [2] под дно Карского моря (рис. 1).

*Палеозойские образования Новопортовского СФР.* В пределах Новопортовского СФР (рис. 1) палеозойские образования несогласно перекрывают протерозойские хлорит-серицит-карбонат-кварцевые сланцы, фтаниты, метапорфиры (вскрытая мощность около 700 м). Собственно палеозойские отложения (снизу вверх) начинаются яротинской толщей раннеордовикского возраста, сложенной темно-серыми филлитовидными глинистыми сланцами (с линзами известняков) мощностью 150 м. Выше залегает толща среднеордовикско-

раннедевонского возраста светло-серых, темно-серых, кремовых доломитов, доломитизированных брекчиевидных известняков (мощность 800 м), которые перекрыты породами толщи раннедевонского возраста серыми, светло-серыми доломитизированными калькаренитами (с линзами известковистых аргиллитов и глобoidных известняков) мощностью около 700 м.



**Рис. 1. Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы [1]  
Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский**

Стратиграфически выше установлена толща среднедевонского возраста песчаников, известняков, доломитов с телами базальтов (мощность более 400 м). Их перекрывают образования позднедевонского возраста, сложенные калькаренитами с прослоями аргиллитов и водорослево-ооидных известняков (мощностью около 380 м). Они перекрыты толщей раннекарбонового возраста, которую слагают аргиллиты, песчаники, известняки (мощность более 300 м). Завершается палеозойский разрез породами ранне-среднекарбонового возраста, представленными серыми аргиллитами (с примесью песчано-галечного материала), углисто-глинистыми сланцами с растительным детритом (мощность около 215 м).

Таким образом, на территории Новопортовского СФР (рис. 1) палеозойский разрез представлен преимущественно карбонатными породами, претерпевшими, сразу после формирования, частичный перемыв. К карбонатным породам приурочено и широкое развитие пород-коллекторов и открытое Новопортовское нефтяное месторождения.

*Палеозойские образования Бованенковского СФР.* В пределах Бованенковского СФР (рис. 1) палеозойские образования перекрывают протерозойскую толщу, сложенную хлорит-серицит-карбонат-кварцевыми

сланцами, фтанидами, метаморфизованными эффузивами (вскрытая бурением мощность до 700 м). Палеозойские отложения представлены только бованенковской толщей пермского возраста, сложенной переслаиванием алевролитов, песчаников и углистых аргиллитов мощностью около 1000 м.

Кроме этого, существуют пока не внесенные в стратиграфический кодекс [1] данные о разбуренных в пределах Бованенковского СФР карбонатных породах, аналогичные установленным для Новопортовского СФР. Так как по этим породам отсутствуют данные о возрасте и составе, то мы можем предположить, что в пределах Бованенковского СФР развит такой же комплекс палеозойских отложений, что и открытый на территории Новопортовского СФР.

*Заключение.* Ввиду того, что образования палеозойского возраста Бованенковского и Новопортовского СФР продолжаются на север под водами Карского моря, где они перекрыты третичными отложениями, мы вправе ожидать открытия в этих находящихся на шельфе Карского моря палеозойских отложениях новых месторождений нефти и газа, аналогичных Новопортовскому нефтяному месторождению.

#### Литература

1. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.
2. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ БУРЕНИЯ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ**

**М.М. Фархутдинов**

Научный руководитель доцент А.В. Деньгаев

***Российский государственный университет нефти и газа  
(Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина,  
г. Москва, Россия***

В последние годы на фоне истощения традиционных запасов, во всем мире увеличился интерес к труднодоступным месторождениям углеводородного сырья. Одними из наиболее ярких примеров являются месторождения арктического шельфа.

Исходя из подсчетов экспертов, на шельфе Арктики сосредоточено до 30% от всех запасов шельфовых месторождений нефти и газа в мире [1]. Однако, для освоения арктического шельфа в промышленных масштабах необходимы передовые и революционные технологии. Сценарий традиционного освоения морских месторождений не применим в арктических условиях вследствие того, что часть поверхности океана почти весь год покрыта льдами, толщина которых достигает двух и более метров. Ледяные образования, оказывающие статические и динамические нагрузки, наряду со сложными климатическими условиями, представляют главную угрозу для конструкций нефтяных платформ.

Примером тому может послужить авария буровой платформы «Kulluk» компании «RoyalDutchShell», которая из-за сложных погодных условий дрейфовала у южного побережья Аляски, пока волны и ветер не выбросили ее на мель. Ледостойкие же платформы экономически неэффективны и имеют ограничения по глубине.

С целью решения данной проблемы в Российской Федерации с 2013 года крупные исследовательские центры в тандеме с нефтегазовыми компаниями «Газпром» и «Роснефть» ведут разработку аванпроекта «Технологии подводного (подледного) освоения месторождений полезных ископаемых арктических морей». Данный проект предполагает освоение шельфа Арктики подводными роботизированными технологиями, независимыми от средств обеспечения на поверхности [1].

В данной работе предлагается внедрение подводных автономных средств бурения при реализации глубоководных проектов на арктическом шельфе. Под автономностью подразумевается использование роботов в процессе строительства нефтяных и газовых скважин.

целью демонстрации данной идеи была собрана пилотная действующая модель роботизированной буровой установки на базе широко известных буровых установок российской компании «Уралмаш Нефтегазовое Оборудование Холдинг» и роботов японской компании «FANUC» (рис. 1). Большинство деталей данной модели было разработано с использованием системы автоматизированного проектирования «AutoCAD», затем вырезано на лазерном станке из акрилового стекла (рис. 2).



*Рис. 1. Модель роботизированной буровой установки*



*Рис. 2. 3D модель робота-манипулятора*



Основными элементами данной модели являются мачтовая вышка с открытой передней гранью с верхним силовым приводом, робот-манипулятор с пятью степенями свободы, управляющий пространственным положением бурильных труб при спуско-подъемных операциях, система автоматизированных приемных мостков, а также ротор с автоматизированным клиновым захватом. Кроме того, модель включает в себя систему из двух автоматизированных шурфов и каретки с зубчатым колесом, установленной под полом буровой установки, которая выполняет функцию передачи вращения от ротора к одному из двух шурфов. Данная система предназначена для свинчивания и развинчивания бурильных свечей.

Применение подводных автономных средств бурения позволит не ограничиваться только периодом открытых вод, то есть осуществлять круглогодичное бурение скважин, независимо от ледовой обстановки и гидрометеорологических условий. Кроме того, отпадает необходимость в непрерывном мониторинге, прогнозировании траектории движения и отводе дрейфующих льдов. Данный подход полностью исключает присутствие обслуживающего персонала на буровой установке, обеспечивая тем самым безопасность проведения работ в экстремальных подводных условиях Арктики.

Внедрение подводных автономных систем для ведения буровых работ значительно минимизирует влияние человеческого фактора, что просто необходимо в условиях повышенного риска. Подобные роботизированные буровые установки позволят существенно снизить непроизводительные затраты времени, обеспечив эффективную производительность и оптимальное бурение.

### Литература

1. Рогозин Д. Заглянем в бездну // Российская газета, 4 марта 2014. – Вып. №6331 (59).

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕФТЯНЫХ РЕСУРСОВ АРКТИКИ**

**А.В. Фоменко\***, **Т.О. Перемитина\*\*\***, **И.Г. Яценко\*\***

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко

\* *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

\*\**Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Арктические государства (Россия, США, Канада, Норвегия и Дания от имени Гренландии) проявляют огромный интерес к освоению природных ресурсов Арктики. В минерально-сырьевой базе Арктики главными в ресурсно-экономическом отношении являются нефтегазовые ресурсы. Целью работы является сравнительный анализ физико-химических свойств нефти Североамериканского, Скандинавского и Российского секторов Арктики. Информация о количестве месторождений основана на сведениях из базы данных по химии нефти Института химии нефти СО РАН.

Установлено, что количество месторождений в Российском секторе превышает количество месторождений в Североамериканском и Скандинавском секторах в 4 и 8 раз соответственно. Доля российских нефтяных ресурсов также велика и составляет почти 3/4 мировых арктических ресурсов.

Данные об изменении показателей физико-химических свойств арктической нефти территории того или иного сектора приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Физико-химические свойства нефти арктической зоны**

Показатель	Североамериканский сектор	Скандинавский сектор	Российский сектор
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,8839	0,8471	0,8371
Вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	31,93	7,89	420,46
Вязкость при 50°С, мм <sup>2</sup> /с	29,71	5,54	16,49
Содержание серы, мас. %	0,89	0,36	0,60
Содержание парафинов, мас. %	1,26	5,82	5,11
Содержание асфальтенов, мас. %	11,17	0,48	1,62
Газосодержание, м <sup>3</sup> /т	119,62	187,45	141,55
Содержание ванадия, мас. %	0,0039	0,0002	0,0039
Содержание никеля, мас. %	0,0014	0,0001	0,0066

Статистический анализ данных табл. 1 показывает, что средние значения показателей отличаются в рассматриваемых секторах Арктической зоны, а именно, нефть, приуроченная к территории Североамериканского сектора, по сравнению с нефтью Скандинавского и Российского секторов является самой тяжелой, содержит значительно больше серы, асфальтенов (на порядок и более) и меньше парафинов. Нефть Российского сектора отличается тем, что в среднем относится к классу легких, но в тоже время характеризуется высокой вязкостью и высоким содержанием тяжелых металлов, особенно никеля. Нефть Скандинавского сектора является наиболее качественной – средней плотности, маловязкая, с наименьшим содержанием серы, асфальтенов и металлов, но повышенным содержанием парафинов.

Как известно, Российская Арктика является регионом особых геополитических, экономических, оборонных, научных и социально-экономических интересов РФ. Арктическая зона России – это последний (после новых нефтегазовых комплексов Западной и Восточной Сибири) крупный нефтегазовый резерв государства, требующий очень серьезной подготовки в ближайшие 10-15 лет. Роль ресурсов УВ Российской Арктики в общем балансе топливно-энергетических ресурсов страны столь велика, что в дальнейшем без их освоения страна не сможет успешно существовать и развиваться. В то же время нефть обширных северных и восточных территорий и акваторий северных морей, которые относятся к территориям со сложными горно-геологическими условиями и к районам распространения вечной мерзлоты, является трудноизвлекаемой.

Особо следует отметить о больших запасах тяжелой и вязкой нефти Арктики. Эта нефть может оказаться весьма эффективной для производства арктических масел и дорожных битумов [2]. Таковой является нефть уникальных и крупных по своим запасам месторождений: Вынгапуровское, Западно-Мессояхское, Комсомольское, Новопортовское, Русское, Северо-Комсомольское, Тазовское – в Западно-Сибирском бассейне, Медыньское-Море, Наульское, Приразломное, Сурхаратинское, Торавейское, Ярегское – в Тимано-Печорском бассейне, Оленекское – в Лено-Тунгусском бассейне и т.д. Физико-химические свойства тяжелой нефти в зависимости от вязкости имеют значимые отличия в содержании парафинов, асфальтенов и тяжелых металлов. В то же время нефть является среднесернистой, среднесмолистой и обеднена нефтяным газом (табл. 2).

Таблица 2

**Физико-химические свойства тяжелой нефти с различной вязкостью  
Российской Арктики**

Показатель	Тяжелая нефть (плотность более 0,88 г/см <sup>3</sup> )	
	Вязкая (вязкость при 20°С более 35 мм <sup>2</sup> /с)	Мало- и средневязкая (вязкость при 20°С менее 35 мм <sup>2</sup> /с)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,9237	0,9080
Вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	939,19	19,63
Вязкость при 50°С, мм <sup>2</sup> /с	63,69	8,70
Содержание серы, мас. %	1,68	1,48
Содержание парафинов, мас. %	3,50	2,17
Содержание смол, мас. %	9,66	7,46
Содержание асфальтенов, мас. %	4,12	1,45
Газосодержание, м <sup>3</sup> /т	25,22	38,15
Содержание ванадия, мас. %	0,0033	0,0160
Содержание никеля, мас. %	0,0179	-

Оценка перспектив нефтегазоносности Российской Арктики требует в настоящее время уточнений и корректировок, т.к. геолого-геофизическая изученность северных территорий и акваторий очень низкая. По мнению специалистов, оценка ресурсов нефти Российского сектора может быть гораздо выше и может быть сопоставима с ресурсами бассейнов Ближнего Востока.

Таким образом, показано, что по объемам запасов нефти и газа Арктическая зона России гораздо богаче нефтегазоносных территорий других зон Арктики. Российская Арктика – регион особых интересов России, регион концентрации всех аспектов национальной безопасности, в том числе ресурсного с главной составляющей – углеводороды, что и определяет особую актуальность и значимость исследований условий залегания углеводородного сырья, его физико-химических и геохимических свойств для разработки новых технологий добычи, транспортировки и переработки в экологически сложных районах территории и акватории Арктики.

**СЕКЦИЯ 3  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ  
АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

**ВЛИЯНИЕ ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА И ЕГО МОРЕЙ НА КЛИМАТ ПЛАНЕТЫ.  
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

**Д.А. Нечаев**

Научный руководитель доцент Н. В. Чухарева  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Исследования ледяного покрова арктических морей ведутся с начала прошлого века и по сей день не теряют своей актуальности. Сейчас Арктика приобретает огромный интерес, в связи с тем, что именно в арктических морях сосредоточены огромные запасы углеводородов (примерно 58% от запасов всего Мирового океана). Но при разработке месторождений наибольшие трудности связаны с характером ледового покрова, который является одним из основных факторов, определяющих доступность и недоступность запасов углеводородов. На данный момент объем доступных запасов составляет немногим более 50% от начального потенциала извлекаемых ресурсов нефти (8 млрд т.) и газа (41,5 трлн м<sup>3</sup>), при этом необходимая материально-техническая база создана лишь для добычи 5,7 млрд т. нефти и 22,2 трлн м<sup>3</sup> газа [3]. Из этого следует, что увеличение значимости освоения арктического шельфа и Арктики в целом ведет к возрастанию востребованности в использовании более современной технике. Стоит заметить, что любое техническое воздействие может привести к изменениям как арктических льдов, так и всей окружающей среды. Чтобы четко понять, какие техногенные последствия могут произойти при дальнейшем развитии событий, необходимо проводить точный мониторинг, который позволит:

1. Исключить процессы, влияющие на климатические и экологические проблемы.
2. Правильно подобрать новые технологии, которые будут работать в совокупности с экологическими наблюдениями.

Таким образом, мониторинг изменений является одной из основных и приоритетных задач в дальнейшем процессе освоения и изучения Арктики, а результаты, полученные в ходе проведенных исследований, обязательно должны учитываться при разработке новых арктических проектов.

Несомненно, основные климатические изменения состояния ледового покрова Северного Ледовитого океана вызываются процессами в атмосфере и океане, на которые оказывают влияние различные воздействия. Данные воздействия подразделены на внешние и внутренние факторы.

К наиболее важным *внешним факторам* относятся изменения коротковолнового электромагнитного излучения Солнца, поступающего на поверхность Земли, а также колебания солнечной активности, связанные с процессами, происходящими внутри него и приводящими к изменению ультрафиолетовых потоков и магнитного поля Солнца.

К *внутренним факторам*, которые влияют и определяют состояние ледяного покрова Арктики, относятся:

1. *Высокая отражательная способность* (альbedo) снежно-ледяной поверхности, которая усиливает охлаждение прилежащих слоев воздуха и одновременно замедляет таяние и прогрев нижележащих слоев воды. Изменения альbedo варьируется в широких пределах: от 0,98 (для свежевыпавшего снега) до 0,1-0,3 (для снежиц, а также сильно загрязненного льда). Чем выше альbedo снежно-ледяной поверхности, тем меньше поглощение солнечной радиации.

2. *Изолирующий эффект морских льдов*, который оказывает прямое влияние на температуру воздуха и воды. Т.е. чем больше толщина ледяного покрова, тем меньшее количество теплоты океан может отдавать атмосфере.

3. *Состояние морского ледяного покрова*, оказывающее влияние на характер и интенсивность циркуляции воздушных масс, от которых, в свою очередь, зависит теплообмен между атмосферой и океаном (например, связь между ледовитостью арктических вод и Арктическим антициклоном, который, в свою очередь, влияет на положение траекторий соседних циклонов).

Но стоит заметить, что наряду с чисто природными факторами, влияющими на цикличность изменений ледяного покрова Арктики, все большее значение приобретает *антропогенный фактор*, связанный с производственной и жизненной деятельностью человека. К основным угрозам этого фактора относят загрязнение компонентов полярной среды в условиях накопления отходов и поступления загрязняющих веществ. Антропогенный фактор искажает научные прогнозы и предположения об изменениях климата, внося в них значительные корректировки [2, 5].

На основании вышеуказанных факторов можно классифицировать гипотезы, определяющие дальнейшие изменения состояния льдов Арктики:

1. *Гипотезы, предполагающие полное или частичное исчезновение арктических льдов.*

Согласно докладу «Оценка климатических воздействий в Арктике», или ACIA (Arctic Climate Impact Assessment), в разработке которого принимали участие 14 исследователей из девяти стран (в том числе и из России), ожидается сокращение площади морского льда на протяжении всего XXI в. По прогнозам, приведенным в докладе, начиная со второй половины XXI в. ледяной покров океана становится сезонным, так что в конце лета Арктический бассейн полностью освобождается ото льда. Однако отмечается значительная временная и пространственная изменчивость, связанная с непредсказуемыми антропогенными изменениями [2].

2. *Гипотезы, которые противоречат исчезновению арктического льда.*

Один из прогнозов предложил Мототака Накамура, японский ученый-океанолог. Проанализировав температуру воды на поверхности Гренландского моря с 1957 года и по настоящее время, ученый пришел к выводу, что с 2015 года в Северном полушарии начнется период похолодания. Между тем Накамура честно предупредил, что его модель не учитывает влияние парникового эффекта на глобальное потепление [6].

К аналогичным выводам пришел и российский ученый, завсектором космических исследований Солнца Пулковской обсерватории, Хабибулло Абдусаматов. В одной из своих последних статей «Двухвековое снижение солнечной постоянной ведет к дефициту энергетического бюджета Земли и малому ледниковому периоду». В основе его гипотезы лежит снижение солнечной активности. По его прогнозам пик придется примерно на 2055 год, а средний уровень температуры на планете понизится на 1–1,5 градуса [4].

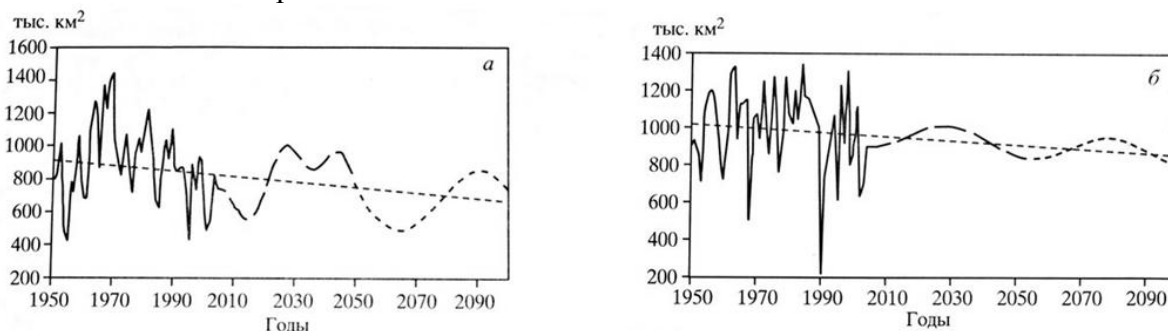
**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

Однако, получение полной картины изменений арктического льда невозможно без рассмотрения всех факторов в совокупности. Для систематического изучения данных процессов существуют следующие методы:

1. Спутниковое пассивное микроволновое зондирование (позволяет получить наиболее длинный ряд данных о состоянии полного ледяного покрова Арктики).
2. Исследования состояния льда и вод арктических морей при помощи различных технических средств.
3. Анализ данных и наблюдений, полученных в результате различных полярных экспедиций.

Результатом синтеза вышеперечисленных методов является составление трендовых моделей, основанных на полученных данных. Наиболее значительные изменения климата происходят в определенных временных интервалах (циклах): полувековые циклы, 20-летние и 10-летние циклы, а также короткопериодные циклы. Так, полувековой цикл позволяет грубо оценить периоды изменения площади льда в течение 50-60 лет. Более короткие циклы (продолжительностью 10-20 лет и короткопериодные циклы) особо важны в связи с проблемой разработки методики ледовых прогнозов.



***Рис. 1. Прогноз климатических изменений площади арктического льда в западных (слева) и восточных (справа) арктических морях на XXI в. с учетом линейного тренда во второй половине XX в. [5]***

Полученные данные позволили выделить три эпохи изменения ледовитости: уменьшение в первой половине XX в., увеличение до начала 70-х годов и последующее сокращение площади льдов в течение трех десятилетий. Следовательно, изменение площади арктических льдов имеет циклический характер, т.е. состоит преимущественно из периодов уменьшения и увеличения ледовитости северных морей [2].

Таким образом, главными направлениями в дальнейшем развитии исследований арктических льдов являются:

1. Усовершенствование уже имеющейся технической базы, а также создание нового оборудования, которое позволит более детально и точно выявить дальнейший процесс изменения льдов Арктики, а также факторы, влияющие на эти изменения.
2. Укрепление международного сотрудничества в решении вопроса мониторинга изменений. Как мы видим, существует множество различных гипотез и предположений, которые выявлены как учеными, так и группами ученых, объединенных в различные организации. Синтез полученных знаний позволит получить еще более точные прогнозы, связанные с изменениями климата Арктики.

3. Систематический анализ совокупности факторов, который приведет к более точным и долгосрочным прогнозам изменений арктических льдов.

Следуя этим направлениям, человечество сможет минимизировать риски при освоении Арктики в неустойчивых климатических условиях северных морей.

### Литература

1. Бондаренко Л. А. Арктическая зона России. Углеводородные ресурсы: проблемы и пути решения / Бондаренко Л. А., Аполонский А. О., Цуневская А. Я. - М.: ИАЦ «Энергия», 2009. – 120с.
2. Возможности предотвращения изменения климата и его негативные последствия: проблемы Киотского протокола: материалы Совета-семинара при Президенте РАН / [отв. Ред. Ю. А. Израэль] ; РАН. – М.: Наука, 2006. – 408 с.
3. Дмитриевский А. Н. Энергетические приоритеты и безопасность России (нефтегазовый комплекс): монография / А. Н. Дмитриевский, А. М. Мастепанов, М. В. Кротова. — М.: ООО «Газпром экспо», 2013. — 336 с.
4. Фролов И.Е. Научные исследования в Арктике. Т.2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа / Фролов И. Е. и др. – СПб.: Наука, 2007. -158 с.
5. Нужно заготавливать дрова [Электронный ресурс] // ВЗГЛЯД. – Режим доступа: <http://vz.ru/society/2012/2/17/562249.html>, свободный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 16.10.2014).
6. Японский ученый заявил, что Северное полушарие с 2015 года ждет похолодание [Электронный ресурс] // МК.RU - Режим доступа: <http://www.mk.ru/science/article/2013/07/01/877191-yaponskiy-uchenyiy-zayavil-chno-severnoe-polusharie-s-2015-goda-zhdet-poholodanie.html>, свободный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 16.10.2014).

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА Г. НАРЬЯН-МАРА**

**Э.М. Батуева**

Научный руководитель доцент Н.Г.Наливайко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия*

Интенсивное хозяйственное освоение арктической части Европейского Севера влечет за собой резкое увеличение антропогенной нагрузки, которая проявляется не только в развитии промышленного производства, но в росте населения, в том числе и временного. В результате чего, продукты антропогенной деятельности, поступают с поверхностным стоком не только в реки и озера, но и в подземные воды и включаются в природные геохимические процессы. Одной из главных проблем данного региона является обеспечение населения чистой питьевой водой, отвечающим всем нормам качества. Подземные воды, как источник для хозяйственно-питьевого водоснабжения, имеют ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами: они имеют высокое качество изначально, более защищены от антропогенного загрязнения и менее подвержены сезонным колебаниям уровней вод.

Установлено, что главным источником для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Нарьян-Мара являются подземные воды современного



**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

аллювиального водоносного горизонта. Данный горизонт залегает первым от поверхности и распространён в долинах рек Печоры и Куи.

В течение 2016 г. на территории г. Нарьян-Мара в его окрестностях были проведены полевые испытания, включающие в себя гидрохимические, микробиологические исследования природных вод. В результате чего, получены данные по химическому составу 11 проб подземных вод (табл. 1).

Химический состав подземных вод схож с составом поверхностных, так как питание пресных подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и притока речных вод. Питьевые подземные воды также являются пресными, однако, среди природных вод, для них характерны повышенные значения минерализации. По химическому составу воды являются гидрокарбонатными кальциево-натриевыми, с повышенным содержанием железа до 3 мг/л. Повышенное содержание железа в водах оказывает влияние не только на здоровье населения, но и осложняет работу водозаборных скважин, так как при контакте с кислородом  $Fe^{2+}$  окисляется и образует гидроокись, которая в свою очередь негативно влияет на состояние фильтров и обсадных труб скважин.

*Таблица 1*

*Основные гидрохимические параметры природных вод г. Нарьян-Мара*

Параметр	мин	макс	сред	Параметр	мин	макс	сред
pH	6,3	7,5	9,6	Sr, мкг/л	43,040	666,612	140,871
TDS, мг/л	52,2	689	181,2	Ba, мкг/л	11,843	187,804	59,614
PHУ, мг/л	8,2	57,1	16,81,5	Zn, мкг/л	152,608	399,935	211,763
POУ, мг/л	0,7	3,6	1,5	B, мкг/л	4,224	112,950	31,034
Cl, мг/л	2,082	57,331	10,183	P, мкг/л	14,723	197,010	97,547
SO <sub>4</sub> , мг/л	1,029	33,066	6,67,	Ni, мкг/л	0,085	39,802	6,759
Na, мг/л	2,158	62,940	11,871	Co, мкг/л	0,015	8,060	1,475
K, мг/л	0,479	8,674	1,705	Rb, мкг/л	0,126	5,570	0,807
Ca, мг/л	6,950	59,594	23,188	Cu, мкг/л	1,296	4,119	2,002
Mg, мг/л	1,992	18,319	5,234	Al, мкг/л	2,356	44,521	8,615
Продолжение таблицы 1							
Fe, мг/л	0,035	2,770	1,001	Li, мкг/л	0,520	1,902	1,315
Mn, мг/л	0,037	3,069	0,460	Mo, мкг/л	0,029	0,742	0,196
Si, мг/л	2,604	6,011	4,56	Pb, мкг/л	0,224	0,699	0,353
S, мг/л	0,517	14,909	3,075	U, мкг/л	0,004	0,235	0,081

Наиболее чувкими индикаторами изменений химико-экологической обстановки окружающей среды являются микроорганизмы. Микроорганизмы – важнейший компонент любой экосистемы, а их количественные и качественные изменения представляют отдельное значение как для характеристики санитарно-гигиенического, так и экологического состояния экосистем [1]. При оценке загрязнения природных вод используются количественные характеристики таких физиологических групп бактерий как: сапрофиты, сульфатотредуцирующие бактерии, железобактерии, а также микробиологические показатели, связанные с геохимическими циклами биогенных веществ: углерода, азота, фосфора серы [2].

Для установления разнообразия физиологических групп бактерий был выполнен микробиологический анализ подземных вод. Результаты микробиологических анализов представлены в таблице 2.

Таблица 2

*Некоторые физиологические группы бактерий, представленные в арктических природных водах, кл/мл.*

Физиологические группы бактерий питьевых подземных вод	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 3
Копиотрофы	3700	70610	46450
Олиготрофы	21200	129720	123320
Индекс олиготрофности	5,8	1,6	2,7
Нефтеокисляющие	390	26000	51000
Гетеротрофные	6700	21660	50900
<i>Thiobacillus intermedius</i>	1420	69300	2700

Повышенный индекс олиготрофности в пробе подземной воды скв. № 1 свидетельствует о гидравлической связи между поверхностными и подземными водами, так как данная скважина имеет небольшую глубину и расположена на берегу озера Казенного. В момент отбора пробы воды озера «цвела».

Особенность состава микрофлоры воды данных скважин состоит в отчетливой их дифференциации по количеству нефтеокисляющих бактерий. Максимально высокая численность этих бактерий в скважине № 3 гидравлической взаимосвязью с озером, где размножение водорослей сопровождается выделением в воду углеводородной органики биологического происхождения.

В большом количестве в воде скважин присутствуют гетеротрофные железоокисляющие бактерии. Количественное их распределение аналогично нефтеокисляющим бактериями. Причиной их максимальной численности в скважине № 3 так же связана с «цветением» озера.

#### Литература

1. Кондакова Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели: учебное пособие / Г.В. Кондакова; Яросл. Гос. Ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 136 с.
2. Романенко В. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов / Романенко В.И., Кузнецов С.И. – 1974

#### **КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ В РАЙОНАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ**

**К.В. Бекирова, А.Г. Мошкина**

Научный руководитель доцент В.В.Крамаренко

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия***

Участок работ в административном отношении находится на территории Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) вблизи п. Майя. В геоморфологическом отношении Мегино-Кангаласский улус расположен в пределах эрозионно-аккумулятивной равнины Центрально-Якутской низменности, характеризующейся обилием неглубоких замкнутых понижений – аласов (аласно-таежный ландшафт). Абсолютные высотные отметки колеблются от 144 до 160 м.

### СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

В связи с распространением в изучаемом участке пластовых льдов, актуален вопрос изучения и освоения территории, с инженерно-геологической точки зрения.

Целью является изучение методик исследования подземных льдов при инженерно-геологических изысканиях.

В задачи входит подбор и систематизация данных по их изучению распространения, состава и свойств пластовых льдов.

На данный момент активно изучается характер образования ледяных залежей. Процесс формирования залежей льда восстанавливается на основе радиоуглеродного, изотопно-кислородного и палинологического анализа, в соотношении с условиями залегания.

"Ледовый комплекс" Центральной Якутии - особый горизонт, насыщенный жилами льда, плащевидно залегающий на обширных участках, неоднородный по составу, мощности и генезису. Комплекс прорывают термокарстовые котловины и участки с отсутствием жильного льда. Территория распространения комплекса представляет собой огромный полумесяц, направленный выпуклостью на восток, повторяющий большой дугообразный разворот долины р. Лена в среднем ее течении. Проектируемые трассы ВЛ пересекают южный "рог" в районе Центрально-Якутской низменности.

Происхождение ледяного комплекса криогенно-эоловое, в связи с тем, что ледяные жилы являются сингенетичными, т.е. сформировавшимися одновременно с вмещающими породами.

Основные характеристики комплекса: сплошное в плане и непрерывное в разрезе распространение ММП при общей мощности 140-300 м; возможное наличие сквозных таликов только под крупными термокарстовыми озерами; максимальная льдонасыщенность в верхней части разреза (от 7-8 до 10-12м по мощности). Общая льдистость от 0,23-0,98 и более; мощность слоя годовых колебаний температуры 18-20 м; мощность сезонно-талого слоя в зависимости от состава, влажности, наличия и вида почвенного покрова, экспозиции составляет 1,6-3,5м. Глубина залегания льда на изучаемой территории составляет 6,2 – 17 м, мощность 10 м и более. Скважины до глубины 15-17 м подстилающие лед грунты не вскрыты [11].

Основные методы исследования ледяных комплексов проводятся согласно СП 25.13330.2012 п.8 «Особенности проектирования оснований и фундаментов на сильнольдистых многолетнемерзлых грунтах и подземных льдах», при проектировании оснований и фундаментов на подземных льдах и сильнольдистых многолетнемерзлых грунтах следует предусматривать использование таких грунтов в качестве основания, как правило, по принципу I. [10].

Для исследования «Ледового комплекса» необходимы следующие виды работ:

1. *Полевые исследования*
  - Рекогносцировочные исследования
  - Буровые работы
  - Геофизические исследования
2. *Лабораторные исследования*

Для определения несущей способности основания и деформации необходимы определения следующих характеристик: сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом  $R_{af}$ , сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с другим грунтом или грунтовым раствором  $R_{sh}$ ;

сопротивления срезу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором  $R_{sh,i}$ ; [7].

Для расчета осадки основания позднеземных льдов необходимо определять характеристики: коэффициент вязкости мерзлого грунта  $\eta$ ; предел текучести мерзлого грунта  $\sigma_L$ , которые определяются при испытаниях образцов мерзлого грунта на одноосное сжатие[6].

### Литература

1. Емельянова Т. Я., Крамаренко В. В. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие. – Томск, Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.
2. Литвинов И.М. Исследование грунтов в полевых условиях. – М.: Углетехиздат. 1954 г. – 220 с.
3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
4. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
5. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы определения физических характеристик
6. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
7. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
8. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.
9. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть IV). Правила производства работ в районе распространения многолетнемерзлых грунтов.
10. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
11. <http://www.geokniga.org/>

### **АРКТИКА – ТОЧКА БИФУРКАЦИИ В РАЗВИТИИ ГЛОБАЛЬНОГО МИРА**

**Н.И. Исламова, Т.И. Исламов, Н.В.Агалаков**

Научный руководитель доцент Н.М.Недоливко

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

За последние 10 000 лет благодаря стабильному климату на земле произошло развитие живых организмов. Но климат, каким мы видим его сегодня, становится не устойчивым. Процесс потепления - запущен. Учёные задаются вопросами, пытаются понять, могут ли, незначительные изменения во льдах Арктики, нарушить климат и изменить весь мир? Но какое отношение это имеет к нам?

Нами были выявлены возможные причины таяния ледников:

1. Парниковый эффект – это увеличение средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана вследствие роста в атмосфере концентраций парниковых газов (углекислый газ, метан, водяной пар и т.д.) [1]. Образуется «плёнка» из молекул метана и углекислого газа. Она увеличивает пропуск солнечных лучей, но плохо их отражает, т.е. частично задерживает тепло. Тем самым, слой атмосферы становится все теплее и теплее.

2.Криоканит. Образуется при копоти двигателей внутреннего сгорания и воздушной пыли. Пыль и сажа, пески пустынь, различные выбросы природного и антропогенного характера, все они являются составляющими криоканита. В результате работы ветра, они скапливаются на ледниковых покровах. При

повышении температуры, криоканит концентрируется и поглощение тепла заметно увеличивается, что способствует интенсивному таянию льда. Чем темнее ледник, тем быстрее он тает [2].

3. Мельница. Потоки воды, стекающие, к основанию ледника называются ледниковыми мельницами. Снег начинает быстро таять, по всему леднику собираются большие потоки, которые стекают вниз, принимая удивительно - изогнутые формы и впадают в расщелины или проваливаются вглубь. Среди ученых распространена теория, что потоки воды стекают к основанию и гидравлически поднимают его. Таяние так велико, что уже на ледниках образованы озёра и реки.

4. Нагревание океана. Все вышеперечисленные факторы, несомненно, повлекут за собой увеличение уровня мирового океана. Воды, которые попали в океан в результате таяния ледников, влияют на течение гольфстрим. Главная составляющая - солёная вода. Она спадает и заставляет течение постоянно циркулировать по планете. Однако, если пресная вода ледников, попадёт в северную Атлантику она разбавит, солёную воду океана и ослабит силу, движущую течениями. Опасность таяния ледников в том, что она может замедлить, остановить термохалинную циркуляцию, что отразится на температурном балансе планеты. Цепная реакция океанических течений полностью изменит глобальную климатическую систему мира.

5. Тающий морской лёд. Лёд это своего рода глобальный кондиционер. Если весь лёд растает и останется только океан, тогда воздух и вода будут стремительно нагреваться (отражается всего около 10 % света, а 90 % света поглощается). Таяние льда только ускорится. Если не останется снега, наша планета совершенно изменится. Цепная реакция несомненно, окажет влияние на других широтах нашего мира.

Уже сегодня, последствия таяния льдов очевидны и многочисленны. Оно влияет на благосостояние и здоровье человека, разнообразие растительного и животного мира, инфраструктуру и экономику близлежащих регионов.

Процесс таяния льдов – запущен, и он может привести к непоправимым последствиям:

1. Уровень Мирового океана поднимется, а значит большая часть территорий будет затоплена;
2. Откроются новые перспективы для добычи природных ресурсов;
3. Изменение климата приведёт к исчезновению животных и растений;
4. Откроются новые возможности для перевозки грузов по морю;
5. Ускорится процесс глобального изменения климата, за счёт высвобождения залежей парниковых газов [3];
6. Изменится движение океанических течений и произойдёт нарушение температурного режима на суше.

К сожалению, будущее прогнозирование изменения климата снижается в силу того, что человечество, не обладает столь большими знаниями о геологии этого района. Недостаток информации играет огромную роль для разведки и освоения данной территории. Но, человечество не может не обращать внимания на эту проблему. Ведь сегодня, с каждым часом, меняется наш современный мир. Учеными всего мира предлагаются: посадка деревьев и выращивание новых сортов растений; покраска крыш и различных изделий в белый цвет; переход к нетрадиционным видам энергии (солнечные батареи, строительство приливной и гидроэлектростанций); улучшение КПД и т.д. Но успеем ли мы, предотвратить данную катастрофу? К сожалению это вопрос, так и остается открытым...

Криоканит, глобальное потепление, ледяные мельницы, повышение температуры океана и таяние морского льда, все эти факторы несомненно приблизят ледниковый покров к переломному моменту с невероятной скоростью. Каждый из факторов ускоряет процесс таяния. Если это произойдет, весь мир, вся планета изменится навсегда.

### Литература

1. Арктика – действующий фактор изменения климата [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rusecounion.ru/change\\_20111](http://www.rusecounion.ru/change_20111)
2. Глобальное потепление: факты, гипотезы, комментарии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.priroda.su/item/389>
3. Таяние арктических льдов: в шаге от катастрофы [Электронный ресурс]. URL: [http://www.pnpi.spb.ru/win/struct/bibl/doc/NAUKA-V-MIRE\\_35\\_30Jun15.pdf](http://www.pnpi.spb.ru/win/struct/bibl/doc/NAUKA-V-MIRE_35_30Jun15.pdf)

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕЖЕВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ЗЕМЛЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

**Ю.С. Козицина**

Научный руководитель доцент Е.И. Аврунев

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г.Новосибирск, Россия*

В настоящее время при межевании земельных участков (ЗУ) и постановки их на государственный кадастровый учет (ГКУ) имеет место ряд проблем, которые приводят к отказу или приостановлению этой, очень важной для экономики Российской Федерации, процедуры. Основной, на наш взгляд, проблемой является наложение границ вновь образованного земельного участка на существующие и уже поставленные на ГКУ земельные участки.

Следовательно, при внесении сведений в ЕГРН нет гарантии, что определение координат характерных точек ЗУ выполнено в соответствии с нормативными допусками. Поэтому в целом по РФ, в том числе и в арктическом регионе, только порядка 40% вновь образованных земельных участков, без проблем, могут быть поставлены на ГКУ.

Причиной такой серьезной ситуации являются следующие факторы:

1. Изменение систем координат в территориальном образовании в период между координированием уже поставленных на ГКУ и вновь образованных земельных участков;

2. Несоответствие точности параметров опорной межевой сети (ОМС) нормативным требованиям выполнения кадастровых работ, когда поставленные смежные ЗУ были закоординированы относительно одного исходного пункта ОМС, а вновь образованные земельные участки относительно другого;

3. Наличие реестровых ошибок в координатах характерных точек существующих смежных земельных участков, поставленных на ГКУ.

Один из выходов в этой тупиковой ситуации является проведение комплексных кадастровых работ, которые регламентируются действием вновь принятого ФЗ №221 «О кадастровой деятельности», где, в том числе, предусмотрено выполнение сплошного координирования, как существующих, так и вновь образованных в соответствии с проектом межевания территорий, земельных участков, в пределах границ территориального образования.

**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

Вместе с этим, однако, следует отметить, что к сожалению практика проведения комплексных кадастровых работ в России не получила широкого распространения. Это обусловлено, в первую очередь, не до конца проработанным алгоритмом финансирования этого вида кадастровой деятельности. Поэтому решение важнейшей для кадастровых работ отмеченной выше проблематики, остается открытым.

В сложившейся ситуации наиболее приемлемым вариантом, на наш взгляд, является следующий алгоритм действий всех участников осуществления кадастровой деятельности:

1. При выполнении кадастровых работ в отношении вновь образуемого земельного участка, проверять точность положения пункта ОМС, относительно которого будет выполняться координирование характерных точек этого ЗУ;
2. Выполнять контрольное координирование характерных точек смежных земельных участков, поставленных на ГКУ и координаты которых внесены в базу единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН);
3. Контролировать точность геодезических работ выполняемых кадастровым инженером с внесением соответствующих записей и вычислений в соответствующие разделы межевого плана (МП);
4. Наделить органы кадастрового учета по согласованию с землевладельцами полномочиями оперативного исправления реестровых ошибок, если они будут выявлены в границах смежных земельных участков;
5. Оформить данные предложения в виде соответствующего нормативно-правового документа.

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НЕФТЕГАЗОВОЙ  
ОТРАСЛИ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

**Ю.А. Моисеева, К.В. Цивелев**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск Россия*

Общая площадь районов распространения вечной мерзлоты в России составляет около 10,7 млн.км<sup>2</sup>, что занимает 63% территории страны. В этих регионах сосредоточено более 80% разведанных запасов нефти России, около 70% – природного газа, огромные залежи торфа, каменного угля, создана разветвленная инфраструктура объектов. Многие объекты построены на свайных фундаментах, многолетнемерзлый грунт используется в качестве оснований и рассчитан на эксплуатацию в определенных температурных условиях.

Согласно исследованиям, одним из важнейших факторов стратегических рисков являются последствия глобального изменения климата. Глобальное потепление может привести к изменению экстремальных климатических и метеорологических явлений. Потепление является основной тенденцией изменения климата. Процесс потепления наиболее интенсивно проявится к востоку от Урала, в то время как вблизи Черного моря вероятно похолодание. [1].

Актуальность работы связана с необходимостью оценки изменений климата, влияющих на многолетнюю мерзлоту, в связи с возможным увеличением выбросов парниковых газов и увеличения аварийности на объектах промышленной, в том числе и нефтегазовой, инфраструктуры при таянии многолетнемерзлых пород.



Цель работы: оценка возможных последствий в результате изменения климата и деградации вечной мерзлоты на объекты нефтегазовой промышленности в Арктических районах России.

Влияние изменения климата на вечную мерзлоту будет проявляться прежде всего в увеличении глубины сезонного протаивания и изменении температуры многолетнемерзлых пород. Со временем эти процессы приведут к сокращению площади вечной мерзлоты, часть которой либо протает полностью или перейдет в реликтовую форму и будет отделена от поверхности талым слоем.

В разных регионах температура многолетнемерзлых пород на глубине нулевых годовых амплитуд повысилась на 0,5-2 °С [2, 3]. Потепление происходило главным образом в 1970-1990-е годы. Ранее авторами в работе [4] уже были изучены изменения климатических параметров севера Западной Сибири. В результате которого были выявлены следующие изменения:

- увеличение продолжительности прямой солнечной радиации (от 0,15 до 1,5 ч/год) преимущественно в холодное время года на всей территории и уменьшение в августе и ноябре в восточной части области исследования.

- продолжающееся увеличение температуры воздуха в мае и июне в среднем на 0,08°С/год преимущественно на всех точках исследования, кроме прибрежной части Обской губы.

- обнаружены разнонаправленные тенденции температуры почвогрунтов: на глубине 160 см преимущественно с октября по январь в западной и в восточной части района исследования наблюдается увеличение. На глубине 320 см температура увеличивается в среднем на 0,01°С/год.

- выявлен зональный характер изменения суммы атмосферных осадков и высоты снежного покрова. По мере продвижения на север к побережью Карского моря происходит уменьшение величин суммы атмосферных осадков в апреле (4 мм/год) и в ноябре (3 мм/год).

Характер трендов многолетнего изменения температуры почвогрунтов в районах многолетней мерзлоты определяется как изменениями температуры воздуха, так и изменением характеристик снежного покрова, являющегося хорошим теплоизолятором. Так как влияние высоты снежного покрова на температуру почвогрунтов прослеживается почти на всей территории многолетней мерзлоты, выявленное увеличение высоты снежного покрова в холодный период времени и увеличение температуры воздуха в теплый период может оказать влияние на температуру почвогрунтов в целом на протяжении всего периода исследований.

Одним из проявлений климатических изменений может стать также увеличение частоты таких краткосрочных экстремальных погодных условий как град, бури, сильные снегопады, поздние заморозки, аномально высокие или низкие температуры воздуха. Последствия глобального изменения климата для объектов газовой отрасли не только вероятны (а часть из них уже проявляет себя), но также и достаточно масштабны. Это и осадка грунтов в результате теплового воздействия трубы при транспорте газа с положительной температурой, и выпучивание газопровода в результате пропуска по нему газа с отрицательной температурой, и деградация вечномерзлых грунтов основания и полосы, прилегающей к газопроводу [5].

Рост температуры мерзлых грунтов и уменьшение их несущей способности представляют серьезную угрозу для нефтегазодобывающих компаний России, приводя к повреждению объекты инфраструктуры (резервуары, дороги, площадки

**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

нефтегазопромысловых объектов, нефтепроводы, газопроводы, здания и др.). Это затрудняет освоение новых месторождений.

Исследования показали, что при оттаивании мерзлых грунтов изменяются их физико-механические свойства (адгезия к сваям-основаниям, объемный вес, пористость, влажность), что, в конечном счете, уменьшает несущую способность фундаментов, что приводит к повреждению построенных на них сооружений (рис. 1).



***Рис. 1. Последствия, вызванные таянием многолетнемерзлых пород [6]***

Сотрудниками Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова Росгидромета на основе расчетного эксперимента были выполнены расчеты и прогнозы по деградации вечной мерзлоты на территории России до 2050 г. Выявлено, что Надым - центр самых обширных газовых месторождений страны - находится в зоне существенной деградации вечной мерзлоты, поэтому существует опасность тотального разрушения всех построек. Согласно другим прогнозам, при увеличении среднегодовой температуры грунта на 1 °С, к 2030 году несущая способность зданий снизится на 40 %. Район Сургута – более южный, толщина многолетнемерзлых пород здесь составляет 10-20 метров, которые могут исчезнуть в течение десятилетий.

Литература

1. Овсяник А.И., Песков А.В., Брык Д.И., Оценка опасности участков газопроводов, проходящих через морские акватории / Актуальные проблемы регулирования природной и техногенной безопасности X Международная научно-практическая конференция. Москва – 2005 – С. 262–267
2. Romanovsky V. E., Drozdov D. S., Oberman N. G., Malkova G. V., et al., Thermal state of permafrost in Russia, Permafrost and Periglacial Processes – 2012. – v. 21, P. 136-155.
3. Израэль Ю.А., Павлов А.В. Анохин Ю.А., Мяч Л.Т., Шерстюков А.Б., Статистические оценки изменения элементов климата в районах вечной мерзлоты на территории Российской Федерации // Метеорология и гидрология. 2006 – Т 5 – С. 27 – 38 (проект «04-05-65112).
4. Решетько М.В., Моисеева Ю.А. Климатические особенности и статистические оценки изменения элементов климата в районах вечной мерзлоты на территории севера Западной Сибири / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 4. – С. 108–118 – 0,6875 п.л.Третяков А. Н., Перегудина Е. В., Азарова С. В. Воздействие на

окружающую среду продуктов нефтегазодобывающей отрасли / Молодой ученый. – 2015. – №11. – С.560-562.

5. Официальный сайт ООО НПО «Фундаментстройаркос» URL: <http://www.npo-fsa.ru/sut-problemy>.

**ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

**К.В. Скирдин**

Научный руководитель ассистент М.С. Егорова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия*

Согласно данным метеорологических и ледовых наблюдений, в течение прошлого столетия на планете происходил процесс активного повышения среднегодовых показателей температур, который периодически прерывался периодами похолоданий.

Значительные территории Российской части Арктической зоны находящиеся в условиях вечного холода столкнулись с проблемой потепления.

Представители восьми стран, территории которых находятся в Арктической зоне, приняли акт о мерах совместной борьбы с процессами климатических изменений Арктики. Однако принятый акт не устанавливает серьезных экономических мер, которые в перспективе могли бы кардинально решить проблему изменения климата Арктики. Представленные в акте тезисы не обязывают сокращать эмиссию парниковых газов оказывающих решающее воздействие на изменение климата Арктической зоны, а лишь "с тревогой" отмечают растущее антропогенное воздействие в Арктике [1].

Отечественные исследователи, такие как В.М., Порфирьев Б.Н., Саваськов П.В., Телегина Е.А., Арбатов А.Г., Дворкин В.З., Глубоков А.И., Глубоковский М.К., Коновалов А.М., Гудев П.А, Коньшев В.Н., Рыхтин М.И., Мергуниин А.А., в своих трудах подчеркивают важность развития Арктического региона при сохранении стабильности климатических факторов [1]. Исследователи-геологи, такие как Д.Ю. Большианов, А.С.Макаров, Макаров А.С., Морозова Е.А., Павлов М.В., Саватюгин Л.М., подчеркивают необходимость разработки адекватной модели изменения климата для предсказания предстоящих изменений в будущем, признавая климатическую модель необходимым условием реализации ресурсного потенциала Арктического региона. Алексеев Г.В., Пнюшков А.В., Иванов Н. Е., Ашик И.М., Соколов В.Т., Головин П.Н., Богородский П.В., в своих работах уделяя большое внимание комплексной оценки происходящих климатических изменений, подчеркивают отсутствие согласованности разработанных глобальных моделей с реальными метеорологическими наблюдениями и изменениями климата [3]. Такие ученые как Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М., в своих работах приводят аргументированную точку зрения, согласно которой исследуемое изменение климата Арктической зоны обусловлено действием естественных факторов природного происхождения, и во много меньшей степени зависит от парниковых газов антропогенного характера. Приведенные исследования подчеркивают необходимость дальнейшего изучения климатических изменений Арктики, создание адекватных реальным процессам теоретических моделей, разработки мер предотвращения дальнейших климатических изменений.

**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

Целью данной работы является литературный обзор проблемы изменения климата Российской части Арктики.

Глобальное потепление в первую очередь увеличивает среднегодовые показатели температур в Арктическом регионе. Так за последние 50 лет средние годовые показатели температур выросли почти на 4 градуса Цельсия. Согласно прогнозам авторитетных ученых, увеличение среднегодового показателя температуры Арктического региона за следующее столетие составит более 6 градусов.

В результате глобальных изменений климата толщина ледового покрова Арктических морей за последние 40 лет сократилась почти на 40%. Согласно самым оптимистическим прогнозам толщина ледового покрова Арктических морей исчезнет полностью к лету 30-х года этого столетия. Исчезновение ледового покрова в свою очередь ускоряет процесс глобального потепления. Освобождающиеся от ледового покрова темная поверхность морей более активно поглощают солнечное тепло, ускоряя тем самым процесс таяния, разогревая атмосферу над поверхностью. Все убыстряющееся таяние ледяной Арктической шапки, сосредоточившей в себе огромные запасы пресной воды в перспективе поднимет уровень мирового океана на 7 метров, в результате чего изменению подвергнутся хрупкие биологические связи живых организмов водных экосистем. Так, например, в результате повышения уровня моря погибнет большая часть существующих на сегодняшний день агломераций коралловых рифов, выполняющих не маловажную роль накопления в виде отложений, углерода из атмосферы, что в свою очередь подстегнет процесс таяния льдов. Увеличения притока пресной воды в Северную Атлантику, в результате таяния льдов приведет к изменению планетарных океанических течений, от которых зависит стабильность климатических условий всей планеты. Изменение климатических условий Арктической зоны приведет к катастрофическим изменениям глобального климатического равновесия, в результате которого существенным изменениям подвергнутся места дислокации апвеллинга, обеспечивающего за счет токов водных масс из глубины к поверхности океана перенос питательных веществ влияющих на возможность существования жизни в океане [1-4].

Литература

1. Загорский А.В. Арктика: зона мира и сотрудничества: монография / Катцов В.М., Порфирьев Б.Н., Саваськов П.В., Телегина Е.А., Арбатов А.Г., Дворкин В.З., Апанасенко В.М., Ознобищев С.К., Глубоков А.И., Глубоковский М.К., Коновалов А.М., Гудев П.А, Коньшев В.Н., Рыхтин М.И., Мергуни А.А; Изд.: Институт МЭМО РАН РФ, Москва, 2011-С. 195.
2. Фролов И.Е. Изменение климата Арктики и Антарктики - результат действия естественных причин/ Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М. // Проблемы Арктики и Антарктики № 2 (85)- 2010 - С. 52-61.
3. Алексеев Г.В. Комплексная оценка климатических изменений в морской Арктике с использованием данных МПГ 2007/08 / Пнюшков А.В., Иванов Н. Е., Ашик И.М., Соколов В.Т., Головин П.Н., Богородский П.В.// Проблемы Арктики и Антарктики № 1 (81) - 2009 - С. 7-14.
4. Гудкович З.М. О характере и причинах изменений климата Земли / Карклин В.П., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е. // Проблемы Арктики и Антарктики № 1 (81) - 2009 - С. 15-24.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ШЕЛЬФА СЕВЕРНОГО МОРЯ В АРКТИКЕ

**В.В. Соловьев**

Научный руководитель ассистент Е.Г. Карпова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Укрепление экономической стабильности в последние годы стало движущей силой для повышения активности в Северном море и возобновления реализации временно отложенных проектов. В отличие от общеевропейской тенденции снижения, а в частности и соседа по Северному морю – Великобритании, Норвегия за последние годы пробурила самое большое число скважин. Этот беспрецедентный уровень активности бурения на фоне значительных колебаний цен на сырую нефть в последние 10 лет стимулировался 78 %-ной налоговой скидкой, предоставленной правительством Норвегии компаниям, осуществляющим любые операции бурения. Этот шаг укрепил доверие инвесторов, несмотря на сложный климат в период экономического кризиса [1].

Норвежское правительство контролирует ключевые сферы экономики, в частности, нефтяной сектор. Хотя страна обладает и другими природными ресурсами (лесные ресурсы, гидроэнергетика, рыба, минеральные вещества), нефтяной сектор обеспечивает 30 % поступлений средств в бюджет Норвегии. Норвегия – один из основных поставщиков нефти и газа в Западную Европу [2].

Особенности разработки шельфа Северного моря рассмотрена на примере норвежского нефтяного гиганта – компании StatOil – крупнейшей компании в Норвегии, а также крупнейшей нефтяной компании на севере Европы. Компания является одним из крупнейших поставщиков сырой нефти на мировом рынке, а также самым крупным поставщиком природного газа на европейский рынок. Штаб-квартира находится в городе Ставангер. Основана в 1972 г. по решению норвежского парламента, как частная государственная компания. Название – от англ. State's oil (государственная нефть). В 2002 г. компания была преобразована в публичную и частично приватизирована. Statoil обеспечивает около 60 % шельфовой добычи углеводородов Норвегии. Сейчас контрольный пакет акций (70,9 %) компании принадлежит норвежскому правительству [4]. Особенностью разработки шельфовых месторождений компании StatOil является подводное оборудование производства. Нефтегазодобывающие комплексы устанавливаются и соединяются в единую сеть на морском дне (рис. 1).

Рассмотрим историю развития этой технологии. Существует 6 поколений оборудования подводного производства:

1-е поколение. Подводное производство. Было протестировано на норвежском континентальном шельфе (NCS) в начале 1970-х годов. Statoil решила сосредоточиться на производстве под водой во время своего первого проекта в Гулфаксе в 1986 г. Главный вопрос заключался в том, можно ли было перенести системы с палубы платформы на морское дно [4].

2-е поколение. После того, как стало очевидным, что производственные системы могут надежно работать на морском дне, инженеры начали искать более простые и экономически эффективные решения. Около платформы Стэтфорд был обнаружен небольшой нефтегазоносный пласт. Его разработка была бы не рентабельной при обустройстве новой платформы. А его удаленность от действующей платформы Стэтфорд не позволяла начать эксплуатацию [4].

**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

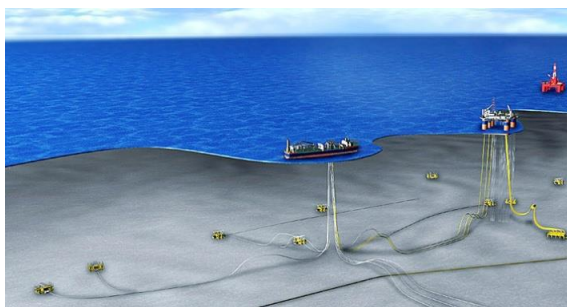
---

3-е поколение. Это поколение было примером использования плавающих производственных систем в более глубоких водах на Норвежском континентальном шельфе. В проектах Эми, Асгард и Тролл в те годы начали внедряться эти технологии. Разработка технологий проходила два этапа: в первом нефть с водой с помощью насосов поднималась с морского дна в нефтяные танкеры; на втором вода отделялась от нефти еще на дне, и уже только нефть поднимали на поверхность. Это во многом снижало расходы на транспортировку [4].

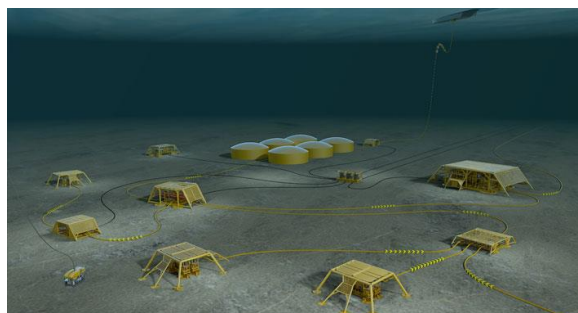
4-е поколение. Ранее «невозможные» проекты развития, теперь стали возможными. Эпоха легкой нефти закончилась, и были обнаружены пласты с огромными проблемами для развития. В Ормен Ланге и Сноухите расстояние было большой проблемой. Statoil решили использовать длинные подводные трубопроводы для транспортировки газа по дну. Подводная разделительная система Тордис удаляет воду, повышает давление для дальнейшей транспортировки углеводородов [4].

5-е поколение. До сих пор аргументом против подводных скважин было то, что было невозможно производить тот же объем из таких скважин, как от традиционных платформ. Благодаря новой технологии «умная скважина» можно получить более подробную информацию о пластах и провести эффективные геолого-технические мероприятия, которые практически ликвидировали эту проблему [3]. Месторождение Туриханс, которое введено в эксплуатацию в 2009 г., является примером использования данной технологии. В Туриханс также установлена система для введения морской воды в пласт с помощью насосов на морском дне. Это поколение подводных технологий сформировало основу для развития компании Statoil полноценного подводного производственного завода [4].

6-е поколение. Первые жизненно важные решения для 6-го поколения уже были сделаны получением лицензии на проект подводной установки сжатия газа на месторождениях Гуллфакс и Асгард [5]. Этот проект является важной частью будущего завода под водой (рис. 2). Этот период также ожидается использование технологий в более глубоких водах, на более длинные расстояния. Ожидается, что подводные комплексы будут одним из основных способов освоения, как Баренцева моря, так и Арктики в целом [4].



**Рис.1** *Схема расположения плавающих производственных систем и подводного оборудования*



**Рис.2** *Схема подводного завода на морском дне*

Подводный завод на морском дне делает возможным использовать дистанционное управление транспорта углеводородов в любом морском центре. Будущие ресурсы находятся дальше от земли, на больших глубинах и в более холодных и жестких условиях. Подводный завод будет иметь жизненно важное значение для реализации бизнес-возможностей для Statoil во многих областях и поможет реализовать цель – добывать 2,5 млн. баррелей нефтяного эквивалента

(бнэ) в сутки к 2020 г. [4]. Также существует проблема в том, что дно Северного моря покрыто затонувшими кораблями, самолетами, боевыми снарядами, начиная еще со времен средневековья. И чтобы получить доступ ко дну, сначала приходится его очищать от них.

Целью компании на 2020 г. является производство более чем на 2,5 млн. баррелей нефтяного эквивалента (млн. бнэ) в сутки. Для достижения этой цели будет приложено еще больше усилий в разработке новых технологий и закреплении позиций на рынке энергоресурсов [5].

Технологиям выделено ключевое значение. Они дают компании конкурентное преимущество и решающее значение для успеха в деловой среде. С увеличением масштабов и сложности разрабатываемых проектов ужесточаются требования к шельфовой добыче углеводородов, и растет конкуренция на доступ к ним. Стратегия компании Statoil устанавливает сильное стремление плыть вверх по течению и значительные амбиции роста Statoil к 2020 г.. Стратегия компании Statoil имеет амбициозный характер и поэтапное планирование роста вплоть до 2020 г.

### Литература

1. Evans M., Froydenlund P., Deloitte Petroleum Services, UK, «Северное море: 1. свет в конце тоннеля» // Нефтегазовые технологии, 2010. – №12. – С. 31 – 36.
2. Геохит. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geohit.ru> 2.
3. Русское географическое сообщество. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [3.http://www.rgo.ru](http://www.rgo.ru)
4. Официальный сайт «StatOil» / Перевод В.В. Соловьев. [Электронный ресурс]. 4.Режим доступа: <http://www.statoil.com>
5. Официальный сайт “USGS” Геологической Службы США (US Geological Survey) / Перевод В.В Соловьев [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.usgs.com>

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ 3D КАДАСТРА В ГОРОДАХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА РФ

**А.В. Чернов**

Научный руководитель доцент Е.И. Аврунев

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г.Новосибирск, Россия*

Эффективное развитие экономики Российской Федерации, особенно в городах Арктического региона невозможно без создания научно-обоснованной налогооблагаемой базы, основой которой является единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) основной раздел которого – кадастр недвижимости. Поэтому оптимальная структура кадастра недвижимости, его унификальность и возможность использования не только для целей регулирования земельно-имущественных отношений, но и для других важнейших научно-технических задач является приоритетным направлением развития Российской науки. В этой связи предложения для городов внедрения 3D кадастра является актуальной научно-технической задачей.

Отметим, что решение этой проблемы особенно актуально для городов Арктического региона, поскольку здания и сооружения, являющиеся, в том числе, объектами кадастровой деятельности и расположенные на вечной мерзлоте, с



большой вероятностью, по сравнению с обычными объектами капитального строительства (ОКС), могут испытывать деформации, приводящие к предельно-напряженному состоянию несущих элементов конструкции. Следовательно, в отношении таких объектов необходимо проводить деформационный мониторинг, результаты которого по нашему мнению также должны вноситься в кадастр недвижимости и учитываться при корректировке кадастровой стоимости и проведении эксплуатационными службами соответствующих профилактических мероприятий для предотвращения разрушения сооружения.

Решение этой глобальной задачи наиболее эффективно выполнять с использованием методики построения 3D моделей ОКСов, однако, сплошное трехмерное лазерное сканирование для создания моделей городских территорий сопряжено со значительными финансовыми затратами, поэтому в ряде случаев может быть не эффективным и экономически не обоснованным.

Одним из решений данной, очень важной научно-технической задачи, является реализация следующих методических аспектов:

1. Представление каждого этажа инженерного сооружения, в виде отдельной проекции на горизонтальную плоскость;
2. Включение в соответствующую форму технического плана номера этажа инженерного сооружения;
3. Построение промежуточной трехмерной модели, используя расстояние между этажами, полученное или с проектной документации, или измеренное в результате выполнения исполнительной съемки;
4. Координирование помещений соответствующего этажа в условной системе координат для выполнения исполнительной съемки и вычисления площадных характеристик для налогообложения;
5. Повторение координирования помещений инженерного сооружения через нормативно-установленный интервал времени для выполнения деформационного мониторинга и оценивания предельно-напряженного состояния несущих элементов конструкции инженерного сооружения.

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХМАО**

**А.В. Шрамok<sup>1</sup>**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Сосредоточение месторождений нефти и газа в сезонно-талом слое криолитозоны, где грунты попеременно находятся, то в мерзлом, то в талом состоянии, обуславливает необходимость строительства надежных линейных сооружений, в частности трубопроводов, в неблагоприятных грунтовых условиях. Большая протяженность этих линейных объектов ведет к тому, что они неизбежно пересекают участки с различными мерзлотно-грунтовыми условиями [1]. Наиболее характерным процессом, осложняющим строительство таких сооружений, является морозное пучение.

Согласно [3], морозное (криогенное) пучение определяется как процесс, вызванный промерзанием грунта, миграцией влаги, образованием ледяных прослоев, деформацией скелета, приводящими к увеличению объема грунта, поднятию дневной поверхности.

Актуальность определения степени пучинистости на территории ХМАО очевидна, так как исследуемые месторождения находятся в зоне распространения сезонной мерзлоты, на примере которых автором были рассмотрены зависимости степени пучинистости грунтов от их физических характеристик.

Целью данной работы является характеристика процесса пучения на основании выявленных взаимосвязей между степенью пучинистости (ее количественными характеристиками – вертикальной и относительной деформацией пучения), составом и физическими показателями грунта.

В задачи входило обоснование факторов, способствующих процессу пучения, обзор полевых и лабораторных методов определения степени пучинистости, характеристика применяемого лабораторного метода по определению вертикальной деформации пучения, проведение непосредственно самого лабораторного исследования грунтов на пучинистость и обработка данных, а также приведение перечня возможных противопучинистых мероприятий.

В качестве примера были выбраны Угутское и Обминское нефтегазовые месторождения, на территории которых встречены склонные к пучению грунты. Исследуемые грунты приурочены к современным аллювиальным отложениям поймы р. Оби ( $aQ_{IV}$ ), средне-верхнечетвертичным озерно-аллювиальным отложениям четвертой надпойменной террасы р. Оби ( $1aQ_{II-III}$ ), современным болотным отложениям ( $bQ_{IV}$ ), верхнечетвертичным аллювиальным отложениям второй и третьей надпойменных террас р. Большой Юган ( $a^{2-3}Q_{III}$ ).

Наиболее достоверные данные о степени пучинистости грунтов могут быть получены на основе полевых испытаний на действие касательных и нормальных сил пучения на площадке строительства. Но такие испытания длительны и трудозатратны, в то время, когда при проведении инженерно-геологических изысканий, зачастую необходимо быстро получить информацию о степени пучинистости. В таких случаях лабораторный метод является своего рода экспресс-методом, в котором моделируются условия, максимально приближенные к естественным. В лабораторных условиях степень пучинистости определяется согласно [4] на образцах нарушенного сложения при заданной влажности и плотности [2]. Испытание грунтов по определению вертикальной деформации пучения проводилось в базе ОАО «ТомскНИПИнефть», с применением установки для определения деформации пучения - измерителя степени пучинистости грунтов УПГ-МГ4.01/Н «Грунт». Расчет значения относительной деформации пучения для дальнейшей классификации грунтов по [7] производился по формуле (1):

$$E_{th} = h_f / d_i, \quad (1)$$

где  $h_f$  – вертикальная деформация образца грунта в конце испытания, мм;  $d_i$  – фактическая толщина промерзшего слоя образца грунта, мм.

Целью исследовательской составляющей данной работы являлось изучить зависимость степени пучинистости от физических характеристик грунтов. Так, в лабораторных условиях, автором был проведен ряд испытаний на пучинистость, а также для исследуемых грунтов были определены основные физические характеристики (влажность, плотность, плотность частиц, влажность на границе текучести и раскатывания [5], гранулометрический состав ареометрическим методом [6]). На основании полученных данных была составлена база пучинистых грунтов, которая включает себя данные 80 проб грунта исследуемой территории месторождений. 40% грунтов, входящих в систематизированную автором базу,

**СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

представлены песками, по 25% - приходится на супеси и суглинки, глины составляют лишь 10% от объема изучаемых грунтов.

Все данные были обработаны в программе STATISTICA и проанализированы, вследствие чего было выявлено, что у всех исследуемых грунтов наблюдается общая тенденция к уменьшению значения вертикальной деформации пучения, с увеличением содержания в грунте частиц диаметром 0,25-0,1 мм ( $h_f = 9,8286 - 0,0821 \cdot x$ ) и, прямая зависимость вертикальной деформации пучения от содержания в грунте частиц диаметром 0,1-0,05 мм ( $h_f = -0,8544 + 0,3199 \cdot x$ ), где с ростом числа частиц данного диаметра увеличиваются и значения вертикальной деформации пучения. Также, у всех исследуемых грунтов наблюдается увеличение количественных характеристик степени пучинистости вместе с природной влажностью. Выявленная зависимость отражается уравнением  $h_f = 0,5999 + 21,5259 \cdot W$ .

Результаты испытаний дисперсных грунтов показали, что для таких грунтов отмечается рост вертикальной деформации пучения с увеличением природной влажности и показателя текучести, а также с увеличением содержания фракции частиц грунта диаметром 0,1-0,05 мм ( $h_f = -4,7937 + 0,6508 \cdot x$ ). Уменьшение вертикальной деформации пучения дисперсных грунтов коррелирует с содержанием частиц, диаметром менее 0,002 мм ( $h_f = 0,2437 + 0,6699 \cdot x$ ), что говорит о закономерном увеличении содержания глинистых частиц с уменьшением и количественных характеристик степени пучинистости.

Большая часть исследуемых песков проявили себя как непучинистые, несмотря на то, что закономерности, приведенные для всего массива грунтов, присущи и песчаным грунтам.

Для корректного проектирования мероприятий инженерной защиты сооружений от морозного пучения грунтов необходимо получить данные о водно-физических, теплофизических свойствах грунтов, информацию об уровне подземных вод, а также о глубине сезонного промерзания и оттаивания. Противопучинистые мероприятия направлены на уменьшение сферы взаимодействия конструкции сооружения с такими специфическими грунтами, как пучинистые, и призваны предупредить последствия их проявления.

В виду широкого распространения на территории ХМАО грунтов, подверженных сезонному промерзанию-оттаиванию, необходимость определения их степени пучинистости на данной территории очевидна. Применение лабораторного метода определения вертикальной деформации пучения на образцах с месторождений ХМАО выявило присутствие всех категорий пучинистости грунтов (от непучинистых до чрезмернопучинистых). В связи с выявленными закономерностями, на примере грунтов Омбинского и Угутского месторождений, можно сказать, что для приблизительной оценки степени пучинистости достаточно проанализировать физические характеристики грунта, чтобы предсказать его поведение при сезонном промерзании-оттаивании, что придает выявленным нами взаимосвязям особую актуальность.

#### Литература

1. Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Буданцева Н.А., Чижова Ю.Н. Миграционные бугры пучения на Европейском Севере России — южный и северный пределы ареала и современная динамика // Инженерная геология. 2011. № 2. С. 56–72.

2. Методы геокриологических исследований: Учеб. пособие / М54 Под ред. Э.Д. Ершова – М.: Изд-во Московского государственного университета. 2004. – 512 с.
3. СП 11-105-97 Часть 4. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
4. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
5. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
6. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
7. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.

**Секция 4**  
**НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

**ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ВИХРЕОБРАЗОВАНИЯ В АНИЗОТРОПНО-НЕОДНОРОДНЫХ ОТКРЫТЫХ И ЗАМКНУТЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**С.Н. Харламов, профессор**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Создание новых технологий по прогнозированию явлений, происходящих в природе и промышленных устройствах, функционирующих при длительных нагрузках и неблагоприятных климатических факторах, обусловленных иррегулярным пространственным характером движения воздушных масс, изменением состава транспортируемого рабочего тела из-за интенсивных обменных процессов теплом, импульсом, массой с внешней средой и стенками поверхности элементов оборудования требует полного анализа пространственно-временного изменения всего спектра параметров объекта исследования. С точки зрения тепломассопереноса открытая (и/или замкнутая) термодинамическая система типа “рабочее тело – поверхность функционирующего узла – внешняя среда” неразрывно связана с характером возмущений, генерируемых как мелкомасштабными конвективно-диффузионными нелинейными процессами переноса импульса, тепла и массы в рабочем теле, так и деформационными механизмами в окружающей внешней среде с: неоднородным по составу грунте; “приливным характером” вихревого атмосферного движения вязких воздушных масс; поверхностями раздела типа “земля-атмосфера” и “трубопровод-грунт”, сформированными включениями тел произвольной геометрии и фазовыми изменениями в структуре взаимодействующих веществ.

Одним из сдерживающих факторов моделирования и управления вихреобразованием в рассматриваемых термодинамических системах в условиях Крайнего Севера является отсутствие адекватных физико-математических моделей для описания реальных явлений гидрогазодинамики и сопряженного тепломассопереноса как в узлах технологического оборудования, так и в приземном атмосферном слое, учитывающих анизотропный характер поведения теплофизических, механических и неоднородных по структуре свойств системы. Часто осложненная фазовыми переходами (оттаивание, затвердевание, кристаллизация, парафинообразование, разрушение, коагуляция, термическая и механическая деградация и т.д.) на границах взаимодействия неоднородных сред в грунте, стенке, рабочем теле) форма поверхности разрыва не определена и существенно зависит от характера и интенсивности обменных процессов в узких локальных зонах системы. Это обстоятельство заставляет обращаться к формулировке процессов в системе в рамках нетривиальных и сопряженных постановок задач.

В настоящее время накоплен значительный объем знаний о механизмах переходов, обусловленных вихревой, тепловой и химической природой в сопряженных процессах. Но, в условиях выраженной анизотропной неоднородной турбулентности, доминирующей во внешней среде, прогноз деталей сложного

теплопереноса затруднен вследствие необходимости включения в анализ многопараметрической информации о локальных свойствах вихрей. В большинстве случаев эти данные ограничены или вовсе отсутствуют. Поэтому в прогнозах вихреобразования в открытых термодинамических системах чаще обращаются к полуэмпирическим методам [1]. И это, несмотря на очевидные преимущества исследований данных задач с включением информации об изменениях параметров по всему спектру масштабов процессов в рамках прямого численного интегрирования определяющих уравнений математической модели с полными уравнениями законов сохранения массы, импульса, энергии, состояния, деформаций, теплопроводности [2]. Проблемы построения решений таких задач достаточно известны (см. например, [3]).

Инженерная и исследовательская практика показывает [4], что в решении термодинамической части задачи в системе “тело-стенка-внешняя среда” хорошо зарекомендовали себя полуэмпирические модели второго порядка, основанные на допущении об изотропности свойств потока и включающие в себя уравнения переноса характеристик турбулентности. Несмотря на ряд положительных моментов, связанных с возможностью расчета сложных эффектов в развивающейся нестационарной и пульсационной структуре потоков, вносимый в модели этого уровня замыкания эмпиризм все еще не позволяет без серьезной модификации обобщить их на класс сложных вихревых течений (например, отрывных, присоединенных, учитывающих эффекты фазового перехода, тепловой деформации и т.д.). Такие процессы часто реализуются в устройствах и аппаратах, встречающихся в нефтяной и газовой промышленности, работающих при неблагоприятных климатических условиях.

Хорошо известно [1,2], что в рамках RANS-метода полное представление о характеристиках процессов, протекающих в технических устройствах с рабочими турбулизованными средами, можно получить из многомерных численных расчетов по технологичным моделям турбулентного переноса. Это дифференциальные уравнения для одноточечных корреляционных моментов второго, третьего порядка, отдельные уравнения для двухточечных моментов (модели переноса рейнольдсовых напряжений и турбулентных потоков скалярной субстанции (тепла и массы индивидуальной компоненты смеси)) [5]. Справедливости ради стоит заметить, что данные модели, относящиеся к типу феноменологических, весьма слабо апробированы в классе неизотермических гомогенных и гетерогенных систем, чувствительных к возмущениям внешних сил. Большинство публикаций, посвященных оптимизации режимов функционирования технологических устройств с учетом влияния климатических условий с привлечением RANS, DNS, LES и других подходов [1-4], можно встретить лишь в зарубежных источниках. В России и странах бывшего Союза такие исследования только начинаются и представленная работа освещает отдельные вопросы установления преимуществ и перспектив, достоинств и недостатков, точности многопараметрического моделирования анизотропной неоднородной структуры вязких смесей, чувствительных к переходам вихревой и тепловой природы. Эти сведения позволяют глубже проникнуть в суть явлений зарождения вихреобразования в арктических условиях, в частности, в течениях вязких сред с прямым и обратным переходами в трубопроводных сетях.

Полученные в рамках RANS-метода при допущениях к физической постановке рассматриваемой задачи (детально сформулированной в [6] и опущенной в силу ограниченности объема данной публикации) результаты работы

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

позволяют отметить новые свойства двухпараметрических динамических и термодиффузионных опорных баз с параметрами: времени диссипации динамического и скалярного пульсационного полей ( $\tau$ ,  $\tau_\xi$  ( $\xi=T$ ,  $c_i$ )); интегрального масштаба энергосодержащих вихрей ( $L$ ); скорости диссипации кинетической энергии турбулентности ( $\varepsilon$ ) с эффектом разномасштабности  $\sigma$  [7]. Эти базы привлекаются для замыкания транспортных уравнений для компонентов рейнольдсовых напряжений (RS) и удельных турбулентных потоков тепла и массы (TCF) и способны дать корректное заключение об эволюции механизмов генерации вихрей в мелкомасштабных структурах с переменностью границы области движения систем в трубопроводах и внешней среде при наличии гравитационных и центробежных сил.

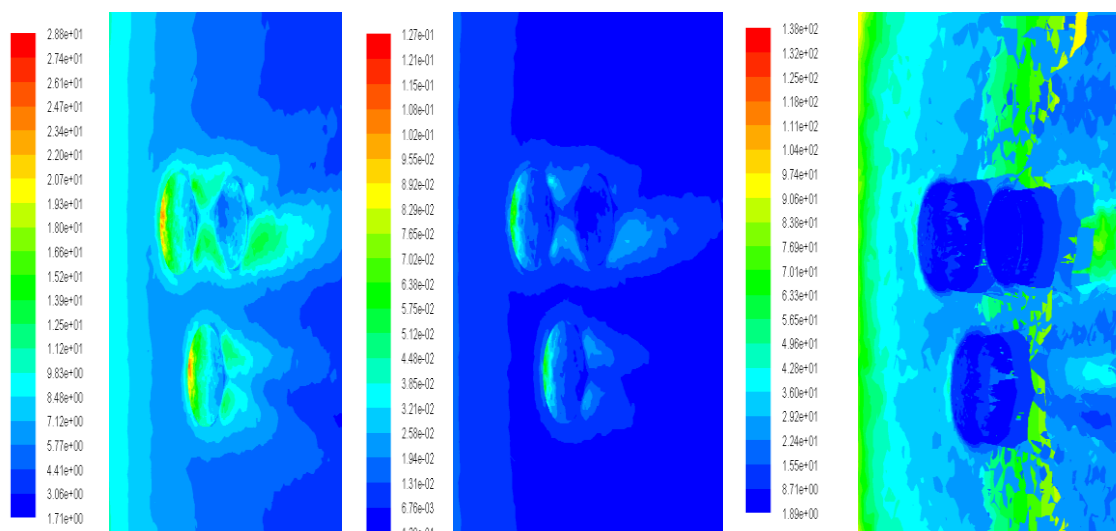
Эти данные позволяют разработать эффективную и универсальную численную методику расчёта неизоэтермических потоков в условиях течения вязких смесей в каналах со сложной границей поверхности, при интенсивном поступательно-вращательном движении их мольных структур. А также создать базу данных точных количественных распределений осредненных и пульсационных параметров конфигураций трубопроводных сетей, планируемых к размещению в условиях Крайнего Севера.

Представленные в работе результаты моделирования аэро-, гидро- и теплодинамических процессов в открытых термодинамических системах достаточно оригинальны, т.к. охватывают большой диапазон изменений определяющих параметров ( $Re=10^2-10^6$ ,  $Ra=10^2-10^6$ ,  $Ro=0-10$ ,  $\vartheta=1-3$ , где  $Re$ ,  $Ra$ ,  $Ro$ ,  $\vartheta$  - критерии Рейнольдса, Рэлея, Россби, температурный фактор соответственно) и в отношении научной новизны могут быть сведены к следующему. Так, в рамках алгоритма SIMPLE и обобщенного метода Л.М. Симуни на случай переменного в радиальном направлении продольного градиента давления [2] в работе построена вычислительная методика к прогнозу прямоочных и вращательных вихревых неизоэтермических течений смесей жидкостей и газов в трубопроводных системах. Проведено детальное численное моделирование вихреобразования в термодинамической системе при: переменной по длине площади поперечного сечения (внезапное расширение, сужение ТП), сложной границе поверхности фронта “грунт-атмосфера”; движении теплоносителя через конфузурно-диффузорные секции с неподвижной и вращающейся стенкой. А также выполнено обоснование использования статистических многопараметрических моделей второго порядка с транспортными уравнениями для характерных масштабов времени диссипации тепловых и динамических полей, интегрального масштаба турбулентности с эффектом разномасштабности в расчетах задач аэрогидродинамики и теплообмена для открытых термодинамических систем применительно к условиям Крайнего Севера.

Практическая значимость и обоснованность результатов расчетов, заключений и выводов определяются адекватностью используемых математических моделей и методов численного решения, что подтверждается сравнением расчетов с имеющимися экспериментами и теоретическими данными известных работ других авторов (см. например, сведения из [1–5]), а так же подтверждается расчётами с использованием коммерческих программных пакетов [8].

Ниже приведены некоторые результаты анализа эволюции динамики и теплообмена при движении вихревых неизоэтермических воздушных структур в приземном слое атмосферы со сложной границей поверхности, обусловленной спецификой размещения объектов ТЭК (рис.1–3).





**Рис.1**  
**Пространственная картина изменений поля турбулентной вязкости при взаимодействии атмосферных вихрей в приземном слое с тремя объектами ТЭК цилиндрической формы, шахматно расположенными на поверхности (вид сверху). Расчеты отвечают режиму с условиям:  $Re=5 \cdot 10^5$ ,  $Ra=10^5$ ,  $Ro=1$ ,  $\vartheta=1.5$**

**Рис.2**  
**Пространственная картина изменений кинетической энергии турбулентности. Расчеты соответствуют данным рис.1, а также структуре потока при интенсивности турбулентности  $Tu=10\%$ , и масштабе энергосодержащих вихрей  $L=0.3m$ .**

**Рис.3**  
**Пространственная картина изменений поля эффективной теплопроводности с учетом реламинаризации атмосферного приземного течения на поверхности. Расчеты аналогичны условиям, указанным для рис. 1, 2.**

Из рисунков видно, что эволюция вихревых структур в приземном слое нетривиальна в силу их чувствительности к возмущениям и особенностям пространственного изменения крупного массива локальных осредненных и пульсационных тепло- гидро- и концентрационных параметров во внешней среде. Так расчеты показывают, что наличие локальных областей ускоренного и заторможенного течений (при обтекании участков поверхности со сложной формой – “объектами” ТЭК) способно генерировать повышенные перепады поля давления. Его скачки сказываются на деталях конвективно-диффузионного переноса импульса, тепла и массы и соответственно корреляциях пульсаций поля давления с пульсациями скорости и скаляра (тепла и массы компонентов смеси). Расчетами установлено, что интенсификация механизмов перераспределения энергии между пульсациями поля давления и компонентами пульсаций тензора скоростей деформаций требует прогноза изменений в анизотропной структуре вихрей в рамках многопараметрических моделей с уравнениями для напряжений и потоков (RS-TCF). Однако успех такого подхода будет непосредственно зависеть от учета механизмов, которые обуславливают и сопровождают изменения локальных

свойств вихрей. Картины распределений эффективной вязкости (рис.1), теплопроводности (рис.2) и кинетической энергии турбулентности (рис.3) показывают, что все “тонкие” параметры задачи весьма чувствительны к аэро-, гидро- и термодинамическим эффектам течения. Эти процессы многомасштабны, существенно нелинейны, реагируют на переходы тепловой и вихревой природы. Поэтому стоит ожидать, что подходы в расчетах данных задач, ориентированные на использование заключений о постоянстве турбулентного критерия Прандтля, Шмидта, Льюиса-Семенова по высоте и ширине рабочего пространства при большом диапазоне изменений масштабов течения и тепло- и массообмена в наших условиях, вряд ли справедливы. Таким образом, результаты работы отмечают, что в данных ситуациях будут востребованы более сложные модели второго порядка с дифференциальными уравнениями для напряжений и потоков к прогнозу динамики и сопряженного тепло- и массопереноса. Они могут служить гарантией безаварийного управления и эксплуатации термодинамической системы в целом в неблагоприятных условиях Крайнего Севера.

Выполнено при частичной поддержке гранта *FP7-PEOPLE-2013-IFP, project #913974*.

#### Литература

1. Kharlamov S.N. Actual Problems of Hydrodynamics at Internal not Isothermal Flows in Fields of Mass Forces (pp. 183–232.) Chapter in monograph “Hydrodynamics: theory and model” (ISBN 979-953-307-405-3). Edited by Jinhai Zheng, Intech, Croatia, 2012. – 307p.
2. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях Томск: Изд-во ТГУ, 2001. – 447с.
3. Харламов С.Н., Serafini C., Germano R., Сильвестров С.И., Ким В.Ю. Закономерности ламинаризирующихся высокоэнгальпийных закрученных внутренних потоков в промышленных устройствах (С.198–207). В монографии «Опыт международного сотрудничества в изучении динамики природных и антропогенных комплексов Западной Сибири в контексте глобальных климатических изменений: ландшафтно-экологические и медико-биологические аспекты: сборник статей». Под ред. С.Н. Кирпотина. – Томск: Изд-во ТГУ, 2010. – 244с.
4. Kharlamov S.N., Alginov R.A. Turbulent flow laminarization under conditions of spatial and heat deformations in pipelines // Proceedings of the SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition, Moscow, Russia, October, 25–28, 2012, - Vol.2, – Sec. 7, 2012. (SPE 16218-PP [www.onepetro.org](http://www.onepetro.org))
5. Kharlamov S.N., Kim V.Yu., Silvestrov S.I., Alginov R.A., Pavlov S.A. Prospects of RANS Models With Multiparameter Effects at Simulation of Complex Non-isothermal Flows of Viscous Media in Devices With Any Configuration of Surface // The 6th International Forum on Strategic Technology. August 22-24, 2011. Harbin, China. Proceedings Vol.2. P. 787–791. IEEE Catalog Number: CFP11786-PRT ISBN: 978-1-4577-0396-6 )
6. Харламов С.Н., Сильвестров С.И., Николаев Е.В., Зайковский В.В. О проблемах математического моделирования процессов переноса импульса, тепла и массы в углеводородных вязких средах в условиях сложного движения и

тепломассопереноса в трубопроводах // Вестник ЗСО РАЕН, – 2017. – №20. – 30с. (в печати).

7. Lai Y.G., So R.M.C. Near-wall modelling of turbulent heat fluxes// International Journal of the Heat and Mass Transfer. 1990. Vol.33. №7. P. 1429–1440.
8. Базис HYSYS. – AspenTech, Версия 2006. – 311 с.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАДЗЕМНОГО НЕФТЕПРОВОДА С УЧЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИНЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**Р.Г. Афанасьев, Е.Ю. Гвоздырев, М.Н. Коваленко**

Научный руководитель доцент В. Г. Крец

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Арктика весьма богата нефтью, газом и другими полезными ископаемыми. В настоящее время здесь добывается десятая часть общемировых объемов нефти и четвертая часть – природного газа. На российском Крайнем Севере сосредоточено 80% всей арктической нефти и практически весь газ. Проведённые исследования показывают, что в Арктике находится значительная часть ещё не разведанных мировых запасов нефти.

За полярным кругом было открыто свыше 400 наземных месторождений нефти и газа. На 60 из них активно ведётся добыча, однако около четверти ещё не разработано. Более двух третей разрабатываемых месторождений находится в России, главным образом в Западной Сибири. Основной нефтегазовый район России и один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира – Ханты-Мансийский автономный округ. Здесь добывается 57% нефти в стране.

Кроме того, на шельфе Баренцева моря разведано 11 месторождений, в том числе четыре нефтяных, три газовых, три газоконденсатных и одно нефтегазоконденсатное. Крупнейшее в мире Штокмановское месторождение содержит около 4000 млрд куб. м газа [1].

Цель работы заключается в нахождении оптимальных условий, которые обеспечат прочностные характеристики стальных трубопроводов для надежной и долговечной эксплуатации в условиях Крайнего Севера. В процессе технологического цикла изготовления и эксплуатации нефтепроводов из стали в них возможно появление нагрузок разного рода, приводящие к образованию дефектов и в будущем к разрыву [2].

Смоделируем трубопровод с дефектом: длина трещины 450 мм, глубина 11 мм, ширина трещины 10 мм. Диаметр исследуемого нефтепровода 1020 мм, толщина стенки 16 мм, рабочее давление 5 МПа, температура окружающей среды - 50°C. Нефтепровод проходит над землей, плотность нефти  $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$ . Характеристика материала трубы: сталь СТ20 со следующими механическими характеристиками: предел прочности  $\sigma_b = 690 \text{ МПа}$ , предел текучести  $\sigma_t = 560 \text{ МПа}$  [3]. На нефтепровод, кроме рабочего давления, действуют следующие нагрузки: распределенная нагрузка от веса самой трубы и перекачиваемого продукта –  $q = q_t + q_{п.}$

$$q_t = n_{св} \cdot \gamma_m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_{вн}^2) = 1,1 \cdot 78500 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (1,02^2 - 0,988^2) = 4355,6 \text{ Н/м}^2,$$

где  $n_{св} = 1,1$  – коэффициент надежности по нагрузкам при расчете на продольную устойчивость и устойчивость положения;

## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

$\gamma_m$  – удельный вес металла, из которого изготовлены трубы, для стали  $\gamma_m = 78500 \text{ Н/м}^3$ ;

$D_n$  – наружный диаметр трубы;

$D_{вн}$  – внутренний диаметр трубы.

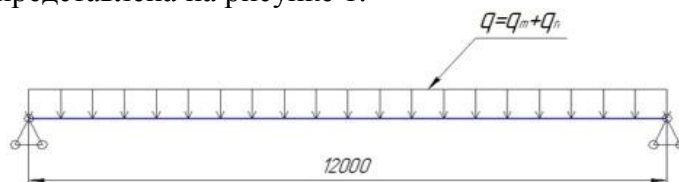
$$q_{п} = \rho \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} = 750 \cdot 9,81 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,988^2}{4} = 5637,8 \text{ Н/м}^2,$$

где  $\rho$  – плотность нефти;

$g = 9,81$  – ускорение свободного падения.

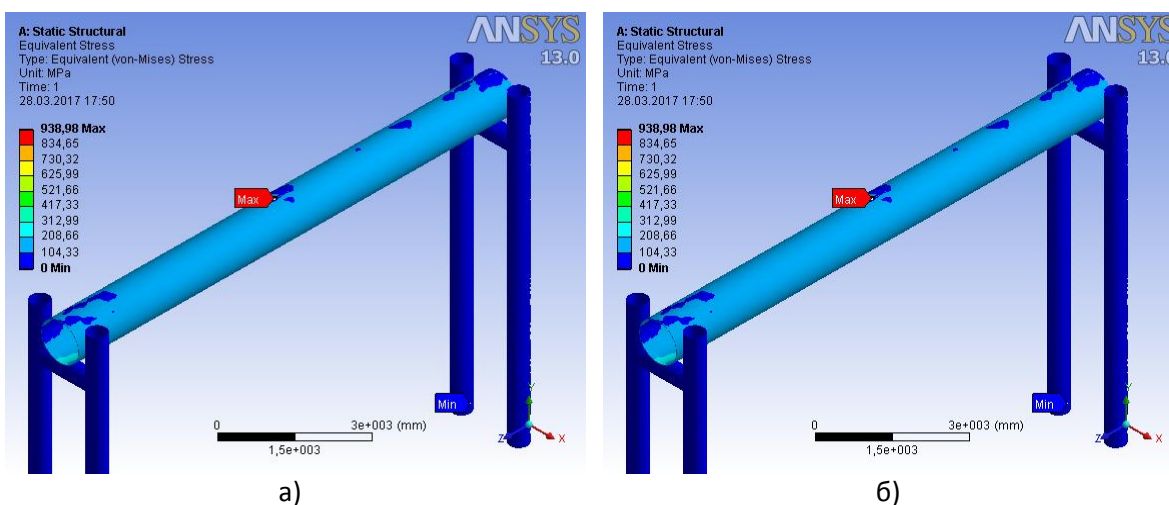
$$q = q_T + q_{п} = 4355,6 + 5637,8 = 9993,4 \text{ Н/м}^2 \text{ [4].}$$

Проанализируем 2 модели: модель 1 – на трубе образована трещина максимального размера; модель 2 – труба отремонтирована с помощью муфты П2. Моделирование и расчет напряженно-деформированного состояния проводились методом конечных элементов в программном продукте ANSYS Workbench [5]. Расчетная схема представлена на рисунке 1.



**Рис.1 Расчетная схема нефтепровода**

На рисунке 2 представлены результаты моделирования трубопровода с дефектом (а), и с выполненным ремонтом при помощи муфты П2 (б).



**Рис.2 Напряжение по Мизесу с трещиной без муфты (а) и напряжение по Мизесу с трещиной и с муфтой (б)**

Вывод: в ходе работы было проведено моделирование трубопровода, проложенного в условиях Крайнего Севера, с дефектом стенки трубы «трещина», по результатам которого можно сделать вывод, что после ремонта муфтой П2 максимальное напряжение, действующее на трубопровод,  $\sigma_{\text{Max}} = 320,35 \text{ МПа}$  не превышает предел прочности  $\sigma_B = 690 \text{ МПа}$ .

### Литература

1. Природные ресурсы [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.arctic.ru/resources/>. Дата обращения: 15.03.2017.

2. Курочкин В.В. Прогнозирование ресурса и капитального ремонта магистрального нефтепровода, автореферат диссертации, Москва, 2000, с. 26.
3. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов. Учебно-практическое пособие. – М.: «Инфра-Инженерия», 2006. – 928 с.
4. ГОСТ 31447-2012 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия (с Поправкой).
5. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\*.

### **КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ, ТЕПЛОВЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ТРУБОПРОВОДЕ, ПОДВЕРЖЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

**Д.Л. Вахитов**

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Известно, что пульсации давления рабочих сред генерируют интенсивные поперечные колебания в трубопроводах [1-3]. Данные обстоятельства приводят к существенным снижениям их прочности и надежности. Библиографический анализ показывает [1-8], что в настоящее время имеются многочисленные экспериментальные данные результатов исследований взаимодействий динамических процессов в рабочих жидкостях с элементами гидромеханических систем. Например, в [3-5] получены экспериментальные результаты силовых возбуждений трубопровода пульсациями рабочих сред. Несмотря на серьезную практическую зависимость решений задач расчетов амплитуды установившихся колебаний трубопроводов под действием пульсирующих потоков рабочих жидкостей, такие проблемы все еще ждут своего решения. В [6] предложены решения указанных задач для частных случаев основных параметрических резонансов. В [7] обсуждаются перспективы использования оригинальных виброакустических моделей в прогнозе процессов в прямолинейных однородных трубопроводах. В них решения уравнений, описывающих колебания трубопроводов, выполнено в рамках аналитических подходов. Отмечается, что сложность и громоздкость математических преобразований приводит к необходимости принятия допущений, оказывающих существенные влияния на точность решения задач. В то же время в [8] подчеркиваются очевидные преимущества методов численного решения рассматриваемых задач в рамках подходов с учетом детального интегрирования определяющих уравнений математической модели и их краевых условий.

В данной работе представлена физико-математическая модель поперечных колебаний прямолинейных неоднородных участков трубопроводов в условиях пульсации полей давления и скоростей протекающих жидкостей.

По сравнению с известными работами здесь учитываются следующие физические особенности процесса:

- возможные аксиальные неоднородности геометрических и физических параметров трубопроводов;
- наличие заданного числа и значений упруго-жесткостных характеристик опор трубопроводов;
- распределенность параметров пульсирующих жидкостей.

Кроме того, важными считаются положения:

## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

1. Изменениями плотностей жидкостей пренебрегаем ( $\rho_{ж} = const$ ).
2. Поперечные колебания систем не вызывают в жидкостях никаких дополнительных волновых явлений.
3. Известны демпфирующие свойства опор и материалов трубопроводных систем, процесс их трения с воздухом не учитывается.
4. Параметры жесткости сечений трубопроводов на изгиб вдоль продольных осей являются функциями, не имеющими разрывов второго рода.
5. Кинематические возбуждения трубопроводов отсутствуют.

Заметим, что в данных постановках задач динамические свойства и характеристики источников пульсаций рабочих жидкостей и присоединенных гидравлических цепей определяют формулировкой начальных и граничных условий.

При изгибных колебаниях трубопроводов с осевой цилиндрической симметрией в плоскостях их осей эффекты, типичные для тонкостенного стержня, не проявляются, так как центры изгибов всегда совпадают с центрами тяжести сечений. Поэтому неоднородные прямолинейные трубопроводы можно рассматривать как обычные балки с переменными по длине параметрами. С учетом предположения (4) уравнения прогибов осей ( $y$ ) имеют вид:

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = \frac{\partial^2 M}{\partial x^2}, (1)$$

здесь  $E(x)$  – модуль упругости;  $I(x)$  – момент инерции сечения относительно нейтральной оси;  $y$  – прогиб трубопровода.

Изгибающие моменты  $M$  в данном случае выражаются так:

$$M = M_0 - Ny. (2)$$

В обозначениях принято:  $M_0$  – изгибающие моменты, которые были бы при отсутствии продольных сжимающих сил  $N$ . Эти силы изменяются вдоль оси трубопроводов за счет гидравлических трений и, если трубопроводы не горизонтальны, за счет составляющих веса оболочки по осям. Из (2) следует, что

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} = P - N \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial N}{\partial x} \frac{\partial y}{\partial x} - y \frac{\partial^2 N}{\partial x^2}, (3)$$

Нормальные к осям систем нагрузки на единицу длины  $P = \frac{\partial^2 M_0}{\partial x^2}$ , слагаются из нормальных к осям трубопроводов составляющих веса оболочки и заполняющих ее жидкостей  $(m_m(x) + m_{ж}(x))g$ , силы инерции оболочки  $\left[ -m_m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \right]$ , силы инерции заполняющих трубопровод жидкостей  $\left[ -m_{ж}(x) \frac{d^2 y}{dt^2} \right]$ , нагрузок, вызванных внутренними давлениями.

Если система прогнулась, то при бесконечно малых расстояниях между сечениями поперечные силы, вызываемые внутренними давлениями  $p$ , будут равны  $S_{ж}(x)pd\varphi$ , где  $d\varphi$  – углы между сечениями. Значение этих сил на единицу длины есть  $S_{ж}(x)pd\varphi/dx = -S_{ж}(x)p\partial^2 y/\partial x^2$ . Здесь  $d\varphi/dx = \partial^2 y/\partial x^2$  есть кривизна осей.

Необходимо подчеркнуть, что траектории векторов средних по сечениям скоростей течения жидкостей не совпадают с изогнутыми осями систем, поэтому силы инерции жидкостей выражаются не как силы инерции оболочки. Применяя правила дифференцирования сложных функций, можно записать:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial y}{\partial t} + u \frac{\partial y}{\partial x} \right) = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} \right) \frac{\partial y}{\partial x} + 2u \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} + u^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}.$$

где  $u(x,t)$  – средние по сечению скорости течения.

Выражения для продольных сжимающих сил и их частных производных по координате  $x$  запишем в следующем виде:

$$N = N_0 + \frac{L_{окр}(x)\rho_{ж}g}{C^2} u^2(x,t)x + m_M(x)gx \sin \alpha,$$

$$\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} = \frac{2L_{окр}(x)\rho_{ж}g}{C^2} \left[ \left( \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right)^2 + u(x,t) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \right]$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} = \frac{2L_{окр}(x)\rho_{ж}g}{C^2} u(x,t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} + m_{жс}(x)g \sin \alpha$$

$$p = p_0 - \frac{1}{\rho_{жс}g} \left( \frac{2u_0^2(x)}{C^2 r(x)} - \sin \alpha \right) x + P(x,t)$$

где  $N_0$  – значения  $N$  при  $x = 0$ ;  $p_0$  – стационарные составляющие давлений при  $x = 0$ ;  $P(x,t)$  – пульсационные составляющие давления;  $\rho_{ж}$  – плотность рабочих жидкостей;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\alpha$  – угол наклона осей систем к горизонту ( $\alpha > 0$  для нисходящих и  $\alpha < 0$  для восходящих трубопроводов);  $L_{окр}$  – длина контакта жидкостей с окружающей ее оболочкой в плоскостях поперечного сечения;  $u$  – скорости течения жидкостей;  $C$  – коэффициент Шези.

Используя классические формулы Маннинга, можно представить коэффициент Шези в виде [9]:

$$C = \frac{d^{1/6}}{n\sqrt{2}}$$

$n$  – коэффициенты шероховатости ( $n=0,02\dots 0,04$ );  $d$  – внутренние диаметры трубопроводов.

При дифференцировании учитывалось предположение (4), которое распространяется и на функции  $L_{окр}=f_1(x)$ ,  $m_M=f_2(x)$ .

С учетом (3) приходим к следующим уравнениям поперечных колебаний:

$$\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + a_1(x,t) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + a_2(x,t) \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} + a_3(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + a_4(x,t) \frac{\partial y}{\partial x} + a_5(x,t) y = a_3(x)g, \quad (4)$$

в которых обозначено:

$$a_1(x,t) = \frac{1}{E(x)I(x)} [m_{жс}(x)u^2(x,t) + S_{жс}(x) \left( p_0 - \frac{1}{\rho_{жс}g} \left( \frac{2u_0^2(x)}{C^2 r(x)} - \sin \alpha \right) x + P(x,t) \right) + N_0 + \frac{L_{окр}(x)\rho_{жс}g}{C^2} u^2(x,t)x + m_M(x)gx \sin \alpha];$$

$$a_2(x,t) = \frac{2m_{жс}(x)}{E(x)I(x)} u(x,t); \quad a_3(x) = \frac{m_M(x) + m_{жс}(x)}{E(x)I(x)};$$

$$a_4(x,t) = \frac{1}{E(x)I(x)} [m_{жс}(x) \left( \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + u(x,t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) + 2 \left( \frac{2L_{окр}(x)\rho_{жс}g}{C^2} u(x,t) \times \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} + m_{жс}(x)g \sin \alpha \right)];$$

$$a_5(x,t) = \frac{2L_{окр}(x)\rho_{жс}g}{C^2 EI} \left[ \left( \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right)^2 + u(x,t) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \right].$$

Уравнение (4) описывает поперечные колебания неоднородных прямолинейных участков трубопроводов, с учетом движущихся с пульсирующими давлениями жидкостей. Эти уравнения имеют структуру, схожую по структуре к



#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

уравнению, представленного Н.С. Кондрашевым [6]. Некоторые отличия связаны с тем, что при выводе (4), в отличие от уравнений Н.С. Кондрашева, учитывались:

- изменения скоростей жидкостей по длине трубопроводов и во времени;
- трения в жидкостях;
- углы наклона осей трубопроводов к горизонту;
- распределения пульсаций давлений по длине трубопроводов;
- изменения геометрических и физических параметров трубопроводов по

длине.

Включение в анализ перечисленных факторов позволяет описывать уравнением (4) не только установившиеся периодические процессы в гидромеханической системе, но и моделировать поведение трубопроводов во время переходных процессов в гидролиниях.

Подводя итог, отметим, что в предложенной работе были рассмотрены и проанализированы теоретические методы исследований вибрации трубопровода под воздействием пульсирующих потоков рабочих жидкостей, применявшихся ранее. Были обоснованы и определены преимущества и недостатки разнообразных вариантов решения этого вопроса. Анализ показывает, что исследование комплексного влияния возмущений на трубопровод в рамках математических моделей с уравнениями, описывающими динамику прямолинейных участков неоднородных трубопроводов под воздействием пульсирующих потоков рабочих жидкостей достаточно перспективно [10]. Данные уравнения справедливы не только для стабилизирующихся периодических процессов в гидравлических системах, но могут также быть использованы для моделирования вибрации трубопроводов в период переходного процесса в гидролиниях (например, при гидравлических ударах). Последнее весьма ценно для практики прикладных исследований. Отмечено, что представленные виброакустические модели прямолинейных неоднородных участков трубопроводов также являются базой для создания расчетной модели эффективности уменьшения вибропараметра трубопроводных систем после крепления стабилизирующих устройств (механических демпферов, гасителей колебания давлений, и т.п.). Для этого в рассмотренные уравнения модели необходимо ввести соотношение, учитывающее влияния характеристик корректирующего устройства (КУ) на изменение пульсационных состояний гидролиний, геометрии полученных систем, форм колебаний. Выполнение подобных исследований могут стать причиной для проектирования САПР КУ, позволяющих максимально увеличить снижения вибрационной и пульсационной нагрузки в трубопроводной системе энергетической установки, функционирующих при неблагоприятных климатических условиях Крайнего Севера.

#### Литература

1. Старцев Н.И. Трубопровод газотурбинного двигателя. М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.
2. Сапожников В.М., Лагосюк Г.С. Прочность и испытание трубопровода гидросистемы вертолета и самолета. М.: Машиностроение, 1973. – 248 с.
3. Крючков А.Н., Гимадиев А.Г., Леньшин В.В., Шахматов Е.В., Прокофьев А.Б., Шестаков Г.В., Шорин В.П. / Под ред. В.П. Шорина и Е.В. Шахматова. Снижения виброакустической нагрузки в гидромеханической системе. Самара: СГАУ, 1998. – 289 с.

4. Шахматов Е.В., Леньшин В.В. Экспериментальное исследование виброакустического свойства трубопровода с пульсирующими рабочими средами // Ракетно-космическая техника. Ч.1. Самара, 1996. Вып.1. с.135–140.
5. Корвяков Ю.М., Калнин В.М., Митрофанова Л.И., Олифирова Г.И., Науменкова Н.В. Экспериментальные исследования пульсационно-вибрационного процесса в элементе системы топливопитаний и управлений летательного аппарата и двигателя / В кн. Динамика гидросистемы энергетической установки летательного аппарата. Киев: Наукова думка, 1991. – 250 с.
6. Кондрашов Н.С. О параметрическом колебании трубопровода // Вибрационные прочности и надежности авиационного двигателя. Вып. XIX. Куйбышев: КуАИ, 1965. – 6с.
7. Шахматов Е.В., Леньшин В.В. Виброакустические модели трубопроводов // Труды Всероссийских научно-техн. конференций "Технопарки, конверсия, инновации". Самара: СГАУ, 1995. – 8с.
8. Акимов М.Ю., Вельмисов П.А. Исследования устойчивостей трубопроводов с учетом нелинейных осевых упругих сил // Прикладная задача механики. Ульяновск: Ул-ГТУ, 1998. – 6с.
9. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л: Энергия, 1975. – 600с.
10. Шахматов Е.В., Прокофьев А.Б. Виброакустические модели прямолинейных неоднородных трубопроводов при их силовых возбуждениях пульсацией рабочих жидкостей // Надежность, динамика и диагностика машин. Самара: Институт акустики машин, 200. с.135–140.

### **ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**В.А. Гаевой**

Научный руководитель доцент Е.Н. Пашков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Запасы нефти и газа в благоприятных климатических условиях истощаются, новые месторождения открываются в основном на шельфах арктических морей и в зоне вечномерзлых грунтов, то есть в районах Крайнего Севера. Крайний Север – это особая географическая зона, расположенная на севере России и занимающая 70% ее территории. Климатические и природные условия в этом регионе значительно тяжелее, чем в средней полосе. На данный момент в строительстве нефтегазовых сооружений являются актуальными следующие проблемы: присутствие вечномерзлых почв, которые вследствие сезонного изменения крайне неустойчивы; крайне низкие температуры и высокая влажность; удаленность от крупных промышленных центров и отсутствие инфраструктуры как таковой; проблема сохранения уникальной экосистемы Крайнего Севера.

На Крайнем Севере разделяют арктическую, субарктическую, умеренно холодную и южную зоны распространения вечномерзлых грунтов. Каждая зона характеризуется своей глубиной залегания и глубиной оттаивания вечной мерзлоты. Так, для арктической и субарктической зон глубина залегания составляет в среднем 400–550 м при глубине оттаивания до 1 м, для умеренно холодной зоны эти значения составляют 250 м и 1,5 м, для южной – 100–150 м и 10 м соответственно. Главной характеристикой при выборе метода строительства является прочность грунта. Прочность мерзлого грунта зависит от количества находящихся в нем

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

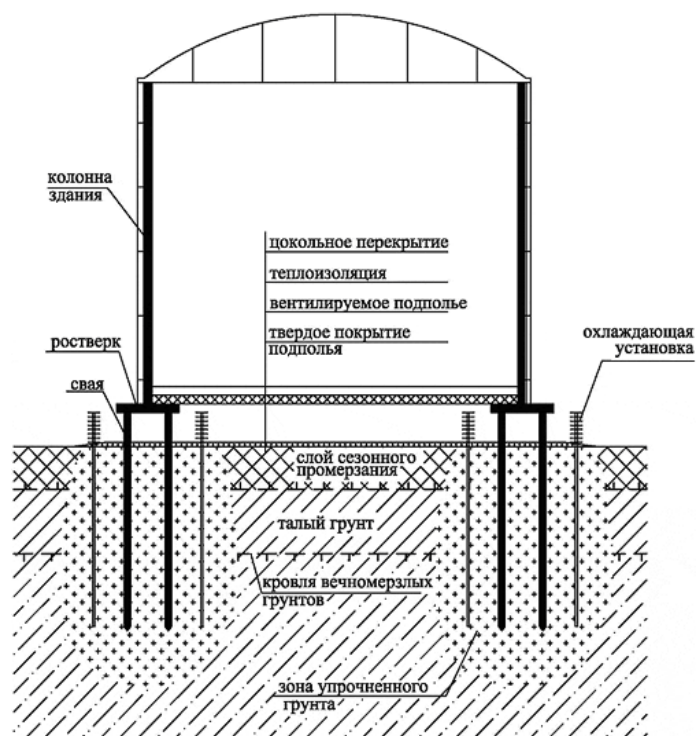
---

частиц песка, от пористости грунта и температуры: песок образует в мерзлой почве твердый каркас, что приводит к увеличению прочности; пористость влияет на грунт также, как и на все материалы (с ее увеличением уменьшается прочность вещества); повышение температуры почвы также уменьшает ее пористость. Исследованиями установлено, что повышение температуры мерзлого грунта на 3–4°C приводит к снижению его прочности в 2–3 раза.

Для строительства всех типов сооружений требуются разные методы их возведения. В настоящее время вместо блочных и ленточных фундаментов в центральной полосе России нашли применение свайные фундаменты. Сваи, как правило, заглубляясь ниже кровли вечной мерзлоты, передают нагрузку на прочный, несжимаемый твердомерзлый грунт, являющийся прекрасным основанием для сооружения. В вечномерзлый грунт их погружают в основном тремя способами: буроопускным, опускным, бурозабивным. Наиболее конструктивным является буроопускной способ. Однако вечномерзлая почва в зависимости от сезона может оттаивать, а грунт, который находится в таком состоянии, не обладает несущей способностью, приобретает просадочные свойства, в результате чего здания приходят в аварийное состояние. Во избежание подобных случаев используют охлаждающие установки для принудительного искусственного понижения температуры.

Применяемый при строительстве сооружений метод свайного фундамента обеспечивает необходимую прочность сооружений и обладает достаточной надежностью, однако он имеет и свои недостатки, такие как: большая трудоемкость строительства; неиспользованные в полной мере прочностные характеристики металла; дороговизна строительно-монтажных работ по устройству свайного поля, и низкая экономическая эффективность такого метода в целом; невозможность надежной защиты конструкции свай от грунтовой коррозии, что особенно актуально для засоленных грунтов побережья северных морей.

Данные недостатки свай требуют рассмотрения и разработку более рациональных и экономически выгодных решений. Кроме того, на Севере существуют площадки строительства, где условия таковы, что фундаменты мелкого заложения (рис. 1) и поверхностные фундаментные конструкции стали бы реальной альтернативой традиционным сваям. На Крайнем Севере также распространены засоленные грунты, обладающие высокой коррозионной активностью. Такие почвы не должны подвергаться антропогенному воздействию, так как при выходе солей начинается разрушаться уникальная экосистема этого края. Соли препятствуют росту растений, и начинается процесс опустынивания территории. На сегодняшний день этот процесс идет очень активно, ежегодно в результате деятельности человека пропадает несколько сотен гектаров земель. В этом случае использование несущей конструктивной подсыпки и опирание на нее поверхностного фундамента окажет более щадящее воздействие на слабые, чувствительные породы, чем глубокое прорезание их толщи сваями. Строительство зданий с опиранием их на фундаменты мелкого заложения практически не производится из-за сложностей с обеспечением необходимых характеристик основания – прочный и практически несжимаемый вечномерзлый грунт залегает на большой глубине. Строителям проще производить погружение свай, нежели заниматься сложными процессами по возведению качественной подсыпки и работами в котловане, требования по которой значительной выше, чем при свайном основании. Указанные факторы привели к тому, что на сегодняшний день метод эксплуатации сооружений на бессвайных фундаментах является малоизученным.



*Рис. 1 Фундамент мелкозаложенного здания с опорой на кровлю вечномерзлых грунтов при обеспечении принципа строительства и эксплуатации*

Все выше затронутые методы возведения объектов на Крайнем Севере были разработаны еще в XX веке. На сегодняшний день развития в данной отрасли практически не происходит, хотя развитие цивилизации и изменение природных условий дают возможность совершенствования существующих технологий и создания новых. Так, например, очень перспективным методом является строительство с помощью 3D-принтера. На сегодняшний момент его стоимость составляет порядка 2 млн. рублей. При строительстве домов с помощью подходов 3D моделирования используется технология «контурного строительства», при которой здания возводятся слоями. По сравнению с традиционными методами, контурное строительство позволит уменьшить стоимость строительства объектов на 20–25%, объем строительных материалов – на 25–30 %, а количество необходимой рабочей силы – на 45–55 %. Это не только бы снизило экономические затраты, но и уменьшило бы пагубное экологическое влияние на природу Крайнего Севера. Актуальным сейчас является глобальное потепление и сопутствующее ему уменьшение арктического льда, что дает толчок к развитию Северного морского пути. И таких примеров на данный момент существует множество.

Стратегическое значение Севера России особенно велико в условиях мирового сырьевого кризиса, когда фонды основных полезных ископаемых (прежде всего нефти и газа) интенсивно эксплуатируются и в скором времени будут исчерпаны. Поэтому на данный период времени правительством ведется активная политика в отношении этого региона. Однако устаревшие методы строительства приводят к увеличению экономических и экологических потерь. Следовательно, для достижения более эффективного и рационального метода возведения должны использоваться новейшие технологии, существующие на сегодняшний момент. Изменяющийся климат усугубляет текущие проблемы, но в то же время открывает

## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

перспективные возможности для более обширного освоения этой богатой и уникальной территории.

### Литература

1. Минкин М.А. Потапова О.А. Особенности обустройства северных нефтяных и газовых месторождений России и основания и фундаменты зданий и сооружений объектов обустройства // Вестник МГСУ. 2006. № 1. С. 180–187.

### МЕХАНИЗМЫ ЛАМИНАРНО-ТУРБУЛЕНТНЫХ ПЕРЕХОДОВ ПРИ ТРАНСПОРТЕ ВЯЗКИХ И ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ СРЕД В ТРУБОПРОВОДАХ

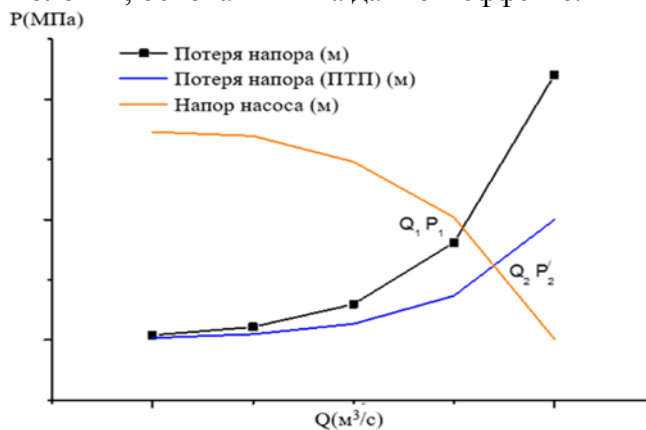
**П.О. Дедеев**

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

С давних пор в инженерных сооружениях учитываются физические особенности течения жидких сред. Более того, человека всегда привлекала идея влиять на физические характеристики потоков, добиваясь нужных показателей. В свете этого обстоятельства ламинарно-турбулентные переходы всегда занимали важное место в учете особенностей потока. Развитый турбулентный поток может, как помешать транспорту вязких жидких сред, так и интенсифицировать теплообмен в теплообменных аппаратах. А ламинарный режим, напротив, может снизить расходы перекачивающих мощностей на трение в трубопроводах. Возможность влиять на ламинарно-турбулентные переходы, добиваясь нужного режима течения – сущность множества инженерных изобретений.

Одним из перспективных способов управления механизмами ламинарно-турбулентных переходов является использование полимерных материалов, которые позволяют достаточно эффективно наращивать пропускную способность трубопроводных систем [2]. Основной положительной особенностью этого явления, также известного как эффект Томса [2], является ламинаризация потока, т.е. придание потоку ламинарных свойств путём уменьшения трения на стенках трубопровода. Применение противотурбулентных присадок (ПТП) позволяет увеличить пропускную способность, не прибегая к внесению критических изменений в оборудовании и трубах, что, несомненно, является критерием гибкости использования технологии, основанных на данном эффекте.



**Рис.1** Качественное воздействие ПТП на показатели работы трубопроводной системы (давление  $P$ , расход  $Q$ )

Проведённые исследования, например, в работах [1,3,4] позволяют выявить ряд важных особенностей поведения полимерных присадок в технических системах:

- Ламинаризация потока полимерами наблюдается преимущественно в турбулентном режиме;
- У эффекта ламинаризации наблюдается асимптота, по достижению которой количество полимера уже не влияет на ламинаризацию потока;
- С ростом молекулярного веса полимера наблюдается увеличение эффективности присадки, что объясняется более сложной структурой полимерной цепочки, которая, в результате, эффективнее гасит турбулентные вихри;
- Смешение полимеров с разным молекулярным весом приводит к эффекту ламинаризации в такой степени, с которой бы ламинаризовал поток полимер с большим молекулярным весом, что может объясняться физическим взаимодействием молекул полимеров между собой;
- Эффект снижения турбулентного трения зависит от растворителя: чем лучше среда растворяет полимер, тем ниже концентрация для достижения требуемого эффекта;
- Существуют предельные длины молекул и предельные молекулярные массы, ниже которых эффекта снижения трения не наблюдается;
- Одиночные или недлинные цепочки полимеров также могут вызывать падение трения.

В работе Н.Р. Karami и Mowla D. [3] исследуется вопрос влияния температуры на эффективность присадки. Выяснено, что уменьшение температуры ведёт к падению эффективности присадки. Это актуализирует проблемы исследования синтеза морозоустойчивых полимерных молекул для арктических проектов. Предполагается, что уменьшение эффективности присадки связано в первую очередь с охрупчиванием полимерной цепочки, что ведёт к её физическому разрушению при механических воздействиях в потоке сырья. Следует также отметить, что поддержание температуры в интервале 15–30 градусов положительным образом сказывается на эффективности действия ПТП.

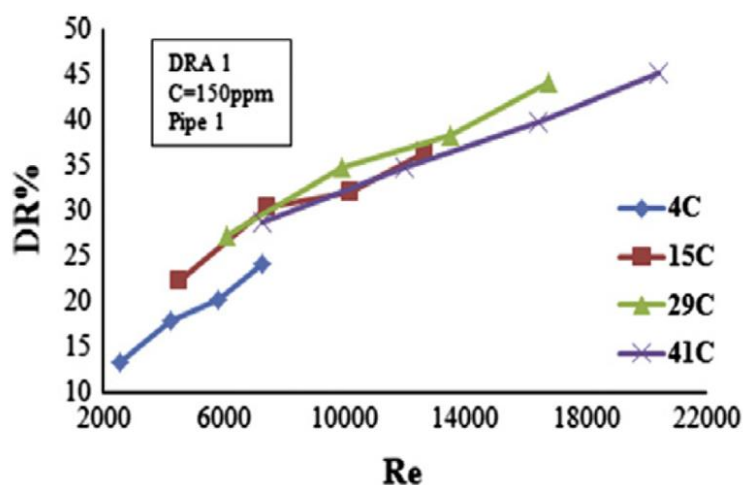


Рис.2 Экспериментальные данные о влиянии температуры на эффективность присадки [3]

Другим критическим прикладным замечанием является то, что ПТП неудовлетворительно воздействуют на поток вязкой среды (нефти) при больших диаметрах магистральных нефтепроводов [3]. Следует сфокусироваться на применении присадок в промысловых трубопроводах и магистральных нефтепроводах небольшого диаметра.

В целом, применение ПТП – это крайне эффективный способ управления турбулентным трением в вязких жидкостях в трубопроводах, однако для более точного моделирования эффекта требуется провести ряд расчетов для выявления подходящей математической модели. Некоторые успешные попытки моделирования ламинарно-турбулентных переводов при использовании ПТП [4] имеются, но находятся в стадии активной работы. На настоящий момент наблюдается недостаток экспериментальных данных по величинам турбулентной вязкости и кинетической энергии турбулентности, что не позволяет судить о границах применения тех или иных моделей турбулентности.

Следует отметить в заключении, что на настоящий момент явление воздействия ПТП на поток имеет слабую теоретическую изученность, вследствие чего нужно учитывать возможные отличия экспериментальных лабораторных исследований от промышленных результатов, которые могут оказаться не в пользу последних. Дальнейшие исследования следует сосредоточить на физико-математическом моделировании эффекта и подборе универсальной математической модели, что должно, в перспективе, позволить проводить расчеты различных типов противотурбулентных присадок на основе ряда данных – времени релаксации полимерной цепочки, характеристик её гибкости и разрушаемости.

Выполнено при частичной поддержке гранта *FP7-PEOPLE-2013-EIF, project #913974*.

#### Литература

1. Cunha F. R., Andreotti M. A Study of the Effect of Polymer Solution in Promoting Friction Reduction in Turbulent Channel Flow // *Journal of Fluids Engineering*, 2007. – Vol. 129. – pp. 491 – 505.
2. Toms B.A., Some observation on the flow of linear polymer solution through straight tubes at large Reynolds number // *Proceedings of the 1st International Congress on Rheology – North Holland, Amsterdam, The Netherlands, 1948. – Vol. 2. – pp. 135–141.*
3. Karami H.R., Mowla D. Investigation of the effects of various parameters on pressure drop reduction in crude oil pipelines by drag reducing agents // *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 2012. – Vol. 177–178. – pp. 37–45
4. Kharlamov S et al. Suppression of flow pulsation activity by relaxation process of additive effect on viscous media transport // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2015. – pp. 1–6.



**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ТРЕХ СООСНЫХ УПРУГИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
ОБОЛОЧЕК, ЖЕСТКО ЗАЩЕМЛЕННЫХ НА КОНЦАХ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ДВУМЯ  
СЛОЯМИ ЖИДКОСТИ, НАХОДЯЩИМИСЯ МЕЖДУ НИМИ, ПРИ ПУЛЬСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ**

**О.В. Елистратова**

Научный руководитель профессор Д.В. Кондратов  
*Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина  
– филиал РАНХиГС при Президенте РФ, г. Саратов, Россия*

Современный этап развития техники и технологий отмечен широким применением конструкций, состоящих из тонкостенных оболочек при взаимодействии с жидкостью. Наибольшее применение сейчас находят модели, состоящие из трех соосных упругих оболочек, вложенных одна в другую, при наличии между ними вязкой несжимаемой жидкости, имеющие жесткое защемление на концах [4–7]. Применение подобных конструкций увеличивает их прочность при снижении веса и габаритов изделий, предотвращает резкие перепады давления, уменьшает трения и изнашивание, что особенно актуально при применении в современной транспортной технике в экстремальных условиях Арктики.

Механическая модель, включает в себя три упругие цилиндрические оболочки, жестко защемленные на концах. Перемещение оболочек относительно друг друга отсутствует. Механическая система считается термостабилизированной.

Между оболочками находится вязкая несжимаемая жидкость, которая полностью заполняет зазор между стенками трех оболочек. Для каждого слоя жидкости принята модель вязкой несжимаемой жидкости. В реальных механических системах жидкость может считаться ньютоновской [1, 3, 4, 6, 7].

Математическая модель описывается связанной системой дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение Навье-Стокса) и уравнение неразрывности для каждого слоя жидкости, дифференциальных уравнений в частных производных для описания динамики оболочек, основанных на гипотезах Кирхгофа-Лява, и соответствующих граничных условий для жидкости и оболочек [1, 2]. Граничные условия представляют собой условия прилипания жидкости к поверхностям оболочек и условия для давления на концах механической системы.

Полученную систему уравнений гидродинамики будем решать с применением безразмерных переменных методом возмущений. Решение уравнений динамики жидкости будет осуществляться в виде одночленных разложений по малому параметру, характеризующему относительную толщину слоя жидкости, и по малому параметру, характеризующему относительный прогиб оболочек.

В заключении отметим, что полученные результаты позволят определить амплитудные частотные характеристики оболочек, что в дальнейшем позволит предотвратить негативные последствия от перепада давления в реальных условиях, например, при эксплуатации транспортной техники в Арктике.

*Выполнено при поддержке гранта Президента МД-6012.2016.8.*

Литература

1. Гольденвейзер А.Л., Лидский В.В., Товстик П.Е. Свободные колебания тонких упругих оболочек. – М.: Наука, 1978. – 383 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания/под ред. А.С. Орлина. Т. 2. Конструкция и расчет. – М.: Машгиз, 1962. – 379 с.

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

3. Елистратова О.В., Кондратов Д.В. Проблема гидроупругости тройной соосной упругой трубы, взаимодействующей с двумя пульсирующими слоями жидкости // Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Международной научной конференции – 2016. – С. 151–153.
4. Елистратова О.В., Кондратов Д.В. Моделирование динамики трех упругих соосных оболочек, свободно опертых на концах, взаимодействующих с двумя пульсирующими слоями жидкости, находящихся между ними при пульсации давления // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. – 2016. – № 1. – С. 11–15; URL: mathmod.esrae.ru/1–2.
5. Кондратова Ю.Н., Кондратов Д.В., Могилевич Л.И. Гидроупругость трубопровода кольцевого профиля со свободным опиранием при воздействии вибрации // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 4. – № 4 (62). – С. 9–14.
6. Кондратов Д.В., Могилевич Л.И., Попова А.А., Попова Е.В. Исследование колебаний упругого цилиндра, окруженного упругой средой и взаимодействующего с пульсирующим слоем сильновязкой жидкости // Тезисы докладов V международного научного семинара «Динамическое деформирование и контактное взаимодействие тонкостенных конструкций при воздействии полей различной физической природы» Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – 2016. – С. 97–101.
7. Кондратов Д.В., Кондратова Ю.Н. Гидроупругость рубашки двигателя внутреннего сгорания с водяным охлаждением // Проблемы управления, обработки и передачи информации (АТМ-2013) Сборник трудов III международной научной конференции. Под редакцией А.А. Львова и М.С. Светлова. – 2013. – С. 166–173.
8. Могилевич Л.И., Попов В.С., Христофорова А.В. Математические вопросы гидроупругости трехслойных элементов конструкций. – Саратов: Изд-во КУБиК, 2012. – 123 с.
9. Могилевич Л.И., Попов В.С., Попова А.А. Динамика взаимодействия упругих элементов вибромашины со сдавливаемым слоем жидкости, находящимся между ними // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2010. – № 4. – С. 23–32.
10. Формалев В.Ф., Кузнецова Е.Л., Селин И.А. Аналитическое исследование задач типа Стефана в композиционных материалах с произвольным числом подвижных границ фазовых превращений // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2009. – Т. 15. – № 2. – С. 256–264.

#### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИНЫ, УСТАНОВЛЕННОЙ НА ГРУНТЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ СО ШТАМПОМ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ**

**И.А. Ковалева, А.В. Черненко**

Научный руководитель профессор В.С. Попов

**Саратовский государственный технический университет имени Ю.А.Гагарина,  
г. Саратов, Россия**

Проблемы гидроупругих колебаний элементов конструкций являются актуальными как с теоретической, так и практической точки зрения [1–8]. Особое внимания в условиях Арктики необходимо обратить на взаимодействие различных конструкций с грунтом, т.к. его повреждения могут существенно сказаться на

экологии и природе. В связи с этим, видится важным разработка инженерных методов моделирования и расчета колебаний упругих элементов конструкций, установленных на грунте, и взаимодействующих с вибрирующими частями машин через демпфирующий слой жидкости.

Рассмотрим пластину-полоску, установленную на грунте и являющуюся стенкой плоского узкого канала, заполненного сильновязкой демпфирующей жидкостью. Вторую стенку канала образует вибрирующее абсолютно жесткое тело – штамп. Поверхность штампа, взаимодействующая с жидкостью, плоская и параллельна пластине. Закон вибрации штампа задан как гармонический закон  $z = z_m \sin(\omega t)$ , где  $z_m$  – амплитуда вибраций штампа,  $\omega$  – частота,  $t$  – время. Пластина шарнирно оперта на торцах канала, а истечение жидкости на торцах можно считать свободным в ту же среду с постоянным давлением  $p_0$ . Пластину-полоску будем рассматривать как балку, а грунт как упругое основание Винклера [7]. Движение жидкости в силу ее большой вязкости и узости канала будем рассматривать как ползущее. Толщина балки-полоски  $h_0$  значительно меньше ее длины  $\ell$ , а ее прогиб значительно меньше толщины слоя жидкости в канале  $\delta_0$ .

Для построения расчетной модели сделаем переход, аналогичный предложенному в [6], от балки-полоски к модели с сосредоточенной приведенной массой  $m$ , закрепленной на пружине с приведенной жесткостью  $k$ . В результате будем рассматривать упругую стенку канала как абсолютно жесткую массой  $m$ , имеющую подвес на пружине с жесткостью  $n$ . Введем в рассмотрение декартову систему координат  $Oxz_2$ , связанную с центром жесткой стенки канала, имеющей упругий подвес, и рассмотрим плоскую задачу гидромеханики аналогичную [4, 9], рассмотренной для клиновидного узкого канала. В результате определяем давление жидкости в канале

$$p = p_0 + 6\rho\nu\ell^2\delta_0^{-3}((2x/\ell)^2 - 1)(dz/dt - dz_2/dt), \quad (1)$$

а затем находим выражение для силы, действующей со стороны жидкости на жесткую стенку канала, имеющую упругую связь, в следующем виде:

$$F_{ж} = -\ell b p_0 - 4\ell^3 b \rho \nu \delta_0^{-3} (dz_2/dt - dz/dt) = -\ell b p_0 + K\dot{z} - K\dot{z}_2. \quad (2)$$

Здесь  $K = 4\ell^3 b \rho \nu \delta_0^{-3}$  – коэффициент демпфирования слоя сильновязкой жидкости,  $z_2$  – закон движения стенки-канала, установленной на грунте.

В результате аналогично [1, 5, 6] получены уравнения движения стенки-канала, установленной на грунте, в виде уравнения движения одномассовой модели:

$$m\ddot{z}_2 + K\dot{z}_2 + nz_2 = -\ell b p_0 + K\omega z_m \cos \omega t. \quad (3)$$

Здесь приведенная масса  $m$  и приведенный коэффициент жесткости пружины  $n$  определены согласно подходу, предложенному в работе [6] как  $m = \rho_0 b h_0 \ell / 2$ ,  $n = \pi^5 EI / 4b\ell^3 (1 + \varepsilon\ell^5 / (\pi^4 EI))$ ,  $I = bh_0^3 / 12$ , где  $b$  – ширина пластины.

Решение (3) для установившегося режима гармонических колебаний имеет вид  $z_2 = -\ell b p_0 / n + z_m A(\omega) \sin(\omega t + \varphi)$ ,  $\varphi = \arctg(K\omega / (m\omega^2 - n))$ ,  $(4)$

где  $A(\omega) = K\omega / \sqrt{(n - m\omega^2)^2 + K^2\omega^2}$  – амплитудная частотная характеристика стенки установленной на грунте.

Таким образом, построена математическая модель для исследования

колебаний пластины, установленной на грунт, под воздействием вибрирующего штампа через демпфирующий слой сильновязкой жидкости. Полученные результаты можно использовать для разработки и анализа работы вибрирующих механизмов и жидкостных демпферов, установленных на грунт в арктических условиях.

*Выполнено при поддержке РФФИ грант №16-01-00175-а, грант №15-01-01604-а*

#### Литература

1. Ageev R.V., Mogilevich L.I., Popov V.S., Popova A.A., Kondratov D.V. Mathematical model of pulsating viscous liquid layer movement in a flat channel with elastically fixed wall // *Applied Mathematical Sciences*. – 2014. – Т. 8. – № 157–160. – С. 7899–7908.
2. Грушенкова Е.Д., Могилевич Л.И., Попова А.А. Математическое моделирование гидроупругих колебаний трехслойного элемента опоры с пульсирующим слоем вязкой несжимаемой жидкости // *Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках*. – 2016. – № 1. – С. 24–32.
3. Kondratov D.V., Kalinina A.V., Mogilevich L.I., Popova A.A., Kondratova Y.N. Mathematical model of elastic ribbed shell dynamics interaction with viscous liquid under vibration // В сборнике: *Vibroengineering Procedia 22, Dynamics of Strongly Nonlinear Systems*. Сер. "22nd International Conference on Vibroengineering" – 2016. – С. 300–305.
4. Mogilevich L.I., Popov V.S., Rabinsky L.N. Mathematical modeling of elastically fixed wall longitudinal oscillations of wedge-shaped channel under foundation vibration // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. – 2016. – Т. 12. – № 4. – С. 9–17.
5. Могилевич Л.И., Попов В.С., Попова А.А. Динамика взаимодействия упругих элементов вибромашины со сдавливаемым слоем жидкости, находящимся между ними // *Проблемы машиностроения и надежности машин*. – 2010. – №4. – С. 23–32.
6. Могилевич Л.И., Попов В.С. Динамика взаимодействия упругого цилиндра со слоем вязкой несжимаемой жидкости // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. – 2004. – № 5. – С. 179–190.
7. Могилевич Л.И., Попов В.С., Попова А.А. Динамика взаимодействия пульсирующей вязкой жидкости со стенками щелевого канала, установленного на упругом основании // *Проблемы машиностроения и надежности машин*. – 2017. – № 1. – С. 15–23.
8. Попов В.С., Попова А.А., Волов М.И. Математическое моделирование взаимодействия ламинарного пульсирующего потока с цилиндрической ребристой оболочкой, по которой он движется // *Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений*. – 2010. – № 1 (36). – С. 51–66.
9. Popov V.S., Popova A.A., Sokolova D.L. Mathematical modeling of longitudinal oscillations tapered narrow channel wall under pulsating pressure of highly viscous liquid // *Applied Mathematical Sciences*. – 2016. – Т. 10. – № 53. – С. 2627–2635.

### ПОДВОДНЫЙ БУРОВОЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФА АРКТИКИ

**М.В. Константинов**

Научный руководитель доцент В.И. Брылин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Территории арктического шельфа, на которых располагаются месторождения нефти и газа, характеризуются суровыми климатическими условиями, сложной ледовой обстановкой. Отсутствие опыта работы в таких условиях ставит сложную задачу создания совершенно новых технологий для освоения месторождений. В 80-90-х годах на Арктическом шельфе Баренцева и Карского морей были обнаружены большие запасы газа и нефти. Развитие этих месторождений в значительной мере сдерживается суровостью климатических условий Заполярья: значительные глубины залегания ресурсов, немалые глубины шельфовых морей. Но главное – постоянно движущиеся сплошные ледяные поля, мощность которых достигает 2 м при площади, измеряемой многими тысячами квадратных километров. Ни одна, созданная человеком конструкция, не способна противостоять такому натиску природных сил.

Стоимость углеводородного сырья, добываемого в северных морях, более чем в 4 раза превышает стоимость добычи в южных.

Мировой опыт добычи нефти и газа с морского дна достаточно велик, но малоприменим в условиях, готовящихся к освоению газовых месторождений Карского и Баренцева морей, так как основной опыт подобных работ накоплен в теплых морях, где климатические условия мягкие, моря не покрываются льдом, а пронесшиеся время от времени ураганы, хотя и представляют серьезную опасность, но заранее прогнозируются, что позволяет принимать меры предосторожности. В связи с этим идея проектирования и строительства подводного бурового комплекса с использованием атомных подводных лодок представляется вполне логичной. Во всяком случае, если исходить из того, что увеличение стоимости углеводородов может продолжаться до бесконечности и в любом случае потребитель оплатит все расходы на добычу и транспортировку ресурса.

Использование тех наработок, которые существуют у конструкторов атомных подводных лодок, может оказать неоценимую услугу нефтегазовому комплексу. Первым с подобным предложением выступило подразделение ОАО ЦКБ «Лазурит» (Нижний Новгород), занимавшееся шельфовыми разработками.

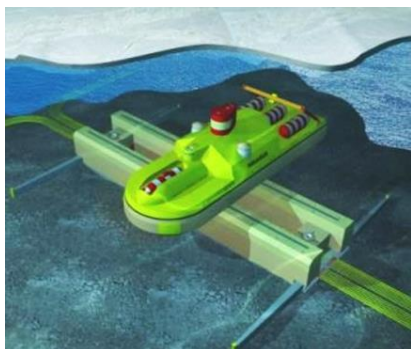
Учитывая географическое положение Баренцева и Карского морей, представляется очевидным, что промышленное бурение на имеющихся там месторождениях природного газа возможно только с погруженных, лежащих на морском дне подводных платформ. Для обслуживания, как самих платформ, так и всего комплекса судов обеспечения требуется создание новых технических средств, способных продолжительное время автономно работать, находясь в подводном положении. Для обеспечения деятельности этих средств необходимо очень большое количество энергии.

Предложенный подводный буровой комплекс состоит из донной опорной плиты и подводного бурового судна (рис. 1, 2). Общие характеристики подводного бурового судна и донной опорной плиты приведены в таблице.

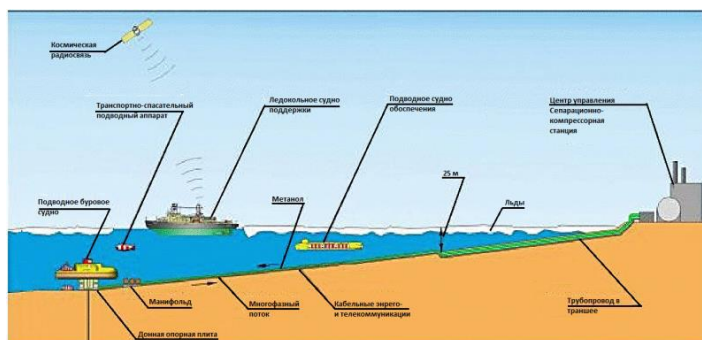
Донная опорная плита устанавливается на морском дне стационарно и на этапе бурения служит опорой для подводного бурового комплекса, а после завершения бурения на ней устанавливается оборудование для промышленной

## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

добычи природного газа и его передачи на сушу для дальнейшей транспортировки потребителям.



*Рис.1 Атомная подводная буровая установка [1]*



*Рис.2 Схема добычи нефти и газа с использованием подводной атомной установки [2]*

Подводное буровое судно имеет на борту оборудование для бурения куста из 8 скважин глубиной до 3500 м каждая при глубинах моря от 70 до 400 м. На борту имеется буровая установка и запас расходных материалов достаточных для бурения одной скважины. Для дальнейшего бурения расходные материалы на борт судна предполагается доставлять в контейнерах. На ранних этапах проекта энергоснабжение донной опорной плиты и подводного бурового судна предполагалось осуществлять с берега по электрическому кабелю.

В последних проектных материалах говорится о применении ядерной энергетической установки в качестве основной энергетической установки на всех плавучих объектах (подводных и надводных судах). Донную опорную плиту планируется строить и испытывать в заводских условиях, после чего буксировать в надводном положении к месторождению. Там ее предполагается устанавливать на дно, подсоединять к транспортным трубопроводам и подключать к внешнему энергоснабжению.

Подводное буровое судно должно передвигаться по поверхности плиты как по рельсам от одного устья скважины к другому и производить бурение. Отработанный буровой шлам от всех восьми проектных скважин предполагается хранить в емкостях, расположенных в основании донной опорной плиты. Одна плита используется до полной выработки запасов восьми скважин, которые бурятся с ее поверхности, после чего она остается лежать на дне моря.

Для реализации проекта создания и применения ПБК как коммерческого и инвестиционного требовалось провести оценку рисков, которым могут подвергаться объекты подводной и надводной инфраструктуры и эксплуатирующий ее персонал. Без подобной оценки невозможно получить инвестиции от коммерческих или финансовых структур, ориентированных на получение прибыли.

Первая подобная оценка была выполнена в 2006 г. Ее результаты трудно назвать положительными или отрицательными – скорее результатом этой работы стало получение первого опыта оценки рисков подводной системы, имеющей в своем составе, как подвижные/плавучие объекты, так и стационарные установленные на морском дне снабжаемые энергией за счет применения ЯЭУ.

Таблица

**Общие характеристики подводного бурового судна  
и донной опорной плиты**

Параметры	Подводное буровое судно	Донная опорная плита
Длина, м.	99	123
Ширина, м.	31	30
Высота, м.	33	15
Осадка, м.	9	7
Водоизмещение, т.	22850	8900
Численность экипажа, всего/ буровая бригада, чел.	60/29	не определена
Автономность по средствам жизнеобеспечения, суток	60	
Автономность по буровым запасам, скважин	1	
Потребляемая мощность, кВт	6000	50

Литература

1. Лавковский С.А. Подводно-подледные технологии с атомными источниками энергии – безальтернативное решение проблемы добычи газа в Арктике / Доклад на международной конференции "Международное сотрудничество по ликвидации ядерного наследия атомного флота СССР", 17 апреля 2008 г. – 6 с.
2. Лавковский С.А. Подводный буровой комплекс с ядерной энергетической установкой для освоения нефтегазовых месторождений шельфа арктических морей России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.bellona.ru/filearchive/fil\\_Bellona\\_Working\\_Paper\\_rus.pdf](http://www.bellona.ru/filearchive/fil_Bellona_Working_Paper_rus.pdf)

**ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССИЙСКОГО  
АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**С.А. Мельникова, Ю.А. Максимова**

Научный руководитель старший преподаватель Ю.А. Максимова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

Систематическое изучение недр шельфа началось в середине 1970-х годов, когда созданная в Мурманске Комплексная морская арктическая геолого-геофизическая экспедиция приступила к производственным геофизическим работам. Новый импульс интенсивному изучению шельфа, в особенности арктического, придало решение об организации «Главморнефтегаза» в системе Миннефтегазпрома СССР. Благодаря реализации обширной программы геологоразведочных работ в 1980-е годы были открыты десятки морских месторождений в Баренцевом и Карском морях, а также на шельфе Сахалина, которые ныне и составляют основную ресурсную базу настоящей и будущей нефтегазодобычи. В 1990-е годы практически все работы были свернуты из-за отсутствия финансирования, а большинство геофизических и буровых судов, не найдя работу в России, отправилось выполнять зарубежные контракты.

В 1980-е годы в Советском Союзе почти все исследования на шельфе выполнялись на технике, которая тогда по своим характеристикам вполне соответствовала мировому уровню. К концу восьмидесятых годов в СССР появился



#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

парк отечественных буровых судов («Шашин», «Муравленко») которому была бы по силам и нынешняя обширная программа геологоразведочных работ на шельфе [1].

В 90-ых годах в целом для исследования шельфа были практически потеряны, технология и квалифицированные кадры утрачены, в то время как в остальном мире шло усовершенствование и развитие технологий. С тех пор прошло много лет и на сегодняшний день практически все составляющие геологоразведочного процесса на шельфе основываются на использовании импортной техники и технологий, даже в том случае, если отдельные работы выполняются российскими компаниями.

Можно утверждать, что сегодня проблем, связанных с освоением шельфовых месторождений Арктики, больше, чем готовых решений. Вице-президент Международного нефтяного Конгресса Золотухин А.Б. писал, что они «начали внимательно изучать опыт, накопленный на Аляске, в Канаде и Норвегии. Эти технологии ранжируются в порядке привлекательности, и задача состоит в том, что мы должны научиться производить такое или подобное оборудование и правильно работать с ним. Поэтому нам в любом случае придется действовать в альянсе с теми, кто такие технологии создает» [2].

Ни для кого не секрет, что для освоения нефтегазовых ресурсов Арктики требуются новые технологии. В вопросах выбора технологий существует извечная дилемма – либо купить готовые решения, либо разработать свои. Покупка готовых технологических решений (модернизация производства) – это всегда финансирование чужих разработок. Инновационный путь развития требует серьезной государственной поддержки и в какой-то степени ментальной перестройки. Важнейшим условием успешной геологоразведки на шельфе является наличие производственной базы и современных технологий для поисково-разведочного и эксплуатационного морского бурения. В России есть такие буровые установки, в частности, изготовленные несколько лет назад в Выборге, морские буровые установки «Северное сияние» и «Полярная звезда». Но своими силами сделаны только сварные металлические основания, а технологическая часть платформ изготовлена в основном в Южной Корее, причем с использованием немалого числа патентов США, с их обслуживанием в будущем тоже могут возникнуть проблемы. К тому же весь имеющийся немногочисленный парк отечественных морских буровых установок не в состоянии обеспечить выполнения и трети лицензионных обязательств «Газпрома» и «Роснефти» на своих морских лицензионных участках.

Хотелось бы еще отметить одну из главных проблем при освоении арктического шельфа – это сложная ледовая обстановка, а именно: опасность айсбергов, и отсутствие круглогодичного доступа плавучих технических средств к месторождениям, а значит, и отсутствие круглогодичной возможности разведки и разработки. Устаревшие суда для сейсмики, нехватка средств, и специалистов, еще более острая нехватка морских буровых установок, как для разведочного, так и эксплуатационного бурения – всего не перечислить!

Все же есть положительные моменты. Сегодня в России на шельфе морей работают 8 стационарных платформ, построенных либо частично, либо полностью на российских предприятиях. Технически самая сложная и самая крупная платформа «Приразломная», которая обеспечивает полный цикл работ, то есть бурение, добычу, хранение и отгрузку нефти в танкеры и единственная на шельфе Арктики в Баренцевом море, для России проект «Приразломная», по-существу,

бесценен. Это доказательство того, что Россия в состоянии самостоятельно проектировать и строить такие сложные морские сооружения [4].

Проанализировав основные проблемы при освоении шельфа Арктики, возникают вопросы: что может сделать Россия, чтобы развитие систем и технологий шельфовой добычи было менее рискованным? Возможно ли создание отечественных инновационных технологий разработки месторождений нефти и газа?

Хотелось бы развеять миф, что мы без иностранной помощи не можем осваивать Арктику. Для первого этапа освоения шельфа, подразумевающего его всестороннее изучение, у нас имеется даже избыток технических средств и возможностей. Многие из новейших западных разработок основаны на технологиях, разработанных в СССР и в России в 80-е и 90-е годы прошлого века. Повторюсь, но нашей большой проблемой остается потеря собственного бурового флота, в результате чего на нашем шельфе работают буровые установки из Китая, Южной Кореи и других стран [3].

Проблемы освоения арктических ресурсов колоссальны, но, несмотря на это, транспортировка грузов по Северному морскому пути активно растет. Газпром, Роснефть реализовывают и планируют новые проекты в арктическом регионе. Однако и не стоит ожидать, что шельф российской Арктики «затопит» внутренний и мировой рынок нефтью. России стоит обратить внимание на сланцевые технологии, чтобы компенсировать предстоящее падение добычи нефти и газа из традиционных месторождений, ее успех зависит в первую очередь от грамотной политики государства и компаний.

### Литература

1. Промышленные ведомости [электронный ресурс] – Электрон. дан. URL: <http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2819&nomer=94>, свободный
2. Освоение шельфа Арктики и Дальнего Востока [электронный ресурс] – Электрон. дан. URL: [http://www.offshore-mag.ru/pics/offshore\\_open\\_article\\_full.pdf](http://www.offshore-mag.ru/pics/offshore_open_article_full.pdf), свободный
3. Не стоит ждать, что Арктика «затопит» рынок нефтью [электронный ресурс] Электрон. дан. URL: [http://www.arctic-info.ru/Interview/13-11-2013/ne-stoit-jdat\\_--cto-arktika--zatopit--rinok-neft\\_u](http://www.arctic-info.ru/Interview/13-11-2013/ne-stoit-jdat_--cto-arktika--zatopit--rinok-neft_u), свободный
4. Зорина С. Тотальный контроль: обеспечение экологической безопасности в Арктике // Сибирская нефть, 2014. #3/110, С. 23–32.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СРЕД В РЕЖИМАХ РАБОТЫ АППАРАТОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ**

**Е.В. Николаев**

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

В последнее время к запасам нефти и газа в Арктике проявляется большой интерес. На данный момент на российском арктическом шельфе открыто 20 крупных нефтегазовых провинций, в 10 из которых запасы нефти и газа являются доказанными. По оценкам USGS, в Арктике имеется приблизительно 13% мировых неразведанных запасов нефти и до 30% – природного газа [1].

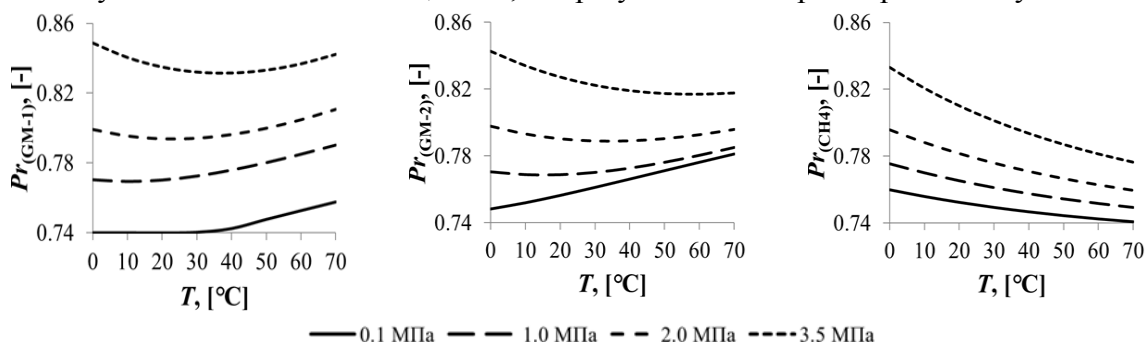
В России было выдано ряд лицензий на большие участки северных акваторий ОАО «НК «Роснефть» (суммарно более 90 тыс. км<sup>2</sup> в Баренцевом и Печорском

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

морях и 128 тыс. км<sup>2</sup> в Карском море) и ОАО «Газпром» и ОАО «Новатэк» на несколько меньших по площади участков в Обской и Тазовской губах [2]. Нефтегазовые проекты, реализуемые на арктическом шельфе, существенно отличаются друг от друга в технологическом плане, что обуславливается различными природно-климатическими условиями регионов, в которых они находятся. Это требует разработки новых технологий практически под каждый отдельный проект, что увеличивает время реализации, а также стоимость проектов. Стоит отметить, что неправильный подход к прогнозированию поведения углеводородных систем приводит к нерациональному подбору режимов работы аппаратов подготовки нефти, что в свою очередь, может привести к неэффективной сепарации. Ввиду того, что экспериментальный подход к исследованию поведения таких систем в тех или иных режимах сепарации требует специального оборудования, достаточно больших финансовых затрат, теоретический подход в решении данных задач является актуальным и практически значимым. В силу вышеуказанного, цель данной работы – выявить закономерности поведения многокомпонентных углеводородных сред при сепарации в термобарических режимах работы аппаратов подготовки нефти: температуры  $T \cong 0 \div 70^\circ\text{C}$  и давления  $P \cong 0,1 \div 3,5 \text{ МПа}$ .

На основе анализа изменения компонентного состава газовой фазы в зависимости от изменений термобарических условий сепарации можно представить картину изменения теплофизических свойств (вязкость, теплопроводность и диффузия), а также критериев физического подобия, например, число Прандтля, Шмидта и Льюиса. Такие безразмерные комплексы дают полное представление о поведении систем, учитывая не один, а множество возмущающих факторов. Результаты вычислений числа Прандтля для двух разных газовых смесей с различными компонентными составами и метана представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что  $Pr$ , как и ожидалось, слабо меняется в зависимости от температуры и варьируется в пределах значений от 0,74 до 0,86. Однако стоит отметить, что в случаях газовых смесей (GM-1, GM-2) вместе с давлением и температурой меняется и их компонентный состав. Это означает, что  $Pr$  слабо реагирует на изменения компонентного состава углеводородной газовой смеси. Это позволяет утверждать, что вполне корректными являются рекомендации при моделировании явлений переноса для углеводородного (попутного и природного) газа в условиях задания  $Pr \cong 0,74 \div 0,86$  при указанных термобарических условиях.



**Рис. Число Прандтля ( $Pr$ ) для двух разных газовых смесей (GM-1, GM-2) и метана (CH<sub>4</sub>) в зависимости от температуры  $T$  при различных давлениях  $P$**

Эти заключения дают возможность прогнозировать особенности молярных процессов переноса тепла с учетом рекомендаций о сопряженности теплообмена в

средах, предложенных в работе [3]. В частности, более общей представляется связь, хорошо апробированная на классе задач теплообмена при течении теплоносителей в каналах, типа:

$$Pr_t = Pr \frac{\left(1 + y^{+2}/(2\Delta) - \exp\left(-y^+/\sqrt{\Delta}\right)\right)}{\left(1 + Pr y^{+2}/(2\Delta) - \frac{\Lambda}{1+\Lambda} \exp\left(-y^+ \sqrt{Pr/\Delta}\right)\right)},$$

где  $Pr_t$  – турбулентное число Прандтля;  $y$  – расстояние от стенки;  $\Delta$  – характерное безразмерное расстояние от стенки;  $\Lambda$  – критерий влияния характеристики материала стенки на величину пульсаций температуры.

Представленная в работе информация об особенностях изменений критериев подобия газовых сред, характеризующих явления переноса, качественно укладывается в диапазон значений для реальных газов. Таким образом, процесс сепарации углеводородных многокомпонентных сред, обусловленный фазовыми превращениями, нелинейными изменениями теплофизических свойств и структурной нестабильностью компонентного состава фаз, требует представления детальной информации параметров переноса – физических критериев подобия тройной аналогии ( $Pr$ ,  $Sc$ ,  $Le$ ). Именно такие безразмерные комплексы дают представление общей картины протекания процессов переноса импульса, массы и тепла, с учетом множества влияющих факторов, таких как, давление, температура и компонентный состав.

Выполнено при частичной поддержке гранта *FP7-PEOPLE-2013-IIF, project #913974*.

#### Литература

1. Нефть и газ Арктики. [Электронный ресурс]: PRO-ARCTIC – независимое российское информационно-аналитическое сетевое издание, посвященное ответственному и рациональному освоению ресурсов российской Арктики. URL: <http://pro-arctic.ru/28/05/2013/resources/3516> (дата обращения: 12.08.2016).
2. Богоявленский В.И. Проблемы и перспективы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики // Бурение и Нефть. – 2012. – № 11. – с. 4–9.
3. Гешев П.И. Влияние теплопроводности стенки на величину турбулентного числа Прандтля в вязком подслое // Инженерно-технический журнал, 1978. – Т. 35. – №2. – С. 292–296.

#### **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ**

**Е.В. Николаев**

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

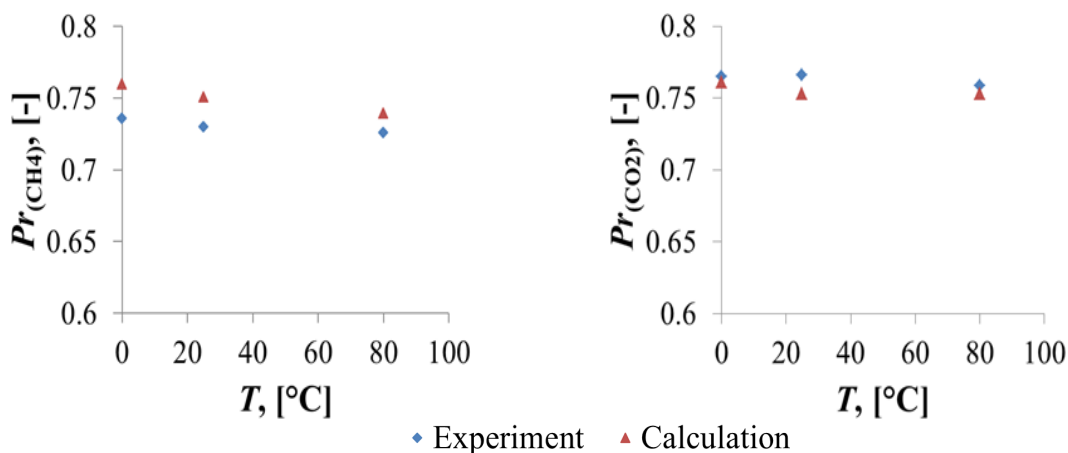
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В процессах промышленного сбора нефти и газа, подготовки к транспорту и переработке возможны совместное движение или обработка указанных фаз, являющихся составными элементами многофазной системы. Однако в процессе движения многофазной системы по технологической цепи промышленных сооружений наступает момент, когда дальнейшее совместное перемещение фаз либо проведение основного процесса становится нерациональным или практически

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

невозможным [1]. Тогда возникает необходимость сепарации пластовой нефти. Качество процесса сепарации играет немаловажную роль в технологической цепи предварительной подготовки нефти, так как именно на этой стадии в результате интенсивного газовыделения происходит унос тяжелых углеводородов с отгоняемым газом. В связи с большими финансовыми затратами проведения экспериментальных работ по прогнозированию сепарационных процессов, теоретический подход к решению таких задач является весьма целесообразным. Поэтому методики прогнозирования процесса сепарации многокомпонентных углеводородных сред требуют детального анализа. Учитывая вышесказанное, цель данной работы состоит в проведении анализа современных подходов к прогнозированию процессов разделения углеводородных сред.

В предыдущих работах нами был проведен сравнительный анализ уравнений состояний к вычислению компонентных составов [2]. Как выяснилось, среди них выделяется уравнение Пенга-Робинсона, которое дает наиболее точные и надежные результаты в широком диапазоне термобарических условий [3]. Однако в характеристике локальных явлений важным является представление о теплофизических свойствах сред, а также об особенностях изменений критериев физического подобия (число Прандтля, Шмидта и Льюиса). Экспериментальных данных об изменениях вышеуказанных параметров для многокомпонентных углеводородных сред крайне мало. Поэтому достаточно проблематично оценить адекватность для таких сред. Однако существует множество опытных данных о свойствах индивидуальных компонентов.



**Рис. Проверка адекватности расчетных значений числа Прандтля ( $Pr$ )**

Так, на рисунке представлены результаты вычислений числа Прандтля для двуокиси углерода и метана в сравнении с экспериментальными значениями, выявленными с помощью опытных данных теплофизических свойств данных компонентов из [4].

Данные из рисунка хорошо подтверждают адекватность расчетных значений числа Прандтля для однокомпонентной среды. Относительные погрешности, как для метана, так и для двуокиси углерода не превышают 2,5%. Чтобы качественно оценить критерии подобия тройной аналогии (число Шмидта и Льюиса), необходимо владеть экспериментальной информацией коэффициентов самодиффузии компонентов. Зная данные величину для индивидуальных компонентов, особенно при изменениях полей давления, можно строить данные не только о поведении индивидуальных веществ, но и их смесей.

Литература

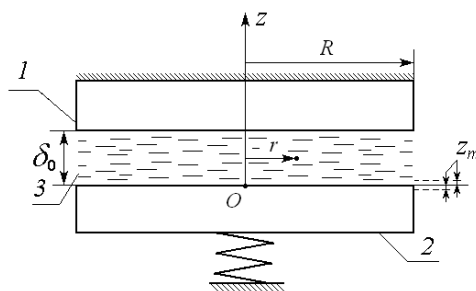
1. Каспарьянц К.С., Кузин В.И., Григорян Л.Г. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти и газа. – М.:«Недра». – 1977. – 250 с.
2. Николаев Е.В., Харламов С.Н. Исследование сепарационных процессов углеводородных многокомпонентных систем в режимах функционирования оборудования предварительной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета, 2016. – Т. 327. – № 7, – с. 84–99.
3. Базис HYSYS. – AspenTech, Версия 2006. – 311 с.
4. Варгафтик Н.Б., Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.:Наука, 1972. – 720 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ С ГРУНТОМ И ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТЬЮ НА БАЗЕ ОДНОМАССОВОЙ МОДЕЛИ**

**Е.В. Попова**

Научный руководитель профессор Д.В. Кондратов  
*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия*

Рассмотрим динамику взаимодействия круглой пластины, установленной на грунте со слоем вязкой несжимаемой жидкости. Радиус пластины  $R$  значительно больше ее толщины  $h_0$ . На торце она жестко закреплена. Пластина образует одну из стенок узкого канала, вторую стенку которого образует абсолютно жесткий диск аналогичного радиуса. Для грунта примем модель Винклера. Канал полностью заполнен вязкой жидкостью, которая на торце свободно истекает в такую же окружающую жидкость, давление в которой пульсирует по заданному гармоническому закону  $p=p_0+p_m\sin(\omega t)$ ,  $p_0$  – статическое давление,  $p_m$  – амплитуда пульсаций. Толщина слоя жидкости в канале  $\delta_0$ , амплитуда прогибов пластины значительно меньше данной толщины. Введем в рассмотрение цилиндрическую систему координат  $Or\varphi z$ , связанную с центром пластины и рассмотрим осесимметричную задачу. Упругие прогибы пластины  $w$  на основной моде ее колебаний будем моделировать перемещениями одномассовой системы  $z_m$ . Для этого осуществим переход от пластины к диску с приведенной массой  $m^*$ , который подвешен на пружине с приведенной жесткостью  $n^*$ , как предложено в работах [1,3], т.е. рассматриваем следующую колебательную систему, состоящую: из жесткой неподвижной стенки канала 1, жесткой стенки 2 с упругой связью и пульсирующего слоя вязкой жидкости 3 между ними (см. рис.1).



**Рис.1**

#### СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Согласно работам [1,3] массу  $m^*$  находим из условия равенства кинетических энергий пластины и одномассовой системы, жесткость  $n^*$  определим из условия совпадения статического прогиба пластины  $w^{\max}$ , при действии равномерно распределенной нагрузки эквивалентной силе  $F^* = 1$  Н, со статическим перемещением одномассовой системы, т.е.

$$m^* = (w_a)^{-2} \int_0^R m_c (w(r))^2 dr, \quad m_c = \rho_0 h_0 2\pi r, \quad n^* = F^* / w^{\max}. \quad (1)$$

здесь  $\rho_0$  – плотность материала пластины,  $w(x)$  – прогиб пластины,  $w_a$  – прогиб пластины в точке сосредоточения массы  $x = a$ .

Прогиб пластинки определим по методу Бубнова-Галеркина в первом приближении выбирая его форму как  $w = w^{\max}(1-(r/R)^2)^2$ . После этого сосредоточивая массу в середине пластины, т.е. при  $x = 0$ , получим:

$$m^* = \rho_0 \pi R^2 h_0 / 5, \quad n^* = 64 \pi D R^{-2} (1 + \varepsilon R^4 D^{-1} / 84), \quad D = E h_0^3 / (12(1 - \mu_0^2)), \quad (2)$$

здесь  $\mu_0$  – коэффициент Пуассона материала пластины,  $\varepsilon$  – коэффициент жесткости грунта (коэффициент постели),  $E$  – модуль Юнга материала пластины.

Уравнение движения пластины как одномассовой модели имеет вид

$$m^* \ddot{z} + n^* z = N, \quad (3)$$

где  $N$  – сила давления жидкости;  $m^*$  – приведенная масса;  $n^*$  – жесткость подвеса;  $z = z_{mf}(\omega t)$  – закон перемещения пластины-стенки.

Решение задачи динамики вязкой жидкости в узкой щели согласно [2] проведем для случая ползущего течения. В качестве граничных условий выбраны условия прилипания жидкости к стенкам канала и условия равенства давления на торце давлению в окружающей жидкости [2-5]. В этом случае силу  $N$  определим аналогично [4] в результате получаем

$$N = -\pi R^2 (p_0 + p_m \sin(\omega t)) - K \dot{z}, \quad (4)$$

где  $K = 3\pi R^2 \rho \nu / (2\delta_0 \nu^2)$  – коэффициент демпфирования,  $\rho$  – плотность жидкости,  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости.

Учитывая выражение (4) в уравнении (3) и решая его для режима установившихся гармонических колебаний находим

$$z = -\frac{\pi R^2 p_0}{n^*} - \frac{\pi R^2 p_m}{\sqrt{(n^* - m^* \omega^2)^2 + K^2 \omega^2}} \sin(\omega t + \varphi), \quad \varphi = \arctg(K\omega / (m^* \omega^2 - n^*)). \quad (5)$$

Найденный закон движения стенки позволяет определять резонансные частоты колебаний пластины и соответствующие им амплитуды в зависимости от физических свойств жидкости и грунта. Полученные результаты могут быть использованы для математического моделирования различных технических процессов и систем в арктических условиях, а также использоваться для определения коэффициента жесткости грунта по параметрам вынужденных колебаний пластины.

*Выполнено при поддержке гранта Президента РФ МД № 6012.2016.8 и гранта РФФИ №15-01-01604-а*



Литература

1. Ageev R.V., Mogilevich L.I., Popov V.S., Popova A.A., Kondratov D.V. Mathematical model of pulsating viscous liquid layer movement in a flat channel with elastically fixed wall // Applied Mathematical Sciences. – 2014. – Т. 8. – № 157–160. – С. 7899–7908
2. Могилевич Л.И., Попов В.С. Прикладная гидроупругость в машино- и приборостроении. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2003. – 156с.
3. Могилевич Л.И., Попов В.С. Динамика взаимодействия упругого цилиндра со слоем вязкой несжимаемой жидкости // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2004. – № 5. – С. 179–190.
4. Могилевич Л.И., Попов В.С. Исследование взаимодействия слоя вязкой несжимаемой жидкости со стенками канала, образованного соосными вибрирующими дисками // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 2011. – № 3. – С. 42–55.
5. Могилевич Л.И., Попов В.С., Попова А.А. Динамика взаимодействия пульсирующей вязкой жидкости со стенками щелевого канала, установленного на упругом основании // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2017. – № 1. – С. 15–23.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА В МЕРЗЛОМ ГРУНТЕ**

**Д.А. Уваров, А.О. Шамуратов, Т.Ю. Баклушин**

Научный руководитель доцент А.В. Рудаченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

При определении работоспособности трубопроводов в условиях Арктики или приближенных к ним, необходимо провести анализ механического взаимодействия трубы с вечномерзлым грунтом. При этом требуется количественно оценить пучение мерзлых грунтов на напряженно-деформированное состояние конструкции [2].

Целью работы является изучение взаимодействия трубопровода с различными типами мерзлых грунтов, а также исследование его напряженно-деформированного состояния.

В ходе работы решены следующие задачи: 1. Проведен анализ выталкивающей силы грунта в зависимости от глубины промерзания и типа грунта; 2. Построение модели трубопровода, показывающей его деформации в зависимости от типа выбранного грунта.

Вспучивание грунта и появление равномерно распределенных сил морозного пучения вдоль трубопровода, действующих на трубу вертикально снизу - вверх, возникают как в зимнее, так и в летнее время на сильно обводненных участках трассы [3]. Таким образом, давление вспучивания, воздействующее на весь объем грунта обуславливает давление льда. Сила веса грунта и сопротивление разрыву и сжатию грунта противодействует давлению льда. Ограниченная поверхность раздела фаз лед-вода-грунт определяет более высокое давление льда, когда в воде поддерживается более низкое давление.

Так как глинистые грунты очень хорошо удерживают в себе влагу, они сильнее всего подвержены вспучиванию. В работе проведен сравнительный анализ выталкивающей силы двух типов грунтов, где наглядно видна разница между глиной и песком (таблица).

## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Сила морозного пучения определяется следующим образом [4]:

$$F = 2\pi R^2 \cdot d_f \cdot \tau_s, \quad (1)$$

где  $d_f$  – глубина промерзания грунта;  $\tau_s$  – значение сцепления грунта с поверхностью трубопровода;  $R$  – радиус трубопровода.

*Таблица*  
*Значения выталкивающей силы грунта в зависимости от глубины промерзания и типа грунта*

месяц	глина (Н)	песок (Н)
январь	85,75497	14,70085
февраль	68,60398	12,25071
март	51,45298	7,840454
апрель	34,30199	4,900284
май	6,860398	0,980057

Анализ, возникающих при этой деформации, напряжений, проведен численными методами с использованием программного комплекса Ansys-13. В качестве исходной модели принят участок трубопровода «Самотлор-Александровское» ОАО «Транснефть», представленный в виде полого тонкостенного стержня, закрепленного с обеих сторон и находящегося под воздействием упругих деформаций глинистых грунтов.

На рисунках 1 и 2 показаны деформации, возникающие при выпучивании трубопровода в конкретном грунте, а на рисунках 3 и 4 показаны интерпретации данных результатов в графическом виде.

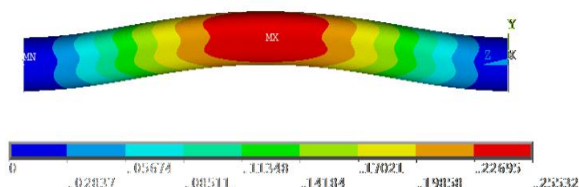


Рисунок 1 – деформации по оси Y возникающие при выпучивании участка трубопровода в глинах

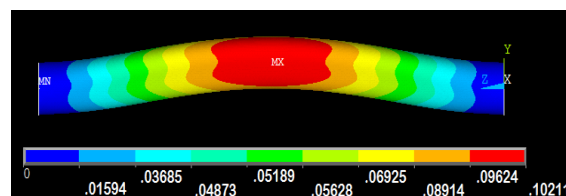


Рисунок 2 – деформации по оси Y возникающие при выпучивании участка трубопровода в песчаных

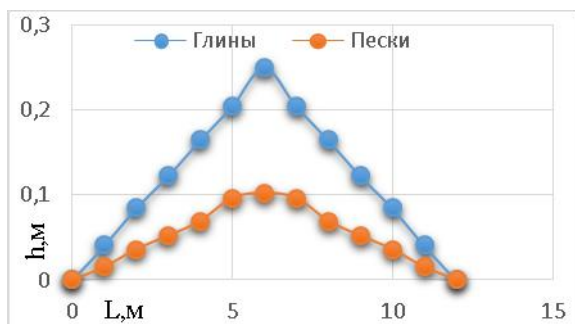


Рисунок 3 – Распределение деформаций (h) по длине (L) участка трубопровода

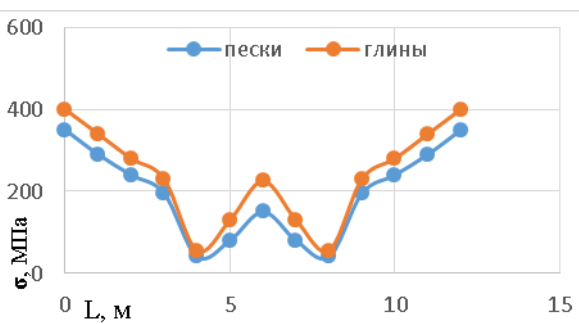


Рисунок 4 – Распределение напряжений (sigma) по длине (L) участка трубопровода

Полученные и представленные результаты на рисунках 3 и 4 позволяют сделать следующие выводы:

- величина напряжений переменна по длине трубы. В местах соприкосновения трубопровода с грунтом наблюдается повышенный уровень напряжения;
- значения напряжений, возникающие при выпучивании трубопровода в глинистых грунтах, достигают величин, близких к пределу текучести стали, что влияет на долговечность трубопровода, однако напряжения, возникающие в песках, согласно меньше предела прочности и текучести стали [1]. Следовательно, при создании между нижней образующей трубы и естественным грунтом прослойки из песка или другого рыхлого грунта, можно свести к минимуму все негативные последствия, связанные с выпучиванием трубопровода.

### Литература

1. ТУ 14-3-1573-96 Трубы стальные электросварные. – Москва: Изд-во стандартов, 1996.
2. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. – М.: Наука, 1974. – 640 с.
3. Механика грунтов [Текст]: В.Е. Шутов, Г.Г. Васильев, Ю.А. Горяинов, А.Д. Прохоров, Л.С. Чугунов. – М.: Изд-во «ЛОРИ», 2003. – 128 с.
4. Федоров Ю.Ю., Савнина А.В. Напряженно-деформированное состояние подземных газопроводов в условиях многолетней мерзлоты // Нефтегазовое дело. – 2008. – № 1.

### **УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ ПРИ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКИХ СРЕД ПО ТРУБОПРОВОДУ С КОНИЧЕСКИМ ПЕРЕХОДОМ В ТУПИКОВЫХ ОТВЕТВЛЕНИЯХ**

**Д.С. Фатьянов**

Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Исследование закономерностей течения флюидов в трубопроводах с участками сложной геометрической формы представляет интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения. Даже незначительные, казалось бы, особенности геометрии могут ощутимо влиять на гидродинамические и тепловые параметры потока.

Так, например, исследованиями [1] было установлено, что при применении конических переходов для присоединения стоячков отбора газа и байпасных линий меньшего диаметра наблюдается разогрев газа до температур, превышающих допустимые пределы, что особенно опасно в условиях вечной мерзлоты. Однако при применении прямой врезки разогрева не наблюдается.

На сегодняшний день на практике во время проектирования трубопроводных сетей и учета особенностей динамики процессов, протекающих при течении флюидов в каналах сложной формы, применяются полуэмпирические технологии, которые не всегда позволяют проникнуть в суть механизмов переноса массы, импульса и тепла и сделать вывод о реальных нагрузках и энергонапряженности рабочих элементов.

В таких условиях актуальной представляется задача разработки адекватных математических моделей пространственных турбулентных течений в трубопроводах, осложненных процессами пространственной и тепловой деформации рабочей среды вследствие прохождения особых зон трубопроводов специфической формы поверхности стенки и выявление границ применимости

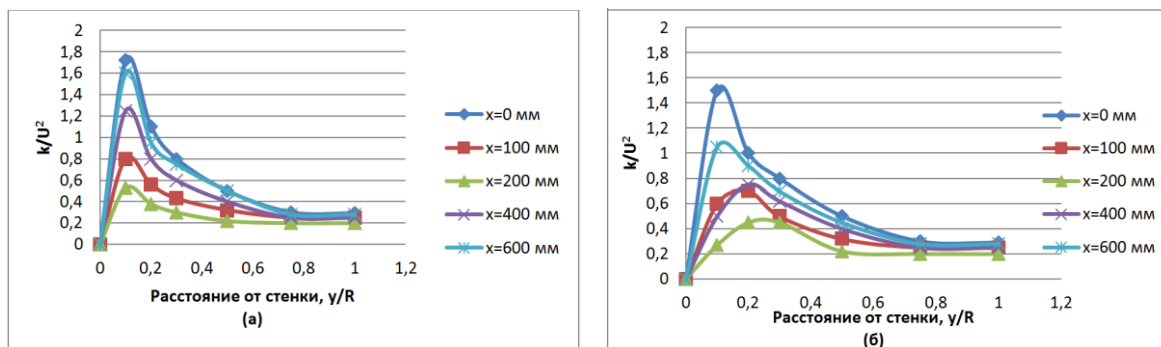
## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

более простых моделей в оценке явлений в трубопроводах и обобщении используемых полуэмпирических методик.

Течение флюида в тупиковом ответвлении с коническим переходом представляет собой сложный процесс его деформации в тройнике, конфузоре и тупике. Без выяснения закономерностей течения, совместно с анализом возможностей рассматриваемых математических моделей адекватно их предсказывать, в каждом из частных случаев, нельзя говорить об их адекватности в предсказании поведения потока при прохождении участка сложной геометрии, состоящего из их совокупности. Поэтому процесс был разбит на несколько составляющих. Здесь приводятся только данные о течении флюидов в конфузурной секции.

В настоящей работе использовались различные, имеющие свои особенности, модификации  $k-\varepsilon$  модели турбулентности ( $k-\varepsilon$  standard [5],  $k-\varepsilon$  RNG [7],  $k-\varepsilon$  realizable [6]), как одной из наиболее популярных на сегодняшний день и включенных во все пакеты по расчету гидродинамики.

Рассматривалась задача о неизотермическом движении газа в канале с конфузурной секцией. Геометрические параметры трубы и граничные условия принимались в соответствии с проведенными ранее реальными экспериментами [3, 4]. Постановка задачи стационарная.



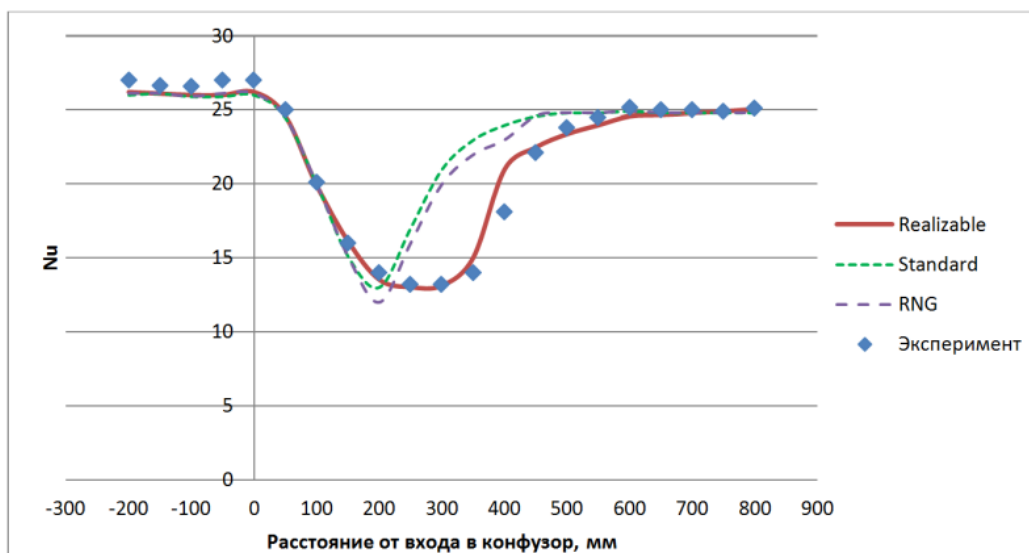
**Рис. 1 Деформация расчетных профилей кинетической турбулентной энергии в зависимости от расстояния от начала конфузурной секции при  $\beta=8/200$ ,  $Re=10000$ .**

***a* – standard  $k-\varepsilon$  модель, *б* – realizable  $k-\varepsilon$  модель**

Одним из параметров, способным дать представление о структуре турбулентного течения является кинетическая энергия турбулентности. Механизм изменения кинетической энергии вполне удовлетворительно в сравнении с данными эксперимента [4] предсказывается лишь моделью *realizable*.

В частности, можно заметить, что при входе в конфузурную секцию профиль удовлетворяет условиям развитого течения (сечение 0). Далее, проходя через конфузор, возникают особенности, вызванные ускорением потока вследствие увеличения поля давления и увеличением толщины вязкого подслоя. Это ведет к снижению пика кинетической энергии (смотри линии 100мм, 200 мм). Но, как известно, энергия никуда не исчезает и не появляется из ниоткуда, поэтому можно предположить, что здесь часть энергии турбулентности переходит в тепловую энергию среды. Затем, попадая в секцию постоянного сечения, наблюдается возрастание турбулентных пульсаций в потоке, и восстанавливается структура турбулентности (смотри линии 400мм, 600мм).

В качестве интегрального параметра, характеризующего тепловые процессы в среде, были рассчитаны значения критерия Нуссельта. Здесь *realizable k-ε* модель снова оказывается точнее. И данные, полученные на ее основе для малых значений тангенса угла сужения ( $\beta \leq 8/200$ ) практически повторяют результаты эксперимента [4]. Расчетами установлено, что при течении через конфузور наблюдается процесс гашения турбулентного переноса в радиальном направлении, вызванный ламинаризацией течения. А затем его восстановление на некотором расстоянии от конфузора.



**Рис. 2 Сравнение результатов расчета критерия Нуссельта по длине трубы для различных моделей турбулентности при  $\beta=8/200$ ,  $Re=10000$**

Как представляется возможным, такие результаты получены в силу более точного моделирования некоторых параметров потока *realizable* моделью. В частности, пульсационных составляющих скорости и турбулентной вязкости. Так, для *standard* и RNG моделей коэффициент турбулентной вязкости  $C_\mu$ , входящий в уравнения для вычисления турбулентной вязкости и пульсационных составляющих скорости, является эмпирически полученной константой, а для *realizable* – некоторой изменяющейся по пространству функцией, позволяющей учитывать в данном случае увеличивающуюся анизотропность процесса. Это приводит к тому, что *standard* и RNG модели предсказывают, что вклад пульсационных характеристик в  $k$  остается пропорционально постоянным. Но *realizable* модель показывает, что вклад их меняется, что также подтверждается результатами описанного в литературе реального эксперимента [3].

Однако при значениях  $\beta \geq 10/200$ , начинают наблюдаться расхождения с экспериментом в определении параметра Нуссельта. Основываясь на [2], можно предположить, что для расширения границ применения моделей необходимо использование функциональных зависимостей для определения числа Прандтля, учитывающих особенности его поведения как в ядре потока, так и в вязком подслое, такие как, например, зависимости Иевлева, Гешева и пр.

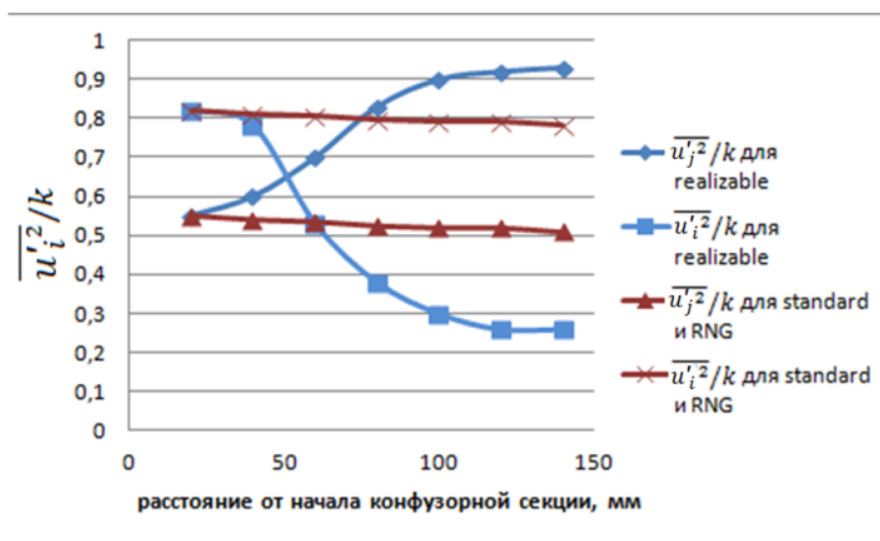


Рис. 3 Изменение значений пульсационных скоростей по длине конфузора на его оси ( $r/R(x)=0$ )

Все это в итоге позволит использовать в расчетах достаточно нетребовательные к вычислительным ресурсам полуэмпирические модели, широко опробированные к прогнозу задач нефтегазовой гидродинамики.

Выполнено при частичной поддержке гранта FP7-PEOPLE-2013-IIF, project #913974.

#### Литература

1. Агинеи Р.В., Парфенов Д.В. Экспериментальные исследования нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов при заполнении газом магистрального газопровода «Сахалин–Хабаровск–Владивосток» // Трубопроводный транспорт. Теория и практика. – 2014. – №3. – С. 50–53.
2. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. - Томск: Изд-во ТГУ, 2001. – 448 с.
3. Ковальногов Н.Н. Прикладная механика жидкости и газа. – Ульяновск УлГТУ: 2010. – 219 с.
4. Танака Х., Кавамура Х., Татено А. Влияние ламинаризации потока и его последующей турбулизации на теплообмен в случае течения при малых числах Рейнольдса в канале, состоящем из конфузорной секции и следующей за ней секции с постоянным поперечным сечением // Теплопередача (Труды американского общества инженеров-механиков). – 1982. – № 2. – С. 144–153.
5. Launder В.Е., Spalding D.B. The numerical computation of turbukence flows // Comput. Meth. Appl. Mech. Engng., 1974. – V.3. – P. 269.
6. Shih T., Liou W. W. A new k-ε eddy viscosity model for high Reynolds number turbulent flows // Comput. Fluids., 1995. – V. 24. – P. 227.
7. Yachot V., Orszag S.A. Relaminarizarion group analysis of turbulence // J. Sci. Comput., 1986. – V. 1. – P. 1.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СООРУЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

**А.Н. Чехлов**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Согласно Энергетической стратегии России [5], изменение географии добычи углеводородов до 2030 года будет осуществляться за счет освоения месторождений Восточной Сибири, Дальнего Востока, полуострова Ямал, континентального шельфа арктических морей. Реализация стратегии требует развития сети магистральных нефтепроводов в районах, характеризующихся распространением многолетнемерзлых грунтов, где строительство и эксплуатация нефтепроводов осложняется опасными геокриологическими процессами: осадкой и морозным пучением грунта [1, 4].

Защита нефтепровода от воздействия опасных геокриологических процессов может быть технического и технологического характера. К техническим решениям относится тепловая изоляция труб, замена льдистого грунта в основании траншеи, применение надземного способа прокладки. Технологическим решением является понижение температуры перекачиваемой нефти.

Цель работы: выбор оптимального сочетания технических и технологических решений, обеспечивающего безопасность эксплуатации магистрального нефтепровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

В работе рассмотрен магистральный нефтепровод диаметром 720 мм, трасса которого проходит по участкам многолетнемерзлых грунтов, отличающихся величиной осадки при растеплении.

Выбор оптимального сочетания защитных мер осуществляется по алгоритму, блок-схема которого представлена на рисунке 1. Основа этого алгоритма позаимствована из исследовательской работы [2] и дополнена с учетом особенностей эксплуатации нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах.

Суть алгоритма состоит в выявлении варианта, характеризующегося минимальными суммарными затратами на осуществление мероприятий инженерной защиты при строительстве и операционными затратами на перекачку нефти за весь период эксплуатации. При этом защитных мер должно быть достаточно, чтобы обеспечить соблюдение условия прочности трубопровода на всем протяжении трассы.

Для выявления допустимых мероприятий инженерной защиты, которые обеспечивают надежную эксплуатацию нефтепровода, по методикам, предложенным в нормативных документах [6–7], необходимо выполнить следующие расчеты: глубины заложения оси нефтепровода; температуры нефти в начале участка; глубины оттаивания грунта в основании нефтепровода; осадки нефтепровода; дополнительных напряжений в стенке трубы; соблюдения условия прочности.

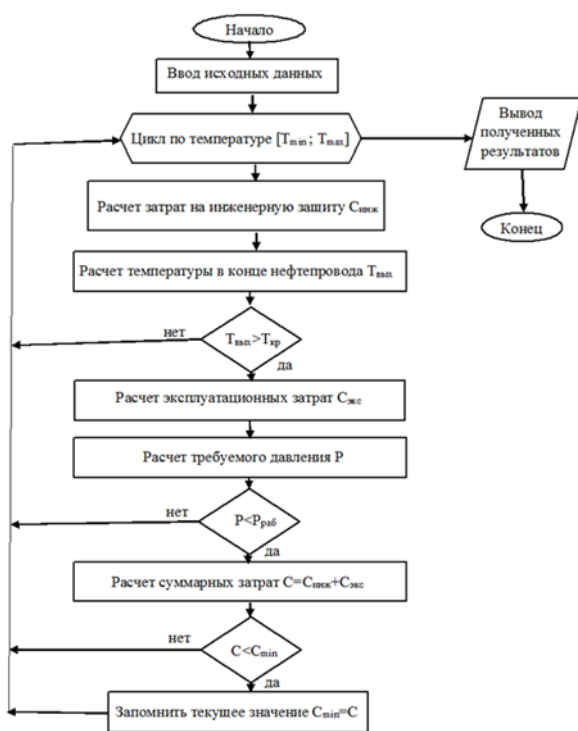
Для каждого допустимого способа инженерной защиты магистрального нефтепровода базисно-индексным методом составляется смета проведения строительных работ. Затраты на меры инженерной защиты магистрального нефтепровода складываются из стоимости реализации защитных мер на всех



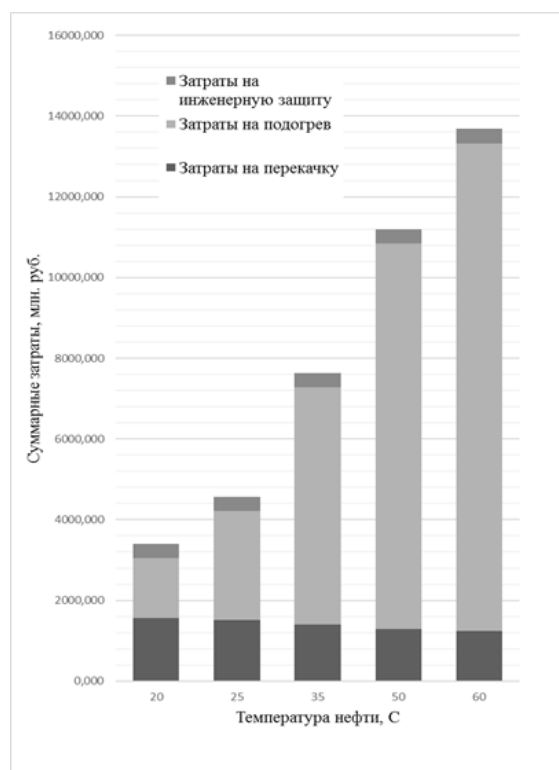
## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

участках трассы и по принципу минимальной стоимости реализации выбирается оптимальный вариант.

Для определения затрат на перекачку нефти необходимо по методикам, предложенным в нормативном документе [3], выполнить расчет следующих технологических параметров перекачки: вязкости нефти; плотности нефти; потерь напора на трение; мощности электродвигателей насосов; расхода топлива на подогрев нефти.



**Рис.1** Алгоритм выбора оптимального сочетания технических и технологических мер защиты нефтепровода



**Рис.2** Суммарные затраты на проведение защитных мероприятий

Для рассматриваемого в работе магистрального нефтепровода оптимальным выбран вариант, затраты на осуществление которого составили 3405,8 млн. рублей, что более чем в 4 раза меньше самой дорогостоящей альтернативы (рис. 2). Таким образом, предложенный алгоритм показал свою эффективность и может быть использован при проектировании магистральных нефтепроводов, прокладываемых в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

### Литература

1. Димов Л.А. Строительство нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах в южной части криолитозоны Центральной и Восточной Сибири // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 104–106.
2. Жапбасбаев У.К. и др. Расчет оптимальной температуры перекачки для транспортировки нефти // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – № 4. – С. 61–65.

3. ОР 03.220.99-КТН-009-07 Регламент разработки технологических карт магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть».
4. Примаков С.С. и др. Теплосиловое взаимодействие горячих подземных трубопроводов с многолетнемерзлыми грунтами // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 128–131.
5. Распоряжение Президента РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. – 2009. – №. 48.
6. СП 25.13330.2012 Основания зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.

**Секция 5**  
**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ**  
**И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ГЕОТЕРМИИ КАК МЕТОДА РАЗВЕДОЧНОЙ**  
**ГЕОФИЗИКИ НА АРКТИЧЕСКИХ ЗЕМЛЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**профессор В.И. Исаев**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В рамках *новой стратегии развития сырьевой базы углеводородов* Западной Сибири главными объектами изучения и поисков становятся арктические районы и сланцевые ресурсы баженовской свиты [1, 2]. Последнее требует разработки новых эффективных технологий поисков, основанных на современной научной методологии.

Геотермия – это не только область теоретической геофизики, но и *формирующийся* метод разведочной геофизики, дающий важнейшую количественную информацию и при решении прогнозно-поисковых задач.

Наиболее значимым применением геотермии, как разведочного (поискового) метода геофизики, является палеотемпературное моделирование термических условий в геологическом разрезе для прогноза и поисков залежей нефти и газа. Разработка схем и критериев применения геотермии, как поискового метода, находит отражение в исследованиях О.В. Веселова [3], Ю.И. Галушкина [4], И.В. Головановой [5], П.Ю. Горнова [6], Д.Ю. Демежко [7], А.Д. Дучкова [8], В.И. Ермакова [9], В.И. Зуя [10], В.И. Исаева [11], А.Э. Конторовича [12], Р.И. Кутаса [13-15], Г.А. Лобовой [16], Н.В. Лопатина [17], В.И. Старостенко [18], А.Н. Фомина [19] и других ученых. Особо значимый вклад в формирование геотермии как поискового метода для арктических регионов виден в работах А.Р. Курчикова [20-22] и М.Д. Хуторского [23-25].

*Геофизическая секция* была, в основном, посвящена проблемным вопросам применения данных геотермии в изучении арктических районов Западной Сибири и оценки ресурсного потенциала нефтематеринских свит.

Доклад Искоркиной А.А. и Исагалиевой А.К. освятил вопросы выработки параметров учета мезозойско-кайнозойского хода температур на земной поверхности и неоплейстоценовой толщи мерзлоты в схемах расчета геотермического режима материнских баженовских отложений на примере нефтегазовых месторождений Ямала.

В докладе Стоцкого В.В. и Прохоровой П.Н. изложены результаты палеотемпературного анализа южного сегмента Колтогорско-Уренгойского палеорифта на предмет распределения плотности генерации нефтей баженовской свиты, как сланцевой формации.

Верхнеюрская баженовская свиты является основным источником формирования залежей углеводородов в ловушках верхнеюрского и мелового НГК арктического региона Западной Сибири. Вместе с тем, представляет интерес исследования геотермического режима нижнеюрской китербютской (тогурской) свиты, являющейся источником формирования залежей УВ в ловушках нижнеюрского и, возможно, доюрского НГК. В докладах Луновой Т.Е., Шакирова А. и Луновой Т.Е. показаны технология и результаты палеотемпературного анализа тогурской свиты, картирование плотности генерации тогурских нефтей и плотности

их аккумуляции в доюрских резервуарах, на примере Нюрольской и Усть-Тымской мегавпадин.

Доклад Байкежиной А.Ж. посвящен разработке газогидратной гипотезы выбросоопасных зон, весьма актуальной для арктических земель Западной Сибири.

Каждая из 2-х сессий геофизической секции предварялась *академическими лекциями* Ю.А. Попова, профессора Сколковского института науки и технологий, следующих тематик: «Эволюция геотермических методов и данных о тепловом режиме недр по итогам глубокого научного бурения», «Современная роль тепловой петрофизики при поисках, разведке и добычи углеводородов» [26].

*В резюме* работы геофизической секции было отмечено, что успешно развиваемая в последнее десятилетие томская школа палеотемпературного моделирования позволяет выделять перспективные для поисков углеводородные резервуары в глубоких горизонтах осадочных бассейнов Западной Сибири, слабо вовлеченных в промышленную эксплуатацию,

#### Литература

1. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 5. – С. 8–17.
2. Конторович А.Э. Проблемы реиндустриализации нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. – 2016. – №3. – С.14–15.
3. Veselov O.V., Kozlov D.N. Geothermal and bathymetric surveys of Brouton Bay (Uratman Volcano, Simushir I., Kuril Islands) // Journal of Volcanology and Seismology. – 2014. – Vol. 8. – no. 4. – pp. 250–259.
4. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
5. Golovanova I.V., Sal'manova R.Yu., Tagirova Ch.D. Method for deep-temperature estimation with regard to the paleoclimate influence on the heat flow// Russian Geology and Geophysics. – 2014. – vol. 55. – no 9. – pp. 1426–1435.
6. Горнов П.Ю., Горошко М.В., Малышев Ю.Ф., Подгорный В.Я. Геотермические разрезы земной коры области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов и смежных платформ // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 5. – С. 630–647.
7. Demezhko D.Yu., Gornostaeva A.A. Reconstructions of long-term ground surface heat flux changes from deep-borehole temperature data // Russian Geology and Geophysics. – 2014. – Vol. 55. – No 12. – pp. 1841–1846.
8. Дучков А.Д., Соколова Л.С., Аюнов Д.Е., Ян П.А. Теплопроводность пород баженовской свиты Салымского района (Западно-Сибирская плита) // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – № 7. – С. 1367–1380.
9. Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Тепловое поле и нефтегазоносность молодых плит СССР. – М.: Недра, 1986. – 222 с.
10. Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. – Минск: Экономпресс, 2013. – 260 с.
11. Isaev V.I., Lobova G.A., Osipova E.N. The oil and gas contents of the Lower Jurassic and Achimovka reservoirs of the NyuroI'ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. - 2014. – vol. 55. – pp. 1418–1428.
12. Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Malyshev N.A, Safronov P.I., S.A. Gus'kov S.A., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kim N.S, V.A. Kontorovich V.A, Kostyreva E.A.,

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ  
И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

---

- Melenevsky V.N., Livshits V.R., Polyakov A.A., Skvortsov M.B. Historical-geological modeling of hydrocarbon generation in the mesozoic–cenozoic sedimentary basin of the Kara sea (basin modeling) // *Russian Geology and Geophysics*. – 2013. – vol. 54. – No 8. – pp. 1179–1226.
13. Kutas R.I. Heat flow, radiogenic heat and crustal thickness in southwest U.S.S.R. // *Tectonophysics*. – 1984. - Vol. 103. – no. 1-4. – pp. 167-174.
  14. Kutas R.I., Kobolev V.P., Tsvyashchenko V.Y., Bevzyuk M.I., Kravchuk O.P. Results of heat flow measurement in the NW sector of the Black Sea basin // *Geophysical Journal*. – 1999. - Vol. 19. – no. 2. – pp. 289-308
  15. Kutas, R.I., Poort, J. Regional and local geothermal conditions in the northern Black Sea // *International Journal of Earth Sciences*. – 2008. - Vol. 97. – no. 2. – pp/ 353–363.
  16. LoboVA G. A., Isaev V. I., Fomin A. N., Stotsky V. V. Searches Shale Oil in Western Siberia // *International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2016): Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining: Conference Proceedings, Albena, 28 June–7 July 2016*. – Sofia: STEF92 Technology Ltd, 2016. – Vol. 1–3 – pp. 941–948.
  17. Лопатин Н.В. Концепция нефтегазовых генерационно-аккумуляционных систем как интегрирующее начало в обосновании поисково-разведочных работ // *Геоинформатика*. – 2006. – № 3. – С. 101–120.
  18. Starostenko V.I., Dolmaz M.N., Kutas R.I., Rusakov O.M., Oksum E., Hisarli Z.M., Okyar M., Kalyoncuoglu U.Y., Tutunsatar H.E., Legostaeva O.V. Thermal structure of the crust in the Black Sea: comparative analysis of magnetic and heat flow data // *Marine Geophysical Research*. – 2014. – Vol. 35. – no. 4. – pp. 345–359.
  19. Iskorkina A.A., Isaev V. I., Fomin A. N. Influences of Neo-Pleistocene permafrost on thermal history of petromaternal Lower Jurassic Togur suite (Tomsk region) // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 43 (2016) 012017 – <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/43/1/012009/pdf>
  20. Курчиков А.Р., Ставицкий Б.П. Геотермия нефтегазоносных областей Западной Сибири. – М.: Недра, 1987. – 134 с.
  21. Kurchikov A. R. The geothermal regime of hydrocarbon pools in West Siberia. *Russian Geology and Geophysics*. – 2001. – vol. 42. – no 11–12. – pp. 678–689.
  22. Курчиков А.Р., Бородкин В.Н. Термобарическая и палеотектоническая характеристика клиноформных образований ачимовской толщи севера Западной Сибири в связи с нефтегазоносностью // *Горные ведомости*. – 2010. – № 3. – С. 16–35.
  23. Хуторской М.Д., Подгорный Л.В., Супруненко О.И., Ким Б.И., Черных А.А. Термографическая модель и прогноз нефтегазоносности осадочного чехла шельфа моря Лаптевых // *Доклады Академии Наук*. – 2011. – Т. 440. – № 5. – С. 663–668.
  24. Хуторской М.Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Подгорных Л.В., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.
  25. Никитин Д.С., Иванов Д.А., Журавлев В.А., Хуторской М.Д. Объемная геолого-геотермическая модель осадочного чехла северо-восточной части Баренцевоморского шельфа в связи с освоением ресурсов углеводородов // *Георесурсы*. - 2015. - № 1. - С. 13-19.
  26. Попов Ю.А., Попов Е.Ю., Чехонин Е.М., Габова А.В., Ромушкевич Р.А., Спасенных М.Ю., Заграновская Д.Е. Исследования баженовской свиты с

применением непрерывного профилирования тепловых свойств на керне // Нефтяное хозяйство. – 2017. - № 2. – С. 22-27.

**ГАЗОГИДРАТНАЯ ГИПОТЕЗА ПРИЧИН ВЫБРОСОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ПРОБЛЕМА ИХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА**

**А. Ж. Байкенжина<sup>1</sup>**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОО «Азимут Геология», Караганда, Казахстан

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Введение**

В настоящее время значительное число исследований направлено на изучение проблемы, связанной с выбросоопасностью угольных пластов. Происходят опасные газодинамические явления, выраженные во внезапных выбросах угля, породы и газа, газовыделениях, превышающих обычное, неожиданных обрушениях кровли. Эти явления происходят в различных условиях: при вскрытии и разработке угольных пластов, выемке угля разными способами, при различной мощности пластов, пологом или крутом углах их падения и различной степени метаморфизма углей.

Карагандинский угольный бассейн является одним из наиболее опасных по внезапным выбросам угля и газа в странах СНГ. Вместе с тем, земли этого угольного бассейна достаточно хорошо изучены и могут служить полигоном для проверки гипотез о причинах формирования выбросоопасных зон, в том числе *и газогидратной гипотезы, весьма актуальной для угольных месторождений Арктики.*

**Зоны горно-геологических нарушений и напряженно-деформированного состояния массива**

Полагается, что одними из важнейших факторов возникновения внезапного выброса угля и газа являются изменение строения пласта и структуры угля в пласте. Анализируя сведения о выбросах угля и газа происшедших в шахтах Карагандинского бассейна можно отметить, что в 91% случаев выбросам были подвержены угольные пласты, мощность которых составляет 3,5 м и выше. Такие выбросоопасные пласты как К<sub>10</sub>, К<sub>12</sub> и Д<sub>6</sub> в местах выбросов имеют среднюю мощность от 5,2 до 8,3 м.

Различные слои в угольном пласте могут существенно отличаться по физико-механическим свойствам. Эта неоднородность может еще более усилиться под действием тектонических движений вдоль угольных пластов, создающих различную степень препаляции для отдельных прослоев, которая оказывает значительное влияние на устойчивость угольных пластов [1].

Отмечается также приуроченность выбросов угля и газа к таким тектонически препаированным участкам как раздувы и пережимы мощности угольных пластов, возникшие в результате перераспределения угольного вещества в процессе тектонических подвижек. В подобных условиях произошли выбросы на шахте «Казахстанская» 4.03.1977 и 25.11.89 г. на пластах т<sub>1</sub> и д<sub>6</sub>, соответственно. В первом случае на глубине 469 м от поверхности в месте выброса наблюдался раздув пласта т<sub>1</sub>, а также частичный размыв с нарушением его структуры. Во втором случае выработка по пласту д<sub>6</sub> проводилась в зоне геологических нарушений. После пересечения сброса с амплитудой 2,5 м наблюдалось

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

постепенное уменьшение мощности пласта  $d_6$  с 5,5 м до 2,0 м на протяжении 25 м от сброса. Выброс угля и газа произошел на глубине 478 м в зоне раздува пласта (8 м) за счет резкого увеличения мощности перемятой нижней пачки пласта [2]. Основной из причин этого выброса угля и газа является выход забоя штрека из зоны утонения пласта и внезапный вход в зону его раздува.

Многие исследователи Карагандинского, Кузнецкого, Донецкого бассейнов отмечают локальность выбросоопасности и её тесную связь с тектонической нарушенностью угольных пластов. Важность тектонического фактора практически не вызывает сомнений.

### **Гидраты метана как причина возникновения выбросоопасных зон**

Вместе с тем, существуют гипотезы о нахождении метана в угольных пластах в виде газовых гидратов. Согласно этим гипотезам, из-за термических, механоэмиссионных и других процессов при разрушении массива возникают условия для фазового перехода метана в газовое состояние, что создает выбросоопасную ситуацию в шахте [3].

Образованию газовых гидратов способствует широко распространенное субквально-микробальное генерирование метана в придонных отложениях и связывание его в гидрат в местах концентрации. Для того чтобы образующийся газ не уходил из отложений в результате диффузий, необходима достаточная скорость его генерации и достаточное количество органического вещества, захороненного в осадках и условия для образования газовых гидратов: подходящие термобарические условия, наличие гидратообразующего вещества (в нашем случае метан) и вода [4]. Учитывая термобарические условия Карагандинского угольного бассейна, можно предполагать, что в период формирования угольных свит имелись условия для возникновения метаногидратов в породном массиве.

Вероятно, под воздействием внешних факторов газогидрат, заключенный в замкнутом пространстве начинает распадаться, создавая в имеющемся свободном пространстве (полостях и порах) повышенное давление, которое не может расти беспредельно, и наступает момент, когда при достижении некоторой величины давления газа дальнейшее разложение метаногидрата останавливается. *При вскрытии полости, содержащей метаногидрат, происходит резкое падение давления, при котором оставшийся газогидрат распадается.*

На основании вышеизложенного можно предполагать, что гидраты метана могут быть причиной возникновения высоких давлений в изолированных полостях горного массива, а их наличие дает возможность обосновать источник громадных выбросов газа, не соответствующий газоносности выбрасываемого угля [5].

### **Заключение**

На сегодняшний день вопрос о геофизическом прогнозировании зон горно-геологических нарушений, с одновременным учетом газового фактора, является весьма актуальным и находится в стадии научного поиска.

### Литература

1. Иванов Б.И., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства выбросоопасных угольных пластов. – М.: Наука, 1979. – 195 с.
2. Айруни А.Т. и др. Проблемы разработки метаноносных угольных пластов, промышленного извлечения и использования шахтного метана в Карагандинском бассейне. – М.: Изд-во АГН России, 2002. – 320 с.
3. Кэрролл Джон. Гидраты природного газа: перевод с английского - М.: ЗАО



- «Премииум Ижиниринг», 2007. – 316 с.
4. Воробьев А.Е., Малюков В.П. Газовые гидраты. Технологии воздействия на нетрадиционные углеводороды. Учебное пособие. – М.:РУДН, 2007. 273 с.
  5. Байкенжина А.Ж. К теории образования выбросоопасных зон угольных пластов // Труды КарГТУ. – 2010. – № 3 (40) – С. 109–110.

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РОССИЙСКОГО ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

**Д.А. Бычкова**

Научный руководитель доцент И.В. Быстрова  
*Астраханский государственный университет,  
г. Астрахань, Россия*

Перспективность Баренцевоморского шельфа на жидкие углеводороды доказана открытием нескольких крупных месторождений и залежей, среди которых уникальные по запасам являются Штокмановское и Лудловское месторождения. Зона накопления преимущественно нефтяных углеводородов приурочена к Северо-Баренцевой зоне поднятий. А газогенерации углеводородов – к бортовым частям очагов газогенерации. Изучение акватории Баренцева моря началось с 60-х годов прошлого века. Первыми были исследованы участки шельфа вблизи уже открытых месторождений, при этом склоны глубоководных впадин и окраины шельфа оставались малоизученными [1].

С 70-х годов и по настоящее время активизировались геолого-геофизические исследования региона. Гравиразведка и магниторазведка проводилась экспедициями ЦНИИГАиК, МАГЭ ПГО «Севморгеология», ВНИИОкеанология и охватила значительную территорию шельфа. Приведены площадные набортные и авиадесантные в комплексе с гидромагнитными исследования на отдельных региональных профилях. Была выполнена надводная гравиметрическая съемка Баренцева моря масштаба 1:1000000, проведено обобщение материалов магнитных и гравиметрических съемок. Это позволило Морской арктической геологоразведочной экспедиции (МАГЭ) провести комплексные исследования, включавшие гравиразведку и магниторазведку в северной и юго-восточной частях Баренцева моря. С 1977 года МАГЭ были выполнены региональные комплексные геолого-геофизические работы и сейсморазведка среднего и крупного масштаба (трестом «Севморнефтегеофизика»). На базе полученных результатов были построены структурные карты, что позволило выявить ряд локальных поднятий перспективных в нефтегазоносном отношении.

В последующие годы (1985-1991 гг.) сейсморазведочные работы на Баренцевоморском шельфе были приурочены к центральным и южным областям.

Значительная часть средств использовалась для широкоугольного глубинного сейсмического профилирования. В начале 2000-х годов в Баренцевом море начала внедряться и в дальнейшем реализовываться программа по созданию государственной сети опорных геолого-геофизических профилей. Проведенные исследования глубинного сейсмического зондирования позволили создавать модели глубинного геологического строения шельфа и активизировать проведение дополнительные сейсмические работы в наименее изученной северной части Баренцева моря. В 1981 году было начато поисково-разведочное бурение на шельфе Баренцева моря ПО «Арктикморнефтегазразведка» [3].

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

---

В 1982 году первая скважина 21-Мурманская на глубине 1609 м вскрыла на забое среднеюрские отложения. В 1983 году на глубине 2914 м была пробурена скважина Мурманская-22. При ее испытании были получены промышленные притоки газа из продуктивного нижнетриасового горизонта из интервала 2542-2562 м (дебит 144 тыс. м<sup>3</sup>/сут). В следующем году в скважине 23 (глубина 3545 м) был получен приток газа из интервала 2717-2785 м (дебит 746 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

На Штокмановско-Лунином пороге (прогиба Восточно-Баренцевского мегапрогиба) в 1988-1991 гг. четыре структуры были введены в поисковое бурение. На трех из них были открыты месторождения. А первая бурящаяся (Лунинская) поисковая скважина была законсервирована на глубине 1405 м из-за отсутствия финансовых средств. В это же время начато бурение новых 12 скважин, закончено – 11 скважин, из них на восьми получены промышленные притоки газа, а две скважины, перспективы которых подтверждены по керну и каротажу, находятся в состоянии ожидания.

На Российском шельфе Баренцева моря пробурено значительное количество скважин, где отмечены многочисленные газо- и нефтепроявления: Адмиралтейская-1, Ахматовская-1, Ферсмановская-1, Лудловская-1,2,3, Штокмановская-1,2,3,4,5,6,7 и открыты крупные месторождения: Штокмановское, Ледовое, Лудловское, Мурманское, Северо-Кильдинское.

Мурманское газовое месторождение открыто в 1983 г. Оно расположено в южной части Баренцева моря, в независимой зоне и имеет определенное стратегическое значение, так как находится относительно близко от Мурманска, в незамерзающей части Баренцева моря [4].

В тектоническом отношении рассматриваемое месторождение расположено в юго-западной бортовой части Южно-Баренцевской синеклизы. На месторождении пробурено 9 скважин. Максимальная глубина одной из них (скв. 24) 4373 м. Промышленная газоносность связана с отложениями среднего и нижнего триаса. Выделены 4 продуктивных горизонта. Средняя глубина залегания продуктивных пластов составляет 2500–2750 м. Пласты характеризуются невыдержанностью толщин, вплоть до выклинивания. Продуктивные горизонты испытывались в шести скважинах. При испытании в 14 объектах опробования получены промышленные притоки газа. Максимальный дебит – 4 740 тыс. м<sup>3</sup>/сут на штуцере 22 мм, минимальный – 30 м<sup>3</sup>/сут. Газ сухой, метановый, низкоазотный, бессернистый, низкоуглекислый, с высокой теплотворной способностью [2].

Однако, несмотря на активизацию геологоразведочных работ, обширные территории шельфа Баренцева моря все еще остаются слабоизученными и остро нуждаются в дополнительном изучении.

### Литература

1. Новиков Ю.Н., Гажула С.В. Новиков Ю.Н., Гажула С.В. Особенности оценки месторождений углеводородного сырья арктического шельфа России и их переоценки в соответствии с новой классификацией запасов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2008. - Т.3. - №1. – С. 1-19
2. Ткаченко М.А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юрского комплекса центральной части Восточно-Баренцевского мегапрогиба: Дис. на соискание канд. геол.-мин. наук. М., 2014. - 159 с.

3. Холодиллов В.А. Геология, нефтегазоносность и научные основы стратегии освоения ресурсов нефти и газа Баренцева и Карского морей // Дис. на соискание канд. геол.-мин. наук. - Москва, ООО «Газфлот», 2006 г., 217 с.
4. Vjoroy M., Hall P.B., Ferriday I.L., Mork A. Triassic source rocks of the Barents Sea and Svalbard. Search and Discovery article 10219, 2010

**ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**А.А. Искоркина<sup>1</sup>, А.К. Исагалиева<sup>2</sup>**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Казахский национальный исследовательский технический университет,  
г. Алматы, Казахстан*

**Введение**

В нашей работе [1] исследовалось влияние *векового хода температур на поверхности Земли*, а также *неоплейстоценовой мерзлоты* на термическую историю и реализацию нефтегенерационного потенциала материнских баженовских отложений *южной палеоклиматической зоны Западной Сибири*.

*Цель настоящих исследований* – оценить влияние мезозойско-кайнозойского хода температур на земной поверхности и неоплейстоценовой толщ мерзлоты на расчетный геотермический режим баженовских отложений *северной палеоклиматической зоны Западной Сибири* (на примере Арктического нефтегазового месторождения Южного Ямала).

**Объект и методика исследований**

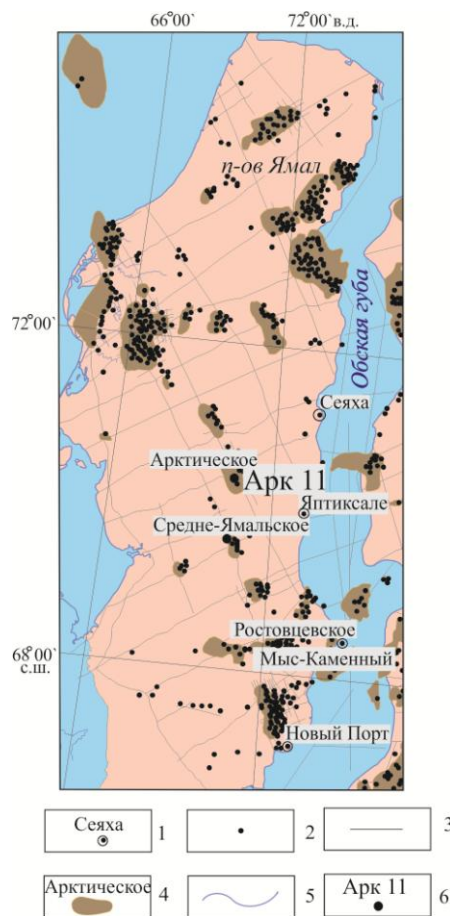
Моделирование [2] палеогеотемпературных условий баженовских отложений выполнено для скважины 11 (рисунок).

Генерационный потенциал баженовских отложений в разрезе Ямала обусловлен содержанием РОВ гумусово-сапропелевого типа с достаточно высоким содержанием Сорг – от 1 до 2 % (ИНГГ СО РАН, 2016). По отражательной способности витринита (ОСВ) –  $R_{vt}^0 = 0,96\%$  – в пределах Арктической площади баженовская свита находится в конце главной зоны нефтеобразования.

Оценка выполняется на основе анализа варибельности результатов палеотемпературных реконструкций 4-х вариантов: *1 вариант* – без учета векового хода температур (ВХТ) на поверхности земли, без учета вечной мерзлоты (ВМ); *2 вариант* – с учетом «стандартного» ВХП [3], без учета ВМ; *3 вариант* – с учетом «арктического» ВХТ, без учета ВМ; *4 вариант* – учет «арктического» ВХТ, учет ВМ. «Арктический» ВХТ и вековой ход неоплейстоценовой ВМ построены нами на основе анализа и обобщения данных 50 научных публикаций [4].

Основным критерием адекватности и предпочтительности результатов из четырех вариантов выступает согласованность максимума расчетных геотемператур с «наблюденными» температурами «максимального палеотермометра» – с температурами, определенными по ОСВ. В той же степени важна согласованность («невязка») расчетных геотемператур и с «наблюденными» пластовыми температурами. *Оптимальная «невязка»* – это средняя квадратичная разность расчетных и наблюдаемых значений, равная погрешности «наблюдений» [5]. Эта погрешность порядка  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ



**Обзорная схема территории исследований: 1 – населенный пункт и его название; 2 – поисково-разведочная скважина; 3 – сейсмический профиль работ МОГТ 2D; 4 – контур месторождения и его название; 5 – гидрография и береговая линия; 6 – моделируемая скважина Арктическая 11 и ее индекс**

### Результаты

При учете «арктического» векового хода температур и *толщи плейстоцен-четвертичной мерзлоты* получаем оптимальную (по «невязке») и наиболее «богатую» термическую историю нефтематеринских отложений. Поэтому, рекомендуется при расчете ресурсов углеводородов объёмно-генетическим методом (бассейновое моделирование) на землях арктического региона Западной Сибири применять «арктический» вековой ход температур и учитывать динамику толщи неоплейстоценовой мерзлоты.

### Литература

1. Искоркина А.А., Исагалиева А.К., Исаева О.С., Косыгин В.Ю., Исаев В.И. Позднечетвертичная вечная мерзлота как фактор геотермического режима и реализации нефтегенерационного потенциала баженовской свиты (Томская и Новосибирская области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 6-23.

2. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
3. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
4. Искоркина А.А. Палеоклиматические факторы реконструкции термической истории нефтематеринской баженовской свиты арктического региона Западной Сибири // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов – 2016. – Т. 327. – № 8. – С. 59-73.
5. Старостенко В.И. Устойчивые численные методы в задачах гравиметрии. – Киев: Наук. думка, 1978. – 228 с.

### ЗОНАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НЕФТЕНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКОГО РЕЗЕРВУАРА НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ

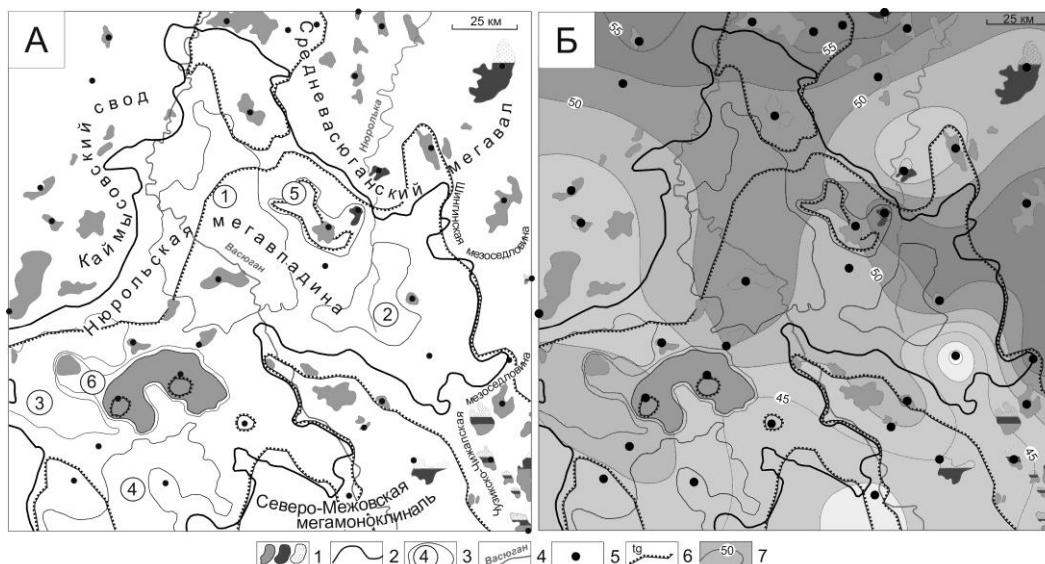
Т.Е. Лунёва

Научный руководитель доцент Г.А.Лобова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

#### Введение

Территория исследования расположена на левобережье р. Оби, в пределах которого располагаются основные разрабатываемые месторождения Томской области (рис.1А). Трудноизвлекаемые запасы палеозойских резервуаров в пределах Нюрольской мегавпадины и обрамляющих ее структур являются перспективными объектами воспроизводства и наращивания ресурсной базы в этом регионе.



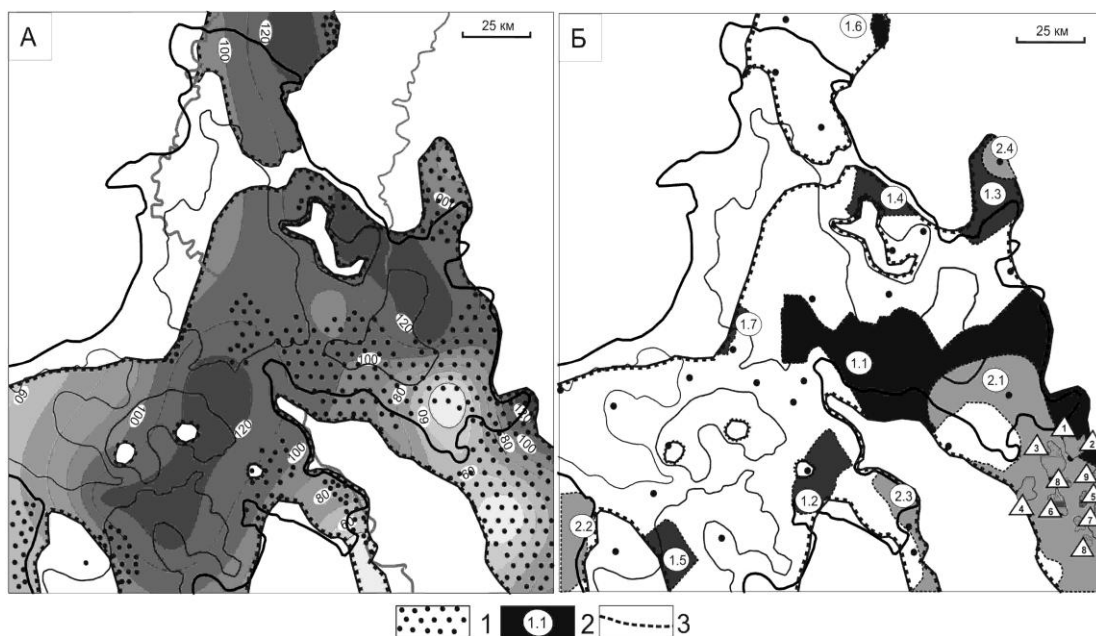
**Рис. 1. Схематические карты нефтегазоносности (А) и распределения значений плотности теплового потока из основания осадочного чехла (Б) Нюрольской мегавпадины. 1 – месторождения: а – нефтяное, б – конденсатное, в – газовое; 2 – граница Нюрольской мегавпадины; 3 – структура III порядка и ее номер; 4 – речная сеть; 5 – скважина палеотемпературного моделирования; 6 – граница зоны распространения тогурской свиты; 7 – изолинии значений расчетной плотности теплового потока, мВт/м<sup>2</sup>. Структуры III порядка: 1 – Кулан-Игайская впадина, 2 – Тамрадская впадина, 3 – Осево́й прогиб, 4 – Тамянский прогиб; 5 – Фестивальный вал, 6 – Игольско-Таловое куполовидное поднятие**

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Экспериментальные исследования [1] показали, что основным источником углеводородов для палеозойского резервуара являются нижнеюрские тогурские отложения. Восстановление плотности глубинного теплового потока (рис. 1Б), катагенетических условий и времени существования очагов генерации в материнских отложениях [2] позволило определить плотность генерации тогурских нефтей, а наличие резервуаров для аккумуляции образующихся углеводородов дало возможность установить перспективы исследуемой территории.

### Районирование территории

Учитывая петротипы палеозойских отложений и наличие разломной тектоники, на схематическую карту распределения значений плотности генерации тогурских нефтей вынесены зоны с улучшенными ФЭС (рис. 2А). В пределах зоны распространения улучшенных ФЭС изолинией 90 у.е. выделяются земли перспективные. С учетом плотности генерации УВ и площади распространения этих земель оконтурены и проранжированы перспективные районы (рис. 2Б).



**Рис. 2. Схема соотношения распределения значений плотности генерации тогурских нефтей (изолинии, усл. ед.) и качества коллекторов в резервуаре палеозоя (А) и схема выделения первоочередных районов для поисков залежей углеводородов в отложениях палеозоя (Б). К рисунку А: 1 – зоны коллекторов палеозоя с улучшенными ФЭС. К рисунку Б: 2 – перспективный район, номер ранжирования (интенсивность закрашки пропорциональна степени перспективности района); 3 – границы районов. Остальные условные обозначения те же, что на рис. 1**

### Заключение

Первоочередными землями для изучения и освоения резервуара палеозоя Нюрольской мегавпадины является район 1.1, который выделяется не только высокой плотностью генерации тогурских нефтей, но и улучшенными ФЭС пласта М<sub>1</sub>. Он охватывает южные борта Кулан-Игайской, Тамрадской впадин, восточную часть Чузыкско-Чижапской мезоседловины.

### Литература

1. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Лобова Г.А., Жильцова А.А., Кузина М.Я. Поисковая геохимия по ароматическим углеводородам и модель межпластовой

- вертикальной миграции нефтяных углеводородов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – № 12. – С. 30–36.
2. Лобова Г.А., Власова А.В. Реконструкция геотермического режима материнской тогурской свиты и обоснование районов аккумуляции нефти в нижнеюрских и палеозойском комплексах Нюрольской мегавпадины // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8 – №2. – [http://www.ngtp.ru/rub/6/15\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/6/15_2013.pdf).

**ЗОНАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ (ЮЖНЫЙ СЕГМЕНТ КОЛТОГОРСКО-УРЕНГОЙСКОГО ПАЛЕОРИФТА)**

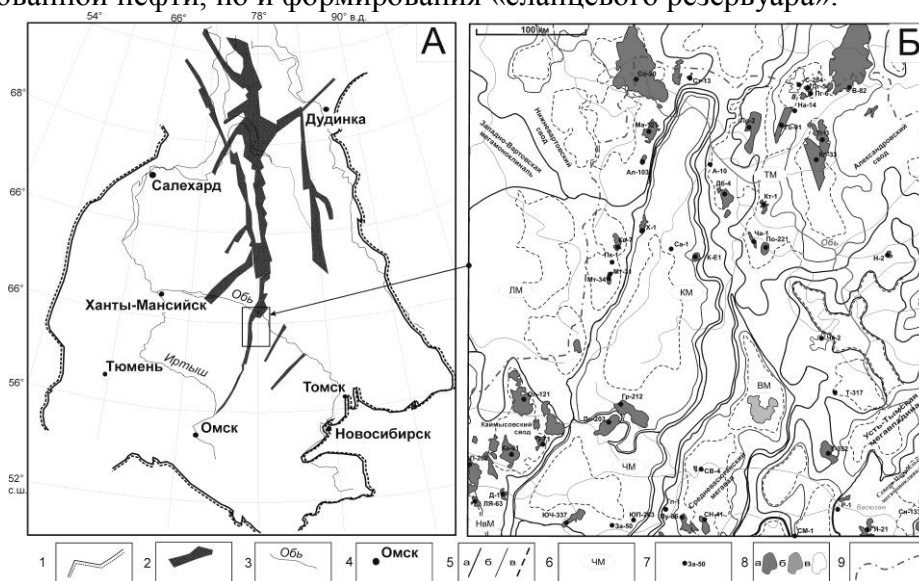
**В.В. Стоцкий, П.Н. Прохорова**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

**Введение**

Было принято [1], что основные объемы нефти, генерированной и аккумулярованной *in situ* локализируются там, где материнские отложения находятся/находились в катагенетической *главной зоне нефтеобразования* – очаге интенсивного пиролиза. Вместе с тем, происходят и текстурно-структурных преобразования пород нефтематеринской свиты в очаге пиролиза. В процессе пиролиза керогена формируется вторичное пустотное пространство, которое называют «органической пористостью» [2]. Поэтому температурный режим материнских отложений становится ключевым фактором не только объемов генерированной нефти, но и формирования «сланцевого резервуара».



**Рис.1. Схемы положение территории исследования (А) и ее нефтегазоносности (Б): 1 – граница Западно-Сибирской плиты; 2 – грабен-рифты; 3 – речная сеть; 4 – населенные пункты; 5 – контуры тектонических элементов: а) надпорядковые и I-го порядка; б) II-го порядка; в) III-го порядка; 6 – условный индекс структур II порядка; 7 – скважина палеотемпературного моделирования и ее условный индекс; 8 – месторождение углеводородов: а) нефтяное; б) газоконденсатное; в) нефтегазоконденсатное; 9 – граница Томской области.**

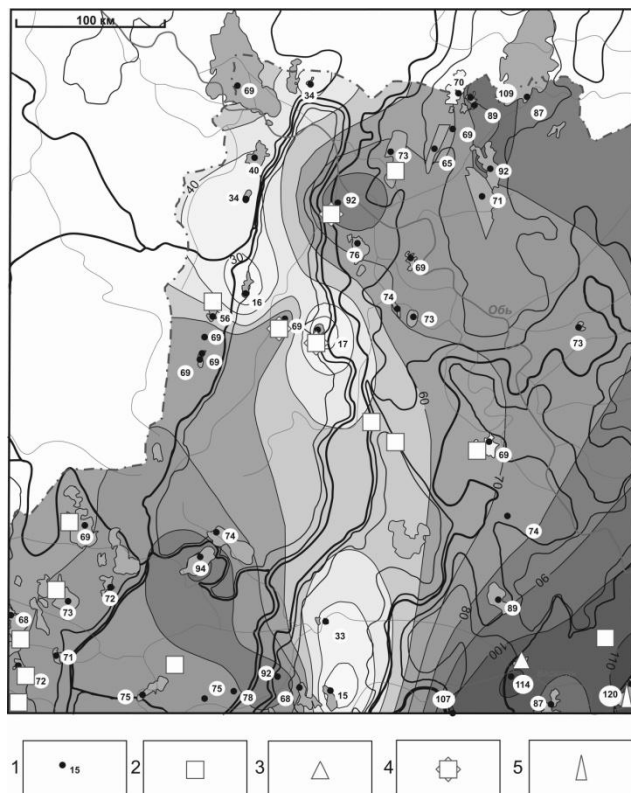


## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Территория исследований включает южный сегмент Колтогорско-Уренгойского палеорифта, имеющего широкое распространение в арктической зоне (рис. 1А).

### Палеотемпературное моделирование и районирование

Для восстановления тектонической и термической истории баженовских отложений применен метод палеотемпературного моделирования [3]. Для анализа территории по плотности генерации баженовских нефтей используется расчетный интегральный показатель  $R$  [1]. Путем интерполяции значений интегрального показателя  $R$  построена схематическая карта (рис. 2).



*Рис. 2. Схематическая карта распределения плотности генерации баженовских нефтей, усл. ед.: 1 – скважина и значение плотности генерации; площади с прямыми признаками нефтеносности баженовской свиты: 2 – признак по керну; 3 – признак при испытании скважин; 4 – признаки при испытании и по керну; 5 – месторождение Снежное (пласт Ю<sub>0</sub>).  
Остальные те же, что на рис. 1*

Перспективные земли представлены следующими районами: северо-западный склон Северо-Парабельской мегамоноклинали, северо-восточный склон Каймысовского свода, Черемшанская мезоседловина и Трайгородский мезовал. В центральной части Колтогорского мезопроггиба отмечается пониженная плотность генерации баженовских нефтей.

### Литература

1. Lobova G., Isaev V., Fomin A., Stotsky V. Searches shale oil in Western Siberia // 16 th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016, 30 June – 6 July, 2016, Albena, Bulgaria. С. 941-948.
2. Морозов Н.В., Беленькая И.Ю., Жуков В.В. 3D моделирование углеводородных систем баженовской свиты: детализация прогноза физико-химических свойств углеводородов // ПРОНЕФТЬ. – 2016. – вып. 1. – С. 38-45.
3. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.

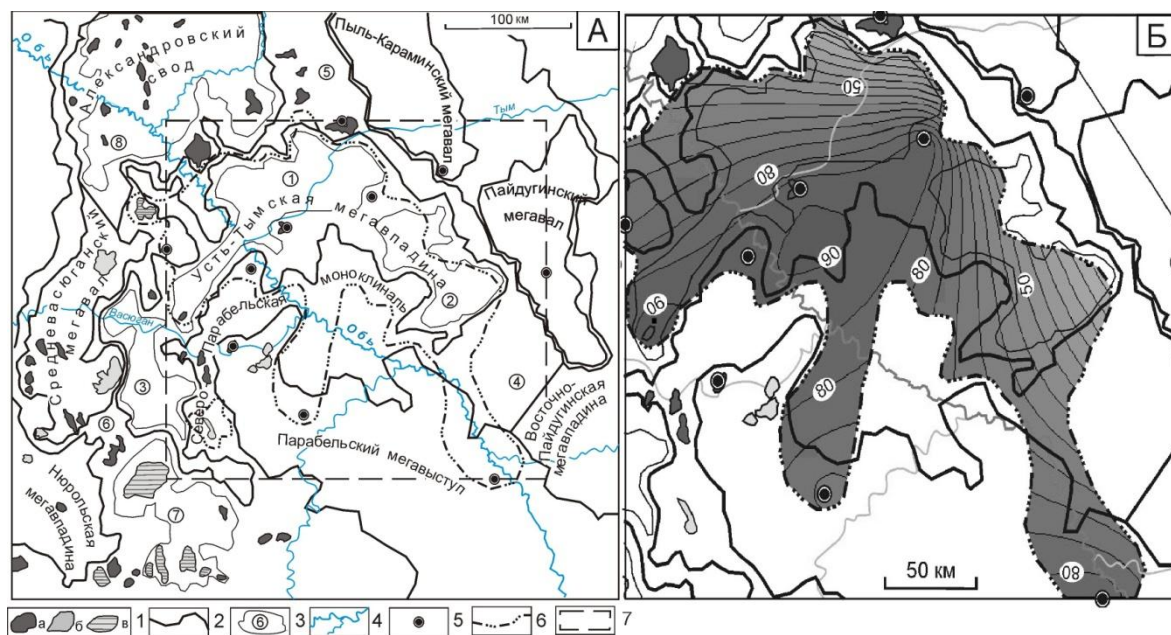
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕФТЕНОСНОСТИ ДОЮРСКОГО РАЗРЕЗА  
УСТЬ-ТЫМСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ

А.Б. Шакиров, Т.Е. Лунёва

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия

Усть-Тымская мегавпадина располагается в северо-восточной части Томской области (рис. 1А). Основной нефтепроизводящей толщей для доюрского, нижнеюрского и среднеюрского НГК является *тогурская свита* [1]. Она распространена в центральных и восточных частях мегавпадины и в Северо-Парабельской мегамоноклинали, а также заливообразно, «языками» – в северной и юго-восточной части Парабельского мегавыступа.



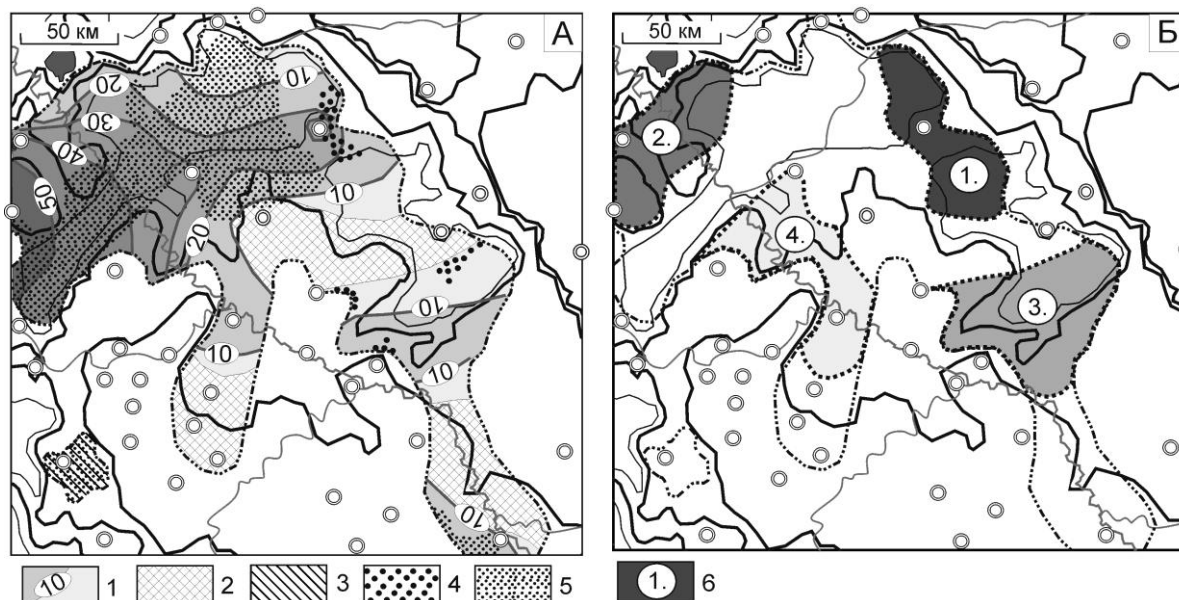
**Рис. 1. Обзорная структурно-тектоническая схема территории исследования (А) и схематическая карта распределения значений плотности генерации тогурских нефтей, значения изолиний в условных единицах (Б): 1) месторождения: а – нефтяное, б – газовое, в – газоконденсатное; границы тектонических элементов: 2) I порядка, 3) II порядка и условный номер структуры; 4) речная сеть; 5) скважина палеотемпературного моделирования; 6) граница зоны распространения тогурской свиты; 7) контур построения карт. Структуры II порядка: 1 – Неготский мезопрогиб, 2 – Пыжинский мезопрогиб, 3 – Сампатский мезопрогиб, 4 – Зайкинская мезоседловина, 5 – Караминская мезоседловина, 6 – Шингинская мезоседловина, 7 – Пудинское мезоподняние, 8 – Трайгородский мезовал.**

На базе *палеотемпературного моделирования*, выполненного по методике В.И. Исаева [2], восстановлена термическая история отложений тогурской свиты, начиная с юрского времени. По геотемпературному критерию выделены и картированы палеочаги генерации нефтей, рассчитано *распределение плотности генерации тогурских нефтей* (рис. 1Б).

**Оценка распределения нефтеносности доюрского резервуара.** Используя карту распределения плотности генерированных тогурских нефтей (рис. 1Б) и карту

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

толщин отложений коры выветривания (рис. 2А), построена схематическая карта распределения плотности аккумуляции тогурских нефтей в резервуаре коры выветривания (рис. 2А). Выделение первоочередных участков для поисков проводим с учетом качества коллектора в резервуаре (рис. 2Б).



**Рис. 2. Схема соотношения распределения толщин коры выветривания и качества коллекторов (А) и схема выделения первоочередных участков для поисков залежей углеводородов в отложениях коры выветривания (Б) Усть-Тымской мегавпадины. К рисунку А: 1) изолинии плотности генерации нефтей, усл. ед.; 2) зоны отсутствия коры выветривания в пределах распространения тогурской свиты; 3) зона отсутствия оценки плотности генерированных тогурских нефтей; 4) зоны коллекторов коры выветривания с улучшенными ФЕС; 5) зоны коллекторов коры выветривания с неблагоприятными ФЕС. К рисунку Б: 6) перспективный участок, номер ранжирования. Интенсивность закрашки площади участка пропорциональна степени перспективности земель.**

**Заключение.** Первоочередным объектом для опосредованного поиска на предмет открытия залежей в резервуаре коры выветривания определен северо-восточный борт Усть-Тымской мегавпадины – участок 1.1.

Полученные результаты еще раз говорят, что геотермия – это ценный геофизический метод как в региональных исследованиях, так и в прогнозно-поисковых работах [3].

### Литература

1. Костырева Е.А. Геохимия и генезис палеозойских нефтей юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. – 183 с.
2. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 172 с.
3. Хуторской М.Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Подгорных Л.В., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.



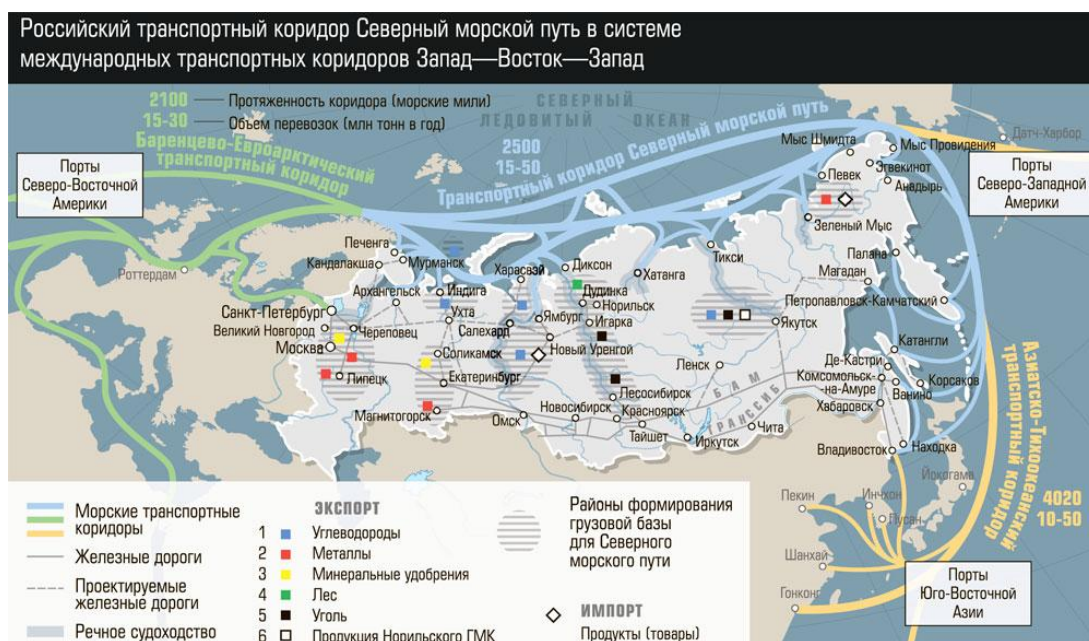


## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

месяца. В качестве эффекта от использования СМП отмечают такие, как, уменьшение количества топлива; снижение срока провоза грузов.

Для России СМП, как основной транспортный путь, имеет огромное значение особенно для тех областей, которые связываются с водами Ледовитого океана большие реки - Индигирка, Лена, Обь, Енисей, Хатанга и др. Это они принимают непосредственное участие в формировании СМП. Продолжительность передвижения судов по трассе Мурманск - Берингов пролив зависит от климатических условий и определенного маршрута. Для российского Севера СМП представляет благоприятные возможности для развития предпринимательства (как малого, так и крупного), и функционирование СМП для северян - вопрос выживания. Российская экономика не мыслима без ресурсов Арктики. Кроме того, на создание инфраструктуры и современной промышленности, ледокольного флота с системой его технического, навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения, способного обеспечить мощные объемы перевозок (до 7 тонн в год), затрачены огромные средства и людские ресурсы.

В настоящее время северный морской путь - это единственная и экономически выгодная перспектива для освоения природных запасов Севера, Сибири и Дальнего Востока (рис.2), которые по прогнозам специалистов станут XXI веке едва ли не единственной базой сырья планеты [2]. Транспортный коридор Северного морского пути охватывает месторождения угля в районе города Лесосибирск, Игарка, Якутск. Транспортирует древесину из районов города Дудинка, углеводороды из Ямбурга, Индиги, Якутска, Нового Уренгоя.



**Рисунок 2. Карта СМП в России. Ресурсы. Полезные ископаемые**

Роль и значение Северного морского пути, как транспортной магистрали, определялись потребностями промышленного освоения и успешного функционирования хозяйственных комплексов, прилегающих к трассе районов арктического побережья, как важнейшего фактора стабилизации экономики и обеспечения национальной геополитической и экономической безопасности России.

### Литература

1. Сайт Российская цивилизация в пространстве, времени и мировом контексте. Карта СМП [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://xn----ptbljed.xn--p1ai/node/900/>, свободный - Загл. с экрана (дата обращения: 1.03.2017).
2. Сайт Будущее Арктики. Перспективы развития СМП [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://xn----8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/perspektivy-razvitiya-severnogo-morskogo-puti/>, свободный - Загл. с экрана (дата обращения: 19.03.2017).

### **ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ АРКТИКИ**

**А.Е. Чистихин, Н.М. Космынина**

Научный руководитель доцент Н.М. Космынина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск Россия*

В Арктике содержится колоссальное количество неразработанных энергоресурсов — нефти и газа. Для России, с её сырьевой экономикой, арктический шельф — одно из наиболее перспективных направлений для восполнения запасов углеводородного сырья. Арктический шельф — крупный и до настоящего времени практически не использованный резерв нефтегазовой промышленности России, но без его освоения невозможно решить задачи Энергетической стратегии России до 2020 года [1].

На сегодняшний день в Арктической зоне добывается 10-ая часть общемировых объёмов нефти и 4-ая часть — природного газа. На Крайнем Севере страны сосредоточено около 80% всей арктической нефти и практически весь газ. За полярным кругом было открыто более чем 400 месторождений нефти и газа, на части из них активно ведётся добыча, однако большая часть еще не разработана. Среди крупнейших газовых российских месторождений — Штокмановское, Русановское и Ленинградское, расположенные в западной Арктике.

Недра Арктики содержат и дефицитные в России руды: важнейшие месторождения марганца — на Новой Земле, хрома — в Ямало-Ненецком АО и Мурманской области, титана — на Кольском полуострове. На шельфе и арктических архипелагах установлены запасы и прогнозные ресурсы всех категорий россыпного олова, золота, алмазов, марганца, полиметаллов, серебра, флюорита, поделочных камней, различных самоцветов. Общие кондиционные прогнозные ресурсы залегающих здесь углей оцениваются как минимум в 780 млрд т, из них 599 млрд т — энергетических и более 81 млрд т — коксующихся. Здесь же добывается 100% алмазов, сурьмы, апатита, флогопита, вермикулита, редких и редкоземельных металлов, 98% платиноидов, 95% газа, 90% никеля и кобальта, 60% меди и нефти.

Нефтяная и газовая отрасли промышленности, являясь основными производителями и поставщиками энергоресурсов, в то же время относятся к крупным потребителям электроэнергии.

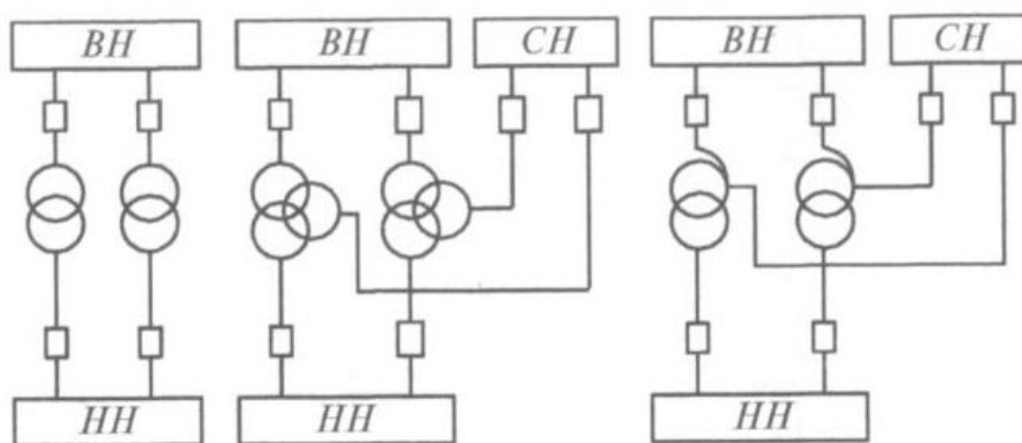
Примеры потребителей электроэнергии приведены ниже [2]:

- 1) нефтяные насосы с электродвигателями мощностью 200 кВт., напряжением 380В., установленные на открытой площадке;
- 2) блок - боксы с погружными насосами и с погружными электродвигателями мощностью, например, 90 кВт, напряжением 2300 В;
- 4) блок - боксы откачивающих насосов с электродвигателями мощностью 11 кВт., напряжением 380 В;

## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

- 5) водозаборные скважины с погружным насосом и с электродвигателями мощностью 16 кВт;
- 6) подземные емкости дренажные с электродвигателями, мощностью 18,5 кВт;
- 7) блоки дозированной подачи реагента мощностью 5,2 кВт;
- 8) блоки напорных гребёнок с щитовыми помещениями общей мощностью 12 кВт.
- 9) скважины с погружными насосами мощностью 5,5 кВт;
- 10) скважины со станком - качалками мощностью 18,5 кВт;
- 11) стационарные газоанализаторы (мощность около 5 Вт) для осуществления контроля при технологических измерениях состава газа и контроля выбросов в энергетике, металлургии, цементной промышленности, нефтехимии;
- 12) газовые тестовые сепараторы (мощность около 3кВт) для определения количества жидкости, которая добывается из нефтяной скважины;
- 13) газовый сетчатый сепаратор для полной очистки в промысловых установках попутного нефтяного и природного газа от жидкости, для подготовки газа к транспортировке, к хранению в подземных хранилищах и на газоперерабатывающих заводах;
- 14) подогреватель газа для автоматического поддержания необходимой температуры и для нагрева попутного нефтяного, природного и искусственного газов, которые не содержат агрессивных примесей, перед дросселированием на компрессорных станциях, на газораспределительных станциях, на магистральных газопроводах и для других потребителей теплого газа для увеличения надежности работы технологических инструментов (мощность может достигать нескольких МВт).

Электроснабжение потребителей осуществляется от подстанций, структурные схемы которых приведены на рис.1 [3].



**Рисунок 1. Структурные схемы подстанций**

На рисунке обозначены распределительные устройства ВН - высшего напряжения, СН-среднего напряжения, НН - низшего напряжения.

На РУ ВН электроэнергия по линиям электропередачи поступает от электростанций; от РУ СН и РУ НН происходит питание потребителей; на соответствующих напряжениях.

Связь между распределительными устройствами осуществляется с помощью силовых трансформаторов (двухобмоточных или трехобмоточных) или



трехобмоточных автотрансформаторов в зависимости от напряжений распределительных устройств.

### Литература

1. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка подпрограммы государственной программы Российской Федерации “Экономическое и социальное развитие Арктической зоны Российской Федерации на 2011—2020 годы” в Республике Саха (Якутия)» // <http://www.sakha.gov.ru/en/node/65700>
2. Пилясов А. Н. Контуры стратегии развития Арктической зоны России // Арктика: экология и экономика. — 2011. — № 1. — С. 38—47
3. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина. - Москва: Изд-во МЭИ, 2015. - 296 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ РОССИЙСКИХ ЛЕДОКОЛОВ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ**  
**Т. С. Шарыгина, Н. В. Толкачев, Н.М. Космынина**  
Научный руководитель доцент Н.М. Космынина  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,**  
**г. Томск, Россия**

В условиях обострившейся международной конкуренции в борьбе за ресурсы арктического шельфа существенно возрастает значение российского атомного ледокольного флота, как наиболее эффективного инструмента обеспечения транспортной и хозяйственно-экономической деятельности в Арктической зоне. Следует особо отметить, что только благодаря созданию мощных атомных ледоколов атомоходом «Арктика» (рис.1) в 1977 г. впервые в мире в активном плавании была достигнута географическая точка Северного полюса. К настоящему времени российские атомные ледоколы 65 раз посещали точку Северного полюса [1]



*Рисунок 1. Первый атомный ледокол "Арктика"*

## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Основными направлениями деятельности Росатомфлота (предприятие Госкорпорации «Росатом») являются:

- ледокольное обеспечение проводки судов в акватории северного морского пути (СМП) в замерзающие порты РФ;
- обеспечение проведения высокоширотных научно-исследовательских экспедиций; обеспечение аварийно-спасательных операций во льдах на акватории СМП и неарктических замерзающих морей.

Кроме того, компания выполняет техническое обслуживание и проведение ремонтных работ общесудового и специального назначения как для собственных нужд, так и для сторонних судовладельцев; участвует в выполнении работ по экологической реабилитации Северо-Западного региона России; а также осуществляет туристические круизы на Северный полюс, острова и архипелаги Центральной Арктики.

В ледоколах применяется, в основном, два типа судовых энергоустановок: дизель-электрические; атомные турбо-электрические [2].

Особенность дизель-электрических установок: - возможность изменения мощности; повышение маневренности; возможность автономной работы. Активное освоения ресурсов Сибири привело к необходимости навигации Северного морского пути в течение всего года. И здесь явное преимущество атомных ледоколов, которые могут работать в течение нескольких лет без дозаправки [2].

В состав атомного ледокольного флота (таблица.1) в настоящее время входят: два атомных ледокола с двухреакторной ядерной энергетической установкой мощностью 75 тыс. л.с. («Ямал», «50 лет Победы» - рис. 2), два ледокола с однореакторной установкой мощностью около 36 и 50 тыс. л.с. («Таймыр», «Вайгач»), атомный лихтеровоз - контейнеровоз «СМП» с реакторной установкой мощностью 40 тыс. л.с., атомный ледокол «Россия» с атомной турбоэлектрической установкой мощностью 75 тыс. л.с и 5 судов технологического обслуживания. Атомный ледокол «Советский Союз» находится в эксплуатационном резерве.

*Таблица 1*

### *Основные технические характеристики атомных ледоколов*

Название ледокола	Год постройки	Страна постройки	Водоизмещение, т	Мощность на валах, кВт
"Россия"	1985	СССР	23625	52800
"Советский союз"	1989	СССР	23460	52800
"Ямал"	1992	СССР	23460	52800
"50 лет Победы"	2007	СССР, Россия	211--	36000
"Таймыч"	1989	Финляндия, СССР	21100	36000
"Вайгач"	1990	Финляндия	21100	36000



Рисунок 2. Атомный ледокол “50 лет Победы”

### Литература

1. Российская и мировая атомная энергетика : учебное пособие для студентов вузов / В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов; Российская академия наук (РАН), Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (ИИЕТ) ; Гидропресс. Москва: Изд-во Московского гуманитарного ун-та, 2008. – 764 с.
2. Становление атомного комплекса Российской Федерации (историко-технический анализ конструкционных, технологических и материаловедческих решений) / В. М. Кузнецов; Институт истории естествознания и техники им. С. С. Вавилова РАН. – Москва: Изд-во МНЭПУ, 2006. – 340 с.

### ПРИМЕНЕНИЕ СУДЕН НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Л.Х. Тюлькин, П.И. Попов

Научный руководитель В. И. Хижняков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В настоящее время при строительстве и эксплуатации объектов нефтегазодобычи стоят следующие транспортные задачи:

1. Транспортировка грузов от судов, стоящих на рейде на расстоянии до 10–15 километров от берега, до места складирования на берегу.
2. Транспортировка грузов от места складирования до пунктов назначения.
3. Доставка грузов на объекты в прибрежной морской зоне и на шельфе.
4. Транспортировка ремонтных партий с техникой, инструментами и материалами к местам аварий, разливов нефти и т.п.
5. Доставка персонала на объекты нефтегазодобычи и транспортировки.

При этом должна быть обеспечена возможность круглогодичной эксплуатации, над водной поверхностью, сплошным, битым и торосистым льдом, над поверхностью суши, снежным покровом, над лугом, покрытым кочками и мелким кустарником, над болотом, при температуре наружного воздуха от  $-40$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ . Как показал сравнительный анализ, из всех видов транспорта (железнодорожный, автодорожный, водный, авиационный), только суда на воздушной подушке (далее СВП) способны обеспечить решение всего комплекса этих задач

## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

---

при реально существующих климатических и геологических условиях в районах Крайнего Севера, побережья и шельфа Арктических морей.

Использование СВП позволяет, минуя промежуточный склад, доставлять груз на монтажную площадку, причем эксплуатационный период увеличивается с 4-х до 8–9 месяцев.

Далее рассмотрим, что же такое СВН? СВН — тип судна с динамическим принципом поддержания, которое может двигаться с большой скоростью и над водой, и над твердой поверхностью на небольшом расстоянии над ним, на так называемой воздушной подушке, образованной нагнетаемым под днище воздухом.

Воздушная подушка — это слой сжатого воздуха под днищем судна, который приподнимает его над поверхностью воды или земли. Отсутствие трения о поверхность позволяет снизить сопротивление движению. От высоты подъема зависит способность такого судна двигаться над различными препятствиями на суше или над волнами на воде.

В воздушной подушке под днищем судна создается небольшое избыточное давление, превышающее атмосферное всего на 0,03—0,05 кгс/см<sup>2</sup>. Благодаря этому судно отрывается от поверхности, причем не имеет значения, что находится под судном — вода или земля, только в воде под судном на воздушной подушке образуется впадина, глубина которой составляет 10 см на каждые 0,01 кгс/см<sup>2</sup> избыточного давления воздуха в подушке.

Действие воздушной подушки тем больше, чем ближе судно к опорной поверхности. С увеличением высоты парения возрастает утечка больших масс воздуха из подушки, и мощность, необходимая для поддержания судна в режиме парения, растет. Минимальная высота парения судов обусловлена необходимостью преодоления морских волн. При длинных волнах и малых размерах судов на воздушной подушке это не составляет особой проблемы, так как в этом случае суда могут следовать за контуром волны.

Чтобы удерживать судно без движения над поверхностью воды, необходимо наличие воздушной подушки между днищем судна и поверхностью воды. Создание и сохранение воздушной подушки заслуживает особого внимания. Чтобы расход воздуха из подушки был как можно меньше, необходимо предельно сократить ее периметр при сохранении максимально возможной площади в плане. Это можно сделать, если придать днищу судна на воздушной подушке форму, максимально приближающуюся к форме круга или, по крайней мере, квадрата.

Основным преимуществом СВП является скорость. Также навигационный период данного вида флота полностью неограничен. Суда могут ходить и в летнее, и в зимнее времена года. Суда могут преодолевать уступы до 1,0 метра.

Все исследовательские работы направлены, прежде всего, на уменьшение мощности, требуемой для поддержания воздушной подушки.

Уникальные возможности СВП, прежде всего амфибийность, позволяет рассматривать эти транспортные средства, как одно из наиболее перспективных видов транспорта для районов Сибири, Крайнего Севера и мелководных шельфовых районов арктических морей.

С середины 60-х годов прошлого столетия в США и Канаде проводились исследования возможности эксплуатации СВП в Арктике. В процессе реализации этих исследовательских программ решались задачи изучения влияния условий окружающей среды, их влияние на эксплуатацию СВП, и исследование и разработка 223 для условий Арктики наиболее ответственных подсистем СВП (корпус, гибкое ограждение, система обнаружения препятствий и других).

На отдельных участках маршрута СВП перевозило грузы общей массой до 25 тонн (буровое оборудование, трубы, контейнеры, емкости с горючим, бульдозеры и др.). Был сделан вывод о возможности эксплуатации в арктических и субарктических районах в течение 8–9 месяцев в году. В декабре, январе и феврале эксплуатация становится слишком рискованной из-за темноты, туманов и снежных бурь. В 1970-е годы в СССР принцип воздушной подушки применялся на нефтяных месторождениях западной Сибири. Они позволили сделать вывод об уникальной проходимости КВП в таких условиях, в которых традиционные транспортные средства либо не могут эксплуатироваться, либо их возможности существенно ограничены. В то же время результаты испытаний выявили ряд специфических проблем, связанных с климатическими условиями Крайнего Севера (отрицательная температура, атмосферные осадки, торосистый и битый лед, болота, удаленность от судоремонтных центров и т. д.), которые поставили перед конструкторами СВП ряд сложных задач, требующих новых проектных и технологических решений.

Отметим, что «минимальная техническая поддержка» ни в коей мере не означает упрощения задачи. Скорее, наоборот: при отсутствии в рассматриваемых районах специализированных судоремонтных заводов и оборудованных баз, где суда могут проходить плановые и аварийные ремонты и регламентное техническое обслуживание (РТО), для арктических СВП должна быть разработана принципиально иная система. Эта система должна предусматривать организацию в конечных пунктах трасс большой протяженности баз РТО, имеющих необходимые ремкомплекты для ремонтных работ и соответствующее оборудование (аналогично авторемонтным предприятиям). И, конечно, наряду с высокими технико-эксплуатационными качествами и надежностью, для транспортных СВП крайне важна экономическая эффективность эксплуатации, более высокая, чем у других альтернативных видов транспорта. Рис. 1. СВП в условиях Крайнего Севера.



*Рис.1 СВП в условиях Крайнего Севера*

Основной эффект применения СВП, который не учитывается при оценке эффективности методом приведенных затрат – это эффект сокращения сроков обустройства месторождений Крайнего Севера и Сибири. Имея возможность

## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

---

работать почти круглый год вместо 4-х месяцев, СВП обеспечат ускорение ввода в строй месторождения и тем самым получение дополнительной прибыли от продажи нефти и газа. Еще один пример возможного применения СВП, связанных с природными условиями тундры Крайнего Севера. Отмечалось регулярное затопление районов во время весеннего паводка. Кроме того, учитывая общее потепление климата и ожидаемую усадку территории месторождений в процессе разработки, следует ожидать, что через некоторое время территории могут оказаться под слоем воды. Как выход, предлагается в контуре месторождений сооружать только кусты скважин с поднятием рабочей площадки на значительную высоту за счет отсыпки (и постоянного охлаждения) грунта, а капитальные сооружения, объекты энергообеспечения, административные и жилые вынести за контур месторождения (примерно до 10 км). Но остается открытым вопрос обслуживания скважин, ликвидации аварий на скважинах и разрывов на трубопроводах. Каким транспортом доставлять позатопленному пространству к аварийному объекту оборудование, материалы, людей? Вертолетами? Но не всякий груз можно везти на подвеске, значит, надо у каждого куста скважин сооружать посадочную площадку. Между тем, все проблемы транспортного обслуживания затопляемых территорий с помощью СВП решаются полностью.

Исследования показали, что применение рейдовых разгрузчиков на ВП грузоподъемностью 25, 100, а в перспективе 300 тонн позволит сократить время и снизить затраты доставки грузов на берег и последующей их развозки вглубь побережья.

Говоря о перспективах развития судов на воздушной подушке, нельзя оставить без внимания следующие соображения. С одной стороны, можно построить очень большое, но тихоходное судно; с другой стороны, развиваются скоростные транспортные средства — самолеты, имеющие очень малую грузоподъемность. Однако в настоящее время не имеется такого транспортного средства, которое могло бы продолжить перевозку всего груза, доставленного к берегу моря одним железнодорожным составом, с той же или более высокой скоростью через океан. Речь идет примерно о 2000 т груза и скорости порядка 200—250 км/ч. Здесь в спектре разнообразных транспортных средств имеется пробел, который в свете наших сегодняшних знаний способны заполнить только большие суда на воздушной подушке.

### Литература

1. <http://www.wikipedia.org>
2. Журнал Сфера Нефтегаз. Режим доступа - <http://www.s-ng.ru>.
3. <http://www.seaships.ru/svp2.htm>

### ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

**О.В. Казанцева, А.Ю. Волженина, А.Н. Колчогошева**

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Баранова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Одной из наиболее выдающихся страниц освоения Российского Севера можно назвать открытие и начало эксплуатации Северного морского пути. Это кратчайший водный путь между Европейской Россией и Дальним Востоком, представляющий значительный интерес для экономики многих стран мира. Длина

Северного морского пути от Карских Ворот до бухты Провидения составляет около 5600 км. Для России он имеет важное стратегическое значение, связанное с возможностью транспортировки из районов Крайнего Севера углеводородного и минерального сырья, а также снабжения этих районов техникой и продовольствием. Открытие Северного морского пути имеет долгую, многовековую предысторию.

На ранних этапах колонизации Сибири по некоторым западным участкам этого маршрута совершали плаванья кочи новгородцев, а позднее поморов. В XI веке русские мореплаватели вышли в моря Северного Ледовитого океана, в XII-XIII вв. открыли острова Вайгач, Новая Земля, а в конце XV в. острова архипелага Шпицберген, остров Медвежий. В XVI-XVII вв. активно осваивался участок Северного морского пути – от Северной Двины до Тазовской губы в устье Оби.

Принято считать, что первым идею использования Северного морского пути для сообщения между Россией и Китаем, высказал русский дипломат Дмитрий Герасимов в 1525 г. Во второй половине XV в. пройти на Восток неоднократно пытались английские и голландские мореплаватели. На средства английского общества предпринимателей был совершен ряд экспедиций, проходивших в бассейне Северного Ледовитого океана, с целью открытия нового торгового пути в Китай. Наиболее известными из них стали экспедиции, возглавляемые Ричардом Ченслером и Хью Уиллоби (1553–1554 гг.), а также Артуром Петом и Чарлзом Джекменом (1580 г.). Им удавалось достичь лишь устья Северной Двины, Мурманского побережья и Новой Земли.

Трижды в этом направлении совершал походы голландский мореплаватель Виллем Баренц с 1594 до 1596 гг. В конце XVI в. русские мореходы стали совершать регулярные плаванья к устью Оби, откуда позднее проникли в бассейн Енисея. Вскоре после похода Ермака в низовьях Оби были построены Березовский городок и Обдорск (Салехард), а затем на реке Таз-Мангазейский острог. В начале XVII в. русские мореплаватели нередко доходили до устья Енисея и до реки Пясины. В 1622—1623 гг. от Енисея прошел вверх по реке Нижней Тунгуске отряд под командованием землепроходца Пенды. В 1632 г. енисейский сотник Петр Бекетов заложил острог, положивший начало городу Якутску, а через 10 лет отряды казаков спустились до устья Лены. Отсюда Иван Ребров прошел морем на запад до реки Оленек, а Илья Перфирьев – на восток до реки Яны. Вскоре кочи землепроходцев стали доходить до реки Анабар и на восток – до Индигирки. В 1644 году в устье Колымы был заложен Нижне-Колымский острог. Открытие последнего участка Северо-Восточного прохода в Тихий океан связано с именами Семена Дежнева и Федота Попова. Отправившись в 1648 г. в промысловое путешествие на небольших кочах, они первыми в мире доказали существование пролива между Азией и Америкой, подробно описали Чукотку, основали Анадырский острог [2]. Таким образом, русские первопроходцы обследовали все северное побережье Евразии и омывающие его моря.

В XVIII в. наиболее весомый вклад в научное исследование Северного морского пути внесла Вторая Камчатская экспедиция под руководством Витуса Беринга. За десять лет она прошла почти весь Северный морской путь, от Архангельска до мыса Большой Баранов. В 1742 г. Семен Челюскин достиг северной части материка — мыса, которому впоследствии было присвоено его имя. Харитон Лаптев обследовал побережье от реки Лена до реки Хатанга и Таймырский полуостров, нанес на карту Хатангский залив, реки Пясины и Хатанга, открыл острова Большой и Малый Бегичевы и центральную часть гор Быранга. Отряд, возглавляемый Мартином Шпанбергом открыл, морской путь в Японию.



## СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

---

Значительный вклад в изучение восточного участка Северного морского пути внесли русские мореплаватели Ф.П. Врангель и Ф.Ф. Матюшкин. В 1820-1824 гг. они обследовали и нанесли на карту материковый берег от устья Колымы до Колючинской губы. Еще с 1877 г. периодически осуществлялись Карские экспедиции с целью вывоза через Карское море на мировой рынок сибирской сельскохозяйственной продукции и минеральных богатств. Первым доказательством возможности транзитного использования Северного морского пути стала экспедиция, проходившая в 1878-79 гг. на шхуне «Вега», под руководством выдающегося шведского ученого Нильса Норденшельда. В ходе этой экспедиции было впервые осуществлено сквозное (с одной зимовкой в пути) плавание по маршруту Северного морского пути из Атлантического в Тихий океан [5].

В 1914 г. на ледоколах "Таймыр" и "Вайгач", была отправлена экспедиция, в задачи которой входил проход Северного морского пути в одну навигацию. В ходе экспедиции данную задачу так и не удалось решить. Лишь в сентябре 1915 г., преодолев большие трудности, связанные с плаваньем по неизвестному фарватеру, ледоколы достигли Архангельска, осуществив сквозное плавание в две навигации.

Вопросам освоения Северного морского пути уделял большое внимание адмирал А.В. Колчак. Действующая морская трасса от Архангельска до устьев Оби и Енисея позволяла решить две стратегически важные задачи для белой армии: установить надежную связь между северным и восточным фронтами белых, обеспечить армию Колчака оружием, боеприпасами и другим снаряжением. А на обратном пути вывозить из Сибири товары местных кооперативов, прежде всего необходимое Архангельску продовольствие [4].

2 июля 1918 г. В.И. Лениным было подписано постановление Совнаркома об ассигновании одного миллиона рублей на экспедицию по исследованию Северного Ледовитого океана. В 1920 г. Карские экспедиции положили начало регулярным плаваньям через Карское море. В ходе первой экспедиции из Сибири было вывезено 11 тыс. т. хлеба и других продовольственных и промысловых грузов [3].

Отправной точкой к открытию регулярного сквозного сообщения по Северному морскому пути стала экспедиция выдающегося советского ученого О.Ю. Шмидта, состоявшаяся в 1932 г. на ледокольном пароходе «Александр Сибиряков».

В 1932 г. под руководством О.Ю. Шмидта и капитана В.И. Воронина на пароходе "Сибиряков" впервые была осуществлена экспедиция, в ходе которой маршрут Северного морского пути был пройден за одну навигацию. Пароход "Сибиряков" вышел 28 июля 1932 г. из Архангельска через Маточкин Шар, прошел в Карское море и 3 августа 1932 г. достиг порта Диксон. Оттуда корабль взял курс на Северную Землю, обнаружив на пути остров Сидорова, положив начало открытию группы островов Арктического института. Затем "Сибиряков" прошел в море Лаптевых до бухты Тикси, 10 сентября до острова Колючин. Медленно продвигаясь, "Сибиряков" вышел на чистую воду у северного прохода в Берингов пролив. Таким образом, экспедицией Отто Шмидта путь от устья Северной Двины до Берингова пролива был пройден за два месяца и три дня [1].

Для проверки возможности плавания по Ледовитому океану транспортных судов в 1933 г. по пути «Сибирякова» был направлен пароход «Челюскин» во главе с О.Ю. Шмидтом и В.И. Ворониным. В экспедиции участвовали ученые разных специальностей, она должна была также высадить на острове Врангеля группу зимовщиков с их семьями. В условиях крайне тяжелой ледовой обстановки «Челюскин» выйти в Тихий океан не смог из-за ветров и течения вместе с ледовым полем. Зимовка корабля стала неизбежной. 13 февраля 1934 г. лед разорвал борт и

через два часа «Челюскин» затонул. "Челюскинская эпопея" жизни участников экспедиции в ледовом "Лагере Шмидта" и их спасения летчиками стала известна всему миру подвигом советских покорителей Арктики [3].

В 1934 г. ледорез "Литке", под управлением капитана Н.М. Николаева и научного руководителя В.Ю. Визе без аварий прошел одну навигацию Северным морским путем из Владивостока в Мурманск. Уже в следующем, 1935 г. Северным морским путем прошли за одну навигацию четыре грузовых теплохода. В 1936 г. была успешно осуществлена проводка военных кораблей Балтийского флота на Дальний Восток (1936 г.). В 1939 г. ледокол "И. Сталин" совершил двойное сквозное плавание за одну навигацию.

С целью научного изучения Арктики, помимо навигации, Советский Союз стал активно использовать дрейфующие полярные станции. Благодаря существованию дрейфующих станций отечественные ученые получили возможность исследовать Арктику круглый год [6].

К началу Великой Отечественной войны в Советском Союзе уже был накоплен значительный опыт плавания транспортных судов в Арктике, велось обустройство таких опорных портов Северного морского пути, как Диксон, Игарка, Дудинка, Тикси, Певек и Провидения.

Из наиболее выдающихся плаваний по Северному морскому пути в 1940-1970-е гг. можно отметить: снабжение продовольственными и промышленными товарами из бассейна Тихого океана Якутии и восточной части Советской Арктики, перегон дальневосточных военных кораблей в Баренцево море в годы Великой Отечественной войны, систематические переходы речных судов из европейских портов на реки Сибири (с 1948 г.), рыболовецких судов на Дальний Восток (с 1951 г.), двойные грузовые рейсы дизель-электроходов «Лена», «Енисей» (с 1954 г.), осенние походы атомохода «Ленин» (1970-71 гг.). Северный морской путь стал неотъемлемым звеном народного хозяйства, обеспечивающим жизнедеятельность целого ряда районов Крайнего Севера и Дальнего Востока. По этому пути осуществлялось их снабжение топливом, продовольствием и товарами первой необходимости, по нему же на "Большую землю" доставлялись добываемые здесь природные богатства.

В начале 1990-х гг. распад Советского Союза и последовавший за ним системный социально-экономический кризис постсоветского пространства крайне негативно сказались на состоянии Северного морского пути. Была разрушена система завоза промышленных и продовольственных товаров на Север из других регионов России. К 2003 г. перевозимых по Северному морскому пути грузов стало в пять раз меньше (1,7 миллионов тонн) в сравнении с периодом его "экономического расцвета" в советскую эпоху [6].

Сегодня в России предпринимается ряд серьезных практических мер по восстановлению и дальнейшему развитию Северного морского пути. Осознание необходимости этих шагов связано с рядом факторов, свидетельствующих о чрезвычайно важном стратегическом значении этого уникального арктического маршрута. В первую очередь оно связано с предстоящим освоением колоссальных по своим масштабам месторождений нефти и газа, сосредоточенных в Арктическом шельфе. Сегодня многие страны мира проявляют большой интерес к развитию грузоперевозок по этому маршруту. Поэтому не исключено, что Северный морской путь станет важной арктической транспортной артерией не только национального, но и международного значения.

**СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ.  
СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

---

Литература

1. Визе В.Ю. Моря Советской Арктики, М.-Л., 1948. Возможности предотвращения изменения климата и его негативные последствия: проблемы Киотского протокола: материалы Совета-семинара при Президенте РАН / [отв. Ред. Ю. А. Израэль] ; РАН. – М.: Наука, 2006. – 408 с.
2. Визе В.Ю. История открытия и освоения Северного морского пути, т. 1, 3, М.-Л., 1956-59.
3. Белов М.И., Путь через Ледовитый океан, М., 1963.
4. Воскобойников В.М. Зов Арктики. Героическая хроника. М.: Молодая гвардия, 1975.
5. Магидович И.П., Магидович В.И. Очерки по истории географических открытий. М.: Просвещение, 1986.
6. Папанин И.Д. Лед и пламень. М., Политиздат, 1978.

**Секция 7**  
**ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ,  
ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ  
ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ  
АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ  
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**В.С. Вознесенская, А.О. Косторной**

Научный руководитель доцент Л.И. Дубровская

*Научный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

Как доказал Ч. Дарвин, любой организм претерпевает изменения, как только меняются условия его обитания. Человек – существо с феноменальной способностью адаптироваться, он уже давно заселил земной шар от Арктики и до тропических пустынь. Люди меняют место обитания, в связи с освоением и развитием новых территорий. Такая миграция не проходит без последствий, происходит приспособление к местным климатическим условиям. Например, в условиях севера организм человека, еще не приспособившегося к местному климату, подвержен целому комплексу фенотипических изменений. Вырабатываются механизмы защиты и приспособления к низким температурам, ветру и продолжительности светового дня. В то же время, коренное население Арктики уже сформировало механизмы адаптации к условиям данных территорий и передает их генетическим путем.

Сегодня, в активном и пассивном способе адаптации людей к условиям окружающей среды важное место отводят гормонам. Под влиянием внешней среды происходят изменения уровня некоторых гормонов. Так многолетние исследования швейцарского физиолога А. Г. Бергера на антарктической станции Мак-Мёрдо (1986 — 2004) показали [6], что ТТГ (тиротропина) гипофиза вырабатывается значительно сильнее во время антарктической зимы, чем в летнее время. Как известно, тиротропин воздействует на щитовидную железу, которая вырабатывает Т3 (трийодтиронин) и Т4 (тироксин) гормоны [6]. При понижении Т3 и Т4 человек ощущает упадок сил и сонливость, а при повышенном их уровне активизируются все процессы, происходящие в организме, но человек становится раздражительнее. В арктических условиях уровень Т3 и ТТГ увеличивается, а количество Т4 уменьшается.

Отмечено, что из-за повышенных энергозатрат, у новоселов Севера содержание сахара в крови уменьшается на 40—45%, за счет усиленного окисления депонированных жиров и гликогена, а затем и глюкозы (особенно в полярную ночь). Снижение содержания сахара в крови приводит к снижению почечного барьера для углеводов и нарушению функции поджелудочной железы [3]. Изменение уровня Т3 и Т4 гормонов приводит к частичной адаптации организма к данным условиям, т.к. ускоряется расщепление пищи и улучшается усвоение белков. Однако изменение количества этих гормонов является стрессовой ситуацией для организма. В условиях умеренного пояса повышение Т3 это признак заболеваний, например, гипертиреоза.

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

Коренное население, в этом плане, лучше приспособлено к условиям крайнего Севера т.к. их щитовидная железа изначально выделяет большее количество Т<sub>3</sub> не только из-за холода, но и из-за того что в рацион коренных народов не входят продукты, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма. У местных жителей наблюдается недостаток витаминов, костеобразующих минералов и микроэлементов[5]. Их питание основано на богатой белками пище, они потребляют много мяса и жиров, в то же время достаточного количества молока и растительной пищи у них нет. Иными словами нарушаются все три основных принципа рационального питания, поэтому важно как можно лучше усваивать белок.

Также Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub> гормоны регулируют работу сердечнососудистой системы. Адаптация сердечно-сосудистой системы людей к комплексу природных факторов, характерных для высоких широт, носит фазовый характер [2]. Коренное население приспособлено к этому за счет большого костномозгового канала трубчатых костей, для усиления кроветворной функции[1]. Кратковременное пребывание (2–2,5 года) вызывает приспособительные реакции, такие как учащение пульса, повышение артериального давления, периферического сосудистого сопротивления. Дальнейшее пребывание (3–6 лет) вызывает уменьшение частоты сердечных сокращений, умеренное снижение систолического и минутного объемов крови. При проживании в арктических условиях в течение 10 и более лет организм приобретает брадикардию, снижение систолического и минутного объемов крови, компенсаторное повышение артериального давления, периферического сосудистого сопротивления [2].

Состав крови так же претерпевает некоторые изменения. У вновь прибывших в Арктику под влиянием таких факторов, как холод, многомесячное отсутствие солнечного света, относительная гиподинамия, недостаток витаминов, происходит снижение количества эритроцитов и гемоглобина [2]. Коренное население для обеспечения энергетических процессов и комфортного существования в этих условиях претерпело целый ряд изменений в составе крови. Так, например, у них высок уровень содержания холестерина, белков, липидов, гемоглобина гамма-глобулиновой фракции. За счет гемоглобина и большого объема легких кровь сильно насыщена кислородом, что помогает окислению жиров [1]. Для приезжих характерна значительная лейкопения, уменьшенное количество нейтрофилов и моноцитов, наблюдается увеличение содержания эозинофилов, иногда имеет место эозинопения, а свертываемость крови зависит от сроков адаптации [4]. В процессе адаптации к арктическим условиям у людей снижается общая иммунная реактивность, уменьшается фагоцитарная активность крови. Это обусловлено подавлением образования антител, сдвигами в лейкоцитарной формуле. Таким образом, для приезжего населения характерны частые заболевания.

Так же большое влияние на организм оказывают дыхательные адаптации. Наиболее частой реакцией дыхательной системы приезжих является так называемая полярная одышка. Адаптации к условиям среды проходит в три этапа. Первый (3–6 месяцев) – перераспределение легочных объемов, снижение диффузной способности легких (что ведет к снижению содержания кислорода в крови), уменьшение резервного объема легких. Второй этап (2 года и более) – стабилизация дыхательной функции, уряжение дыхания, восстановление резервных объемов легких до исходных размеров, рост коэффициента использования кислорода. Третий этап (10 и более лет) - формирование адаптационной легочной гипертензии, утолщение стенок бронхов [2].

Таким образом, коренное население, в силу эволюции адаптировано к условиям Арктики не только на биохимическом уровне, но и на физиологическом: особая плотность тела, развитая костно-мышечная масса, большой объём легких. Человек, приезжающий в Арктику, приобретает множество биохимических адаптаций, однако физиологическим изменениям (кроме дыхательной адаптации) почти не подвержен.

### Литература

1. Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека /Т.И. Алексеева - М. : Мысль, 1977. – 301.
2. Гора Е. П. Экология человека: учебное пособие для вузов/Е. П. Гора. – М.: Дрофа, 2007. – 351.
3. Еганян Р. А. Особенности питания жителей Крайнего Севера России//Профилактическая Медицина. – 2013. - №5. – с.41-47
4. Кривошапкина З.Н. Сравнительный анализ биохимических показателей крови у мужчин, проживающих в сельской и городской местностях Якутии/ З.Н. Кривошапкина, Е. И. Семенова, Л. Д. Олесова, С. И. Софронова//Якутский медицинский журнал. – 2016. - №2(54). – с.8-10.
5. Селюк А. В. Фактическое питание малочисленных народов Севера в Ногликском районе [Электронный ресурс]/ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Сахалинской области. – Сахалинская область. – Электрон. дан. -М., - 1995. – URL: <http://65.rospotrebnadzor.ru/directions/monitoring/58408> (дата обращения: 14. 05. 2017)
6. Строев Ю. И. Щитовидная железа и климат (клинико-патофизиологические размышления)/Ю.И. Строев, Л. П. Чурилов//Медицина XXI век. – 2007. - №8(9). – с.72-78.

### ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

**А.А. Гришин**

Научный руководитель профессор В.В. Варава  
*Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия*

Арктика всегда являлась и является своего рода испытанием для человека и для человечества. Именно в условиях жесточайшего климата северных широт испытываются на прочность и сложное высокотехнологичное оборудование и общая подготовленность человеческого организма в целом.

Современному человеку, незнакомому с традиций открытия и освоения новых территорий, пожалуй, сложно понять подлинный интерес исследователей Арктики. Многим даже кажется этот вопрос лишь романтическим чувством и порывом страстей. Однако это не так!

Общий научно-технический прогресс, человеческая коммуникация, индивидуальные способности должны всегда проверять на прочность учёными различных областей. Арктика всегда являлась и является тем условием, при котором учёные различных специализаций могут на практике применить свои методики, и проанализировать в чём-то критическую ситуацию человека, зафиксированную в отрыве от всех благ цивилизации.

## СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

---

Не только высокоточное оборудование проверяется в условиях изменённого магнитного поля, и не только специалисты в области исследования техники проявляют подлинный интерес к вопросу изучения Арктики. Профессионалы в различных областях понимания и человека, и человеческой коммуникации обращают внимание на то, что Арктика является сильнейшим испытанием, как для человека, так и для общества.

Перед тем, как запустить человека в космос, учёные изучали поведение человека в различных жизненных ситуациях. Этими учёными были в массе своей психологи, использующие те или иные западные (позитивистские и неокантианские) парадигмы исследования. По некоторым вопросам, подобная аналитика была уместна, по другим ошибочна. В настоящее время, как среди учёных, так и среди философов вообще назрел вопрос о том, что исследования в области изучения критических ситуаций человеческого присутствия, базирующиеся на опыте западной психологии, не могут адекватно преподнести, фиксируемую в исследованиях информацию, а тем более и подвергать её строгой научной аналитической индукции. Среди специалистов различного профиля, в рамках научных коммуникаций и сообществ, поднимается вопрос о том, что необходимо при изучении критических человеческих ситуаций ставить вопрос и о парадигме исследования вообще. Общей методологической парадигмой, способной адекватно рассматривать предметы и явления является, безусловно, философия, применяемая лишь в качестве научной системы координат в частности. Наука вообще (фундаментальная наука) обращается в лице специалистов-профессионалов-методологов науки к философии, и на юридическом уровне в российском образовании аспирантам всех областей необходимо сдавать кандидатский минимум (экзамены) и по предмету философия науки в том числе. В этой связи парадигма философии представляет серьёзный методологический инструментарий вообще, а в рамках изучения критических человеческих ситуаций в частности.

Исследования Арктики – это исследования в области острых критических ситуаций.

По общей классификации наук относительно философии бытует утверждение, что философия занимается человеческим мышлением. С одной стороны это верно, если понимать философию через логику, однако, же, методология философии направлена на постижение человеческого присутствия вообще. Онтологические способности человеческого мышления и человеческого присутствия, в условиях Арктического климата, возможны в качественном измерении, если понятие человека и понятие местности (Арктики) воспринимаются не только в онтологическом, но и в этическом пластах. Сперва, это утверждение может показаться сильно напыщенным и несоответствующим истине, однако учёные, которые занимаются исследованиями в области нахождения человека (его присутствия) в экстремальных условиях знают, что качественное измерение жизненного пути (self-adaptation) возможно лишь в том случае, когда человек не только онтологически „в страхе за своё существование”, по большому счёту, подходит к вопросу экстремального нахождения в северных широтах, но и этически. Уместно в данном случае вспомнить произведение Джека Лондона «Love of life», которое, на мой взгляд, не совсем корректно переводят на русский язык, смещая акцент на саму человеческую жизнь, нежели на экзистенциальный порыв человеческого существа. Падежный указатель *of* указывает на отношение между словами, и на мой взгляд, верно бы было перевести это произведение не любовь в к жизни, а любовь, исходящая из жизни (к ...).



Можно сколь долго говорить о том, как человек может лучше себя чувствовать в экстремальных условиях своего существования. Да, поведение индивида во многом детерминировано обстоятельствами, но пребывание человеческого организма в условиях северных широт и арктического климата, яркое подтверждение тому, что детерминация нарушается. Способность качественно находится в столь суровых условиях, возможна лишь в случае применения к бытию вообще атрибута этического качества. Именно данная методология наиболее успешней помогает человеческому организму и человеческому мышлению находится в суровых и экстремальных условиях, например, Арктического Климата. И это не пустые слова.

### **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ РУССКОГО ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА**

**Е.А. Гришина**

Научный руководитель профессор В.В. Варава

**Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия**

Психологи различных школ (направлений) полагают в качестве основных парадигм исследования (изучения человека) различные базовые фундаментальные основания, на которых строится понятие человека. Я не стану касаться подробного разбора этих систем исследования, коих бесчисленное множество, но акцент сделаю на всем фокусе своего исследования, именно, на национальном отличии человека. Человеческая адаптация в условиях социальной организации (системы труда) и социальной коммуникации достаточно сложное и малоизученное явление, несмотря на тот факт, что изучается уже много десятилетий. Психологам различного профиля интересно именно поведение человека в условиях экстренного принятия решений, как и нахождение решений в условиях достаточно суровых.

Этот научный интерес зиждется вовсе не на утилитарном стремлении исследователя познать тайны человеческой личности, сделать это, на мой взгляд, до конца и нельзя, ведь человек – это тайна. Этот интерес зиждется, именно на стремлении познать фундаментальное, а не второстепенное, не наносное. Я, будучи психологом с огромным стажем, понимаю, что в этом вопросе достаточно сложно прийти к единому компромиссу между различными школами. Однако психологами различных профилей и различной специализации было установлено, что когда человек находится в условиях жёсткой и тотальной безвыходности именно нравственный корень позволяет находить решения, которые аналитикам этого вопроса, кажутся невозможными и непоследовательными, учитывая непостижимость сложной ситуации, в которую человек попадает. Это не пустые слова, прошу обратить на них своё внимание!

Кто действительно по существу интересовался психологией как наукой понимает, что ситуации критического нахождения человека в мире могут быть преодолены человеком только лишь посредством „прибегания” его к нравственной рефлексии, которая не может быть понимаема как чистое императивное (повелительное) мышление.

Условия сурового арктического климата требуют от человека, попавшего в него, не только физической выдержки, выдержки психо-физиологической, но и выдержки также духовной. Я не стану рассуждать, что под оной понимают в психологии различные специалисты тех или иных научных школ. Скажу лишь, что этот вопрос глубоко не изучен, однако, мне, как исследователю этого вопроса,

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

становится очевидным одно – духовная выдержка человека возможна лишь через качественно-нравственное определение мира вообще.

Психологию принято делить на теоретическую, и практическую. Где-то данное деление уместно, где-то нет. В каких-то случаях данная система демаркации знания неверна вообще. Но истиной остаётся всегда одно: один человек в условиях экстремальных кризисов выходит из них, другой теряется. Психологическим школам интересен ни первый человек, ни второй, им интересен вопрос почему (с помощью чего) один человек преодолевает кризис, другой не может его преодолеть. Также данная методологическая система не отрицает ценность человеческого выбора в ту или иную пользу, здесь нет аксиологии за и против. Интересны психологам все люди! Но фокус останавливается на опыте. Именно почему не происходит выхода человека из кризиса, каков опыт, что он не позволяет ему его преодолеть?!

Ответов в современной психологии на этот вопрос много, я же считаю, что именно национальный корень в данном вопросе является первичным, так как именно он является тем нравственным звеном в цепочке логических связей вообще, детерминирующих и поведение человека, и его мышление вообще.

Кому-то может показаться странным, какое отношение национальное как термин имеет к переживанию человеком острого кризиса. Да, это – верно. Может и никакого. Все люди разные, каждая личность уникальна. И мне, как исследователю, достаточно, сложно говорить за всех. Однако было зафиксировано на различных опытах, которые происходили не в научных лабораториях, а в условиях сильной заброшенности человека, что в условиях тотального кризиса человек, являясь индивидуумом, сохраняет острое ярко-осознаваемое чувство приобщённости к определённой социальной группе или группе вообще. Именно это позволяет человеку скоординировать все свои ресурсы и бросить их на преодоление этого кризиса. Этим координирующим является национальное, чувство Родины, чувство Высшего Существа, нежели человек есть – именно это позволяет человеку подкреплять свои внутренние резервы.

Сейчас в психологии, которая стала на рельсы постмодернистского развития, критическая человеческая ситуации вообще не рассматривается как данность. Человеку, вовлечённому в вереницу капиталистических отношений (труда – бесконечной смены производственных сил и производственных отношений) достаточно сложно определять свой смысл жизни. Сейчас – это бум!!! Бум во всём мире.

Мои научные коллеги могут меня упрекнуть в том, что я не совсем корректно с методологической точки зрения провожу политику лоббирования национального в психологической парадигме вообще. Это верно, и я с ними, по существу, соглашусь. Однако я, вместе с этим, вижу национальное как набор общих, неподдающихся дефиницированию (определению), элементов культуры, которые позволяют человеку хранить и передавать сложный, но необходимый опыт.

Человек, у которого есть чувство Родины, чувство Высшего, нежели он существа (в данном контексте Творца-Бога), общее национальное ориентирование в индустрии псевдо-ценностей гораздо проще адаптироваться в сложных жизненных ситуациях. А уж тем более в сложных с позиций физического пребывания условиях, которыми является Арктический Климат. Общая физическая закалка необходима, но необходима также и общая закалка духовная, которая возможно лишь через усвоение национальных элементов-качествований культуры.

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ У АРКТИЧЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

**А.С. Дубинский**

Научный руководитель доцент В. А. Лобова

*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия*

Среди факторов, имеющих важное значение для поддержания работоспособности человека в арктическом регионе, важнейшая роль принадлежит социально-психологическим факторам [3]. При этом качество жизни человека является одним из наиболее значимых индикаторов, позволяющих определить вектор направления профилактических мероприятий в отношении сохранения трудовых ресурсов в экстремальных условиях жизнедеятельности [1, 2].

В связи с этим целью исследования явилось изучение качества жизни у мужчин трудоспособного возраста в зависимости от формы трудовой деятельности (физический и умственный труд). Исследования были проведены в Надымском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Всего в исследовании приняли участие 95 мужчин, в том числе 54 рабочих (возраст в среднем – 41,7 года, длительность проживания в арктическом регионе – 19,5 года) и 41 человек из числа служащих (соответственно 46,6 и 22,3 года). Среди лиц, занятых в сфере физического труда, были водители, машинисты, сварщики, монтажники, слесари, стропальщики, бульдозеристы и машинисты. В свою очередь, инженеры, техники, прорабы, механики и юрист составили группу лиц, занятых в сфере умственного труда.

В работе была использована методика изучения качества жизни (разработана в ГНИЦ ПМ МЗ РФ, г. Москва) (О.С. Копина, Е.А. Сулова, 1995). Опросник включает 3 шкалы, позволяющих оценить у индивида удовлетворенность жизнью в целом, удовлетворенность условиями жизни и удовлетворенность потребностей. Также применяли шкалу психосоциального стресса Ридера (L.G. Reeder, 1969). С целью выявления достоверности различий между мужчинами разных групп по усредненным значениям факторов был использован t-критерий Стьюдента.

Анализ полученных данных показал, что у лиц, занимающихся физическим трудом, выше самооценка здоровья, чем в сравниваемой группе (соответственно 3,04 и 2,76 балла) ( $t = 2,15$ ;  $p < 0,05$ ). Кроме того, мужчины, занимающиеся физическим трудом, более устойчивы к стрессу, чем мужчины, занятые в сфере умственного труда. В частности, у рабочих уровень психосоциального стресса ниже, чем у служащих (соответственно 1,50 и 1,65 ус.ед.).

Прямо противоположная картина обнаруживается по отношению к удовлетворенности жизнью в целом, где показатель у лиц, занятых в сфере умственного труда, в 4 раза выше, по сравнению с лицами, занимающимися физическим трудом (соответственно 3,00 и 0,74 балла) ( $t = 2,05$ ;  $p < 0,05$ ). Также выше у лиц, занимающихся умственным трудом, удовлетворенность условиями жизни, нежели у рабочих (соответственно 41,32 и 39,61 балла). Помимо этого, у служащих получены более высокие показатели удовлетворения потребностей, чем в сравниваемой группе (41,05 и 37,93 балла) ( $t = 2,81$ ;  $p < 0,01$ ).

У мужчин, занятых в сфере умственного труда, значимо выше показатели по параметрам «деньги, доход» (2,93 и 2,56 балла) ( $t = 2,20$ ;  $p < 0,05$ ); «свобода вероисповедания, политической активности» (3,63 и 3,22 балла) ( $t = 2,09$ ;  $p < 0,05$ ); «политическая ситуация в регионе проживания» (3,05 и 2,67 балла) ( $t = 1,99$ ;  $p < 0,05$ ), чем у мужчин, занятых в сфере физического труда. В свою очередь у мужчин, занятых в сфере физического труда, выше показатели по критерию

## СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

---

«возможности получения информации (радио, телевидение, печать и т. п.)» (3,78 и 3,44 балла) ( $t = 2,07$ ;  $p < 0,05$ ), чем в сравниваемой группе.

Следует отметить также, что по шкале удовлетворения потребностей у мужчин, занятых в сфере умственного труда, значимо выше показатели, чем у лиц, занятых в сфере физического труда, по таким критериям, как «материальное благополучие» (3,41 и 2,78 балла) ( $t = 3,15$ ;  $p < 0,001$ ), «жизненные перспективы» (3,32 и 2,76 балла) ( $t = 2,64$ ;  $p < 0,01$ ), а также «питание» (3,90 и 3,52 балла) ( $t = 2,15$ ;  $p < 0,05$ ).

Помимо этого, сравнительный анализ показал, что доля мужчин с высоким уровнем удовлетворенности жизнью в целом в 1,8 раза выше у мужчин, занятых в сфере умственного труда, чем у мужчин, выполняющих физическую работу (соответственно 48,8 и 27,1% ) ( $t = 2,64$ ,  $p < 0,01$ ). Кроме того, доля мужчин-служащих с высоким уровнем удовлетворения потребностей в 2,8 раза превысила таковую в сравниваемой группе (51,2 и 18,5%) ( $t = 4,043$ ;  $p < 0,001$ ). В то же время доля лиц с хорошей самооценкой здоровья в 2 раза больше среди мужчин, выполняющих физическую работу, по сравнению со служащими (соответственно 18,5 и 9,7%).

В целом, как рабочие, так и служащие высоко оценили свою удовлетворенность в сфере жилищных и бытовых. В то же время рабочие низко оценивали свой доход, служащие – возможности общения с искусством.

Следует также отметить, что по показателям удовлетворения потребностей максимальные оценки в обеих группах были получены по показателям общения и семейных отношений. В свою очередь, минимальные оценки в обеих группах были получены в отношении материального благополучия и жизненных перспектив. Кроме того, рабочие низко оценили свои возможности самовыражения, служащие – отдых.

### Выводы

1. Качество жизни мужчин трудоспособного возраста в арктическом регионе характеризуется высоким уровнем по параметрам общения, семейных отношений, а также жилищных и бытовых условий.
2. Мужчины, занимающиеся преимущественно физическим трудом, более устойчивы к стрессу и выше оценивают свое здоровье, по сравнению с мужчинами, занимающимися преимущественно умственным трудом.
3. Уровень удовлетворения потребностей и уровень удовлетворенности жизнью в целом у мужчин, занятых в сфере умственного труда, значимо выше, чем у мужчин, занятых в сфере физического труда.

### Литература

1. Лобова В.А., Логинов С.И. Ковешников А.А. Качество жизни и самооценка здоровья у мигрантов Севера трудоспособного возраста // Современные исследования социальных проблем. – 2014. – № 12. – С. 44-57.
2. Лобова В.А. Показатели ценностно-смысловой сферы в контексте субъективного благополучия личности у жителей северного региона // Вестник урведения. – 2015. – № 3. – С. 138-144.
3. Лобова В.А. Психологическое благополучие личности в популяции северных этносов. – Ханты-Мансийск: Информационно-издательский центр ЮГУ, 2010. – 330 с.

**ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕЗАДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА  
В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

**К.В. Скирдин**

Научный руководитель ассистент М.С. Егорова  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Установленные в соответствии с основными положениями, закрепленными в "Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года", в ключе принятой "Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" задачи достижения долгосрочных целей устойчивого развития российской Арктической зоны, подчеркивают растущий интерес России к Арктическому региону [1, 2].

В планах стратегического развития региона прописана поэтапная разработка месторождений Российской части Арктической зоны, реализация транспортно-логистического потенциала Северного морского пути, освоение удаленных территорий, реализация которых требует привлечения человеческого ресурса [2].

Арктические экстремальные природно-климатические условия оказывают существенное воздействие на организм человека. Отрицательные термонагрузки воздействуя на все системы организма, приводят к дезадаптационным процессам. Критическое воздействие холода, провоцирует замедление жизненно важных функций, угнетает центральную нервную систему (ЦНС), осуществляющую функциональное регулирование реакции организма на внешние раздражители, нарушая тем самым скорость психоэмоциональных реакций. В связи, с чем исследование психоэмоциональных проблем дезадаптации человека в условиях Арктики, приобретает особую актуальность [1, 2, 3].

На протяжении последних десятилетий проблема адаптации человеческого организма к действию низких температур, в рамках развития теоретических концепций практической медицины и физиологии нашло широкое отражение в многочисленных исследовательских работах. Основная часть исследовательских работ отечественных авторов: Варакина Ж. Л., Юрасов Е. Д., Ревич Б. А., Меркулова С. В., Меркулова П. И., Хлевина С. В., Антонюк Г. С., Сергеичева С. В., оценивающих негативное влияние отрицательных температур на здоровье человека основываются преимущественно на изменениях показателей заболеваемости как инфекционной, так и неинфекционной этиологии. Однако, по мнению автора, такой подход необъективен, поскольку изменение показателей заболеваемости обуславливается целым рядом факторов техногенного, социально-экономического характера [1, 3, 5].

Такие авторы как, Буяк М.А., Воронова И.П., Деряпа Н.Р., Жилина Л.П., Ковтун Л.Т., Козырева Т.В., в качестве основного адаптационного механизма человеческого организма выделяют иммунную реакцию. Ткаченко Е.Я., Елисеева Л.С., Храмова Г.М., Тузиков Ф.В. и Луценко М.Т., Лабецкая Н.В., Кондратьев А.В. в своих работах подчеркивают влияние газового, макро- и микроэлементного состава крови на терморегуляционные реакции организма. Однако проблема психоэмоциональной реакции организма, его роли в развитие адаптационных механизмов исследована не достаточно [1-4].

Целью данной работы является изыскание путей частичной компенсации психоэмоциональных проблем дезадаптации человека в условиях Арктики.

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

Для развития Арктического региона необходимо привлечение высококлассных специалистов, обеспечивающих эффективные управленческие решения. Однако экстремальные природно-климатические условия Арктического региона, в частности отрицательные температуры оказывают широкий спектр воздействия, на все системы организма, изменяя механизм обмена веществ, угнетая ЦНС, отвечающую за скорость принимаемых решений. Оказываемое влияние отрицательных температур на ясность принимаемых управленческих решений и эффективность труда, возможно минимизировать.

Во избежание чрезмерных негативных воздействий Арктической зоны на человека, необходима разработка системы отбора персонала, с целью выявления первых признаков метеочувствительности и психоэмоциональной реакции на отрицательные температурные нагрузки, включающей в себя совокупность специфических психоэмоциональных тестов и клинических методов анализа. Кроме того необходима система психоэмоционального контроля состояния рабочего персонала во время работы с целью предотвращения негативного воздействия низких температур на эффективность принимаемых персоналом решений. Периодическая реализация, представленной в [1] системы контроля, которая с помощью психотеста Спилбергера – Ханина, и цветового теста Люшера и системы компьютерной обработки данных позволяет экспрессным методом получить данные о психоэмоциональном состоянии работника, в перспективе позволит создать единую базу данных влияния низких температур на организм человека. Использование полученных данных позволит подвергнуть более детальному изучению процесс психоэмоциональной дезадаптации человека в суровых условиях Арктики.

Реализация потенциала Арктического региона требует привлечения значительных человеческих ресурсов, эффективное функционирование которых зависит от степени адаптационных механизмов привлекаемых кадров.

### Литература

1. Хаснулин В.И. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дисадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России / Хаснулина А.В.// Экология человека № 8 -2012 - С. 3-7.
2. Панин Л.Е. Человек в экстремальных условиях Арктики// Сибирский научный медицинский журнал №3 - 2010 - С. 92-98.
3. Деряпа Н.Р. Адаптация человека в полярных районах земли/ Деряпа Н.Р., Рябинин И.Ф. - Ленинград, 1977 - С. 296.
4. Голохваст К.С. Некоторые аспекты механизма влияния низких температур на человека и животных (литературный обзор)/ Чайка В.В. // Вестник Новых медицинских технологий №2 (18) - 2011- С. 486-489.
5. Купчик В.В. Психология и физиология воздействия холодových факторов на человека// Личность в экстремальных условиях и кризисных ситуациях жизнедеятельности № 6 -2016 - С. 377-383.

УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ТРУДОМ У НАСЕЛЕНИЯ АРКТИКИ

Ю.Н. Чешкова

Научный руководитель доцент В. А. Лобова

*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия*

В исследованиях последних лет показано, что работоспособность населения в высоких широтах во многом обусловлена условиями труда, среди которых выделяют такие профессиональные факторы, как физические условия труда и отдыха, качество рабочего оборудования, распорядок рабочего дня, удовлетворенность заработной платой и др. [1,2,3] Однако данных относительно влияния северного стажа на работоспособность населения в доступной нам литературе найдено не было.

В связи с этим нами было проведено исследование, целью которого явилось изучение удовлетворенности трудом у трудоспособного населения в зависимости от длительности проживания в арктическом регионе. Всего обследовано 64 человека, в возрасте 20-59 лет. Численность первой группы с малой длительностью проживания в арктическом регионе ( $5,13 \pm 0,49$  года) составила 24 человека. Вторая группа, численностью 42 человека, длительное время проживала на территории арктической зоны ( $24,8 \pm 1,43$  года). Исследование было проведено в рамках научной экспедиции в с. Се-Яха Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

В исследовании использован «Опросник удовлетворенности трудом» (В.П. Захаров, 1982, А.А. Кузьмин, 2005). Опросник состоит из 14 утверждений и включает 5 вариантов ответа со шкалой оценок от 1 до 5 баллов: 1 балл – вполне удовлетворен; 2 балла – удовлетворен; 3 балла – не вполне удовлетворен; 4 балла – не удовлетворен; 5 баллов – крайне не удовлетворен. При оценке результатов исследования ориентировались на показатели от 14 до 70 баллов. Критериями являлись следующие балльные оценки шкалы:

15-20 баллов – вполне удовлетворен работой

21-32 балла – удовлетворен

33-44 балла – не вполне удовлетворен

45-60 баллов – не удовлетворен

свыше 60 баллов – крайне не удовлетворен.

Анализ полученных данных показал, что лиц, попавших в группу «вполне удовлетворен работой», среди работников, длительно проживающих в арктических регионах, оказалось в 2,5 раз больше, чем среди лиц, недавно живущих в экстремальных условиях (соответственно 21,4 и 8,3%) ( $t=1,962$ ;  $p < 0,05$ ). В свою очередь, работников, оказавшихся в группе «удовлетворен», было больше среди лиц, которые недавно работали в арктическом регионе (соответственно 66,7 и 54,8%). Примерно каждый пятый в обеих группах был работой «не вполне удовлетворен» (20,8% – малый стаж, 19,0% – большой стаж). Лица, попавшие в категорию «не удовлетворен», в обеих группах были равны по численности (4,2% – малый стаж и 4,8% большой стаж). Работников, чьи показатели соответствовали бы критерию «крайне не удовлетворен» в обеих группах не было выявлено.

В группе лиц с малым стажем, позитивные оценки были получены по факторам удовлетворенности служебным и профессиональным положением ( $1,75 \pm 0,14$  балла), требованиями работы к интеллекту человека ( $1,88 \pm 0,17$  балла) и распорядком рабочего дня ( $1,88 \pm 0,19$  балла). Негативные оценки, в свою очередь, были получены по критериям удовлетворенности заработной платой в соотношении с трудозатратами ( $3,04 \pm 0,20$  балла); заработной платой в сравнении с другими



**СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ,  
ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ  
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

предприятиями ( $2,46 \pm 0,13$  балла) и стилем руководства начальника ( $2,29 \pm 0,15$  балла).

В свою очередь, в группе лиц с большим стажем, позитивные оценки были получены по факторам удовлетворенности служебным и профессиональным продвижением ( $1,79 \pm 0,13$  балла), профессиональной компетенцией начальника ( $1,81 \pm 0,12$  балла) и требованиями работы к интеллекту человека ( $1,81 \pm 0,12$  балла). Негативные оценки, в свою очередь, были получены по критериям удовлетворенности заработной платой в соотношении с трудозатратами ( $2,45 \pm 0,19$  балла); заработной платой в сравнении с другими предприятиями ( $2,40 \pm 0,19$  балла) и качеством рабочего оборудования ( $2,33 \pm 0,18$  балла).

При сравнительном анализе максимально в сравниваемых группах различались показатели по критерию удовлетворенности «заработной платой в соотношении с трудозатратами», где негативные значения в большей степени характеризовали группу лиц, недавно работающих в арктической зоне ( $3,04 \pm 0,20$  и  $2,45 \pm 0,19$ ) ( $t=2,14$ ;  $p < 0,05$ ).

В целом исследования показали, что населению арктического региона важен социально значимый аспект своего труда, а именно: удовлетворенность служебным положением, продвижением по службе, а также возможностью максимально использовать свой интеллект. Кроме того, их вполне устраивала профессиональная компетенция начальника и график своей работы.

#### Выводы

1. Удовлетворенность трудом у населения Арктики проявляется по факторам служебного и профессионального положения, требованиям работы к интеллекту человека, распорядком рабочего дня и продвижением по службе.
2. Лица, недавно работающие в арктическом регионе, в большей степени характеризуются неудовлетворенностью заработной платой в соотношении с трудозатратами, по сравнению с лицами, длительно проживающими на данной территории.
3. Среди негативных факторов лицами с малым арктическим стажем были отмечены стиль руководства начальника, лицами с большим арктическим стажем – качество рабочего оборудования.

#### Литература

1. Лобова В.А., Корчин В.И. Особенности психофункционального состояния и работоспособности у коренного населения Севера / В кн. Эколого-физиологический портрет коренного населения ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск: Изд-во Юграфика, 2012. – С. 157-204.
2. Лобова В.А. Психологическая адаптация рабочих межрегиональной вахты в контексте сохранения здоровья // Вестник угроведения. – 2011. – №1(4). – С. 81-89.
3. Лобова В.А., Логинов С.И., Ковешников А.А. Психофункциональное состояние и работоспособность у работников вахтовых бригад // Вестник угроведения. – 2014. – №4(19). – С. 74-88.

### ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

**Б.И. Ялаев, Н.А. Глушкова**

Научный руководитель профессор Р.А. Зайнуллин

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия*

Арктика – это огромная территория на полярной зоне планеты, включающая в себя Северный ледовитый океан и периферию Евразии и Северной Америки. Вместе с тем, северное расположение придает Арктике ряд характерных особенностей как с точки зрения устойчивого развития местной инфраструктуры, так и с точки зрения здоровья людей некоренного происхождения, в задачи которых входит освоение и длительное пребывание на незаселенных территориях с экстремальными условиями труда и физиологического стресса [1].

Крайний Север и прилегающие территории являются территорией не только в несколько раз увеличенным влиянием солнечного излучения и экстремально низкими температурами. Арктика кардинально отличается по многим другим параметрам в сравнении с более южными широтами: агрессивная климатическая среда, нестабильные показатели давления и влажности, бедный минеральный состав почвы и вод, дефицит пищи, богатой витаминами и белково-липидным составом, постоянное употребление которых имеет критическое значение для адаптации и здоровья организма к местным условиям. Большой контингент работающих и военнослужащих людей оказываются под влиянием одновременно рабочего (вахтового), климатического (полярного) и хронофизиологического стресса. Все это негативно отражается на функциональном состоянии организма, приводя ко многим хроническим заболеваниям [2].

Таким образом, является актуальной разработка специально рекомендованной диеты для групп населения, проживающих за полярным кругом. При этом программа питания должна преследовать ряд задач:

1. Компенсировать дефицит витаминов, макро- и микронутриентов.
2. Значительно увеличить долю антиоксидантов.
3. Минимизировать углеводное и увеличить белково-углеводное питание.

Очевидно, что не существует универсальной формулы сбалансированного питания. Все зависит от условий внешней среды и специфики условий труда, так как обмен веществ различен в разных условиях существования и зависит от ряда факторов. К примеру, известно, что под влиянием климатогеографических условий Арктики у человека формируется «полярный метаболический тип», для которого характерно усиление энергетической роли жиров – энергетический обмен переходит с углеводного типа на липидный. Исторический опыт освоения Севера показывает, что основными источниками белка были рыба и мясо северных оленей. Причем выяснилось, что именно они содержат сбалансированное распределение белков и липидов, которое позволяет ассимилироваться в условиях крайнего Севера. Из растительной пищи в основном добывались корни растений, из которых наиболее собираемыми были голубика, брусника и черемуха [2].

Однако, важно учитывать и другое. В условиях ограниченности пищевых ресурсов и физиологического стресса, резко снижается способность организма поддерживать стабильность физиологических показателей организма: ухудшается иммунитет, утончаются стенки кровеносных сосудов, сбивается эндокринная регуляция внутренней среды организма.

В связи с этим, мы предположили, что рацион питания людей, работающих за северным полярным кругом, не должен ограничиваться только большой долей белково-липидных нутриентов. Предлагается внедрять ряд специально разработанных

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

функциональных продуктов питания, содержащих биологически активные компоненты растений, например, биофлавоноиды, которые применяются в течение многих последних лет в качестве сильных антиоксидантов. Определенная группа данных соединений может служить полезными пищевыми добавками, оказывая разностороннее влияние на состояние здоровья человека. В эту группу входят противораковые, противовирусные и противовоспалительные агенты, компоненты лекарственных препаратов для лечения некоторых генетических заболеваний. Хорошо описаны и проанализированы свойства флавоноидов с точки зрения их антиоксидантной активности, улучшения свойств клеточных мембран [3].

### Литература

1. Добродеева Л.К. Арктика и человек // Журнал медико-биологических исследований. 2014. №3. С. 100-102.
2. Панин Л.Е. Адаптация и питание человека в экстремальных условиях Арктики // Инновации и продовольственная безопасность. 2013 №1. С. 131-135.
3. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушино: Synchronobook, 2013. С. 310.

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

**В.Е. Минеев, М.В. Аксёнова, А.С. Сербина**

Научный руководитель доцент А.С. Федотов

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Одно из важных направлений в нефтегазовой промышленности – это создание нефтегазодобывающих районов в прибрежных зонах Арктики, а это начало в освоении Крайнего Севера.

Районы Крайнего Севера – экстремально климатические, производственные зоны, где нет инфраструктуры, и существуют протяженные расстояния для доставки продукции, персонала, оборудования к рабочим местам. В этих экстремальных условиях принято использовать вахтовый метод работы, поскольку влияние производственных, социально-бытовых, климатогеографических факторов создают такие условия для организма, когда превышаются все резервы здоровья человека. Из-за этого невозможно провести полную адаптацию организма к конкретным условиям, определить, есть ли профессиональные риски для здоровья, жизни человека.

Профессиональные риски заключаются в отрицательном воздействии со стороны окружающей среды, условий труда, это негативная реакция организма, психики работников. Также есть определение, что профессиональный риск – это вероятные повреждения в состоянии здоровья, смерть, что связано с исполнением должностных обязанностей на основании трудового договора, или в других случаях, установленных законодательно. Риски – это вероятность негативной реакции, но каждая вероятность может стать реальностью, если превышено негативное воздействие над адаптивными возможностями человека [1,4].

На основании информации, которая содержится в ГОСТ Р 12.0.010-2009 [6], показатели ущерба указывают на ухудшение состояния здоровья работников, потомства, нарушения функционального состояния организма, сокращение продолжительности жизни людей, нарушения психосоциального благополучия.

Критерии рисков в профессиональной деятельности – это стойкие, необратимые нарушения в состоянии здоровья работников, которые возникают из-за влияния ряда неблагоприятных производственных факторов.

Определение, оценка рисков, первым делом, связано с проведением профилактических мероприятий, которые дают возможность предотвращения потери здоровья, трудоспособности, развития патологических состояний организма.

Риски для здоровья. Работая вахтовым методом, на работников влияют климатогеографические, социально-бытовые, производственные факторы, которые возникают на протяжении всего вахтового периода, из-за того, что при этом методе работы происходит значительная удаленность от места постоянного проживания. В этих условиях сложно определить, какие именно факторы производственного характера оказывают влияние на здоровье работников. В экстремальных условиях жизнедеятельности необходимо осуществлять качественную оценку рисков для здоровья работников, которые стараются отражать негативное воздействие факторов окружающей среды на состояние здоровья. На основании Р 2.10.1920-04, риском для здоровья называется вероятность возникновения, развития угрозы для жизни, здоровья людей, угрозы здоровья и жизни потомства, которые обусловлены воздействием факторов среды обитания[7].

Критерии риска для здоровья – это состояние здоровья по статистическим данным, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, уровень травматизма, утрата трудоспособности, инвалидизация, смертность.

По результатам периодических медицинских осмотров, статистикой обращений за медицинской помощью работников вахтового метода можно утверждать, что наиболее часто диагностируют заболевания таких систем организма – сердечно-сосудистой системы, костно-мышечной, дыхательной, эндокринной, зрительной [5].

Проводя полноценную и качественную оценку рисков для здоровья работников, можно своевременно разработать и провести профилактические мероприятия, которые предотвратят развитие профессиональных рисков.

Психологические риски. Кроме производственных, континентально-географических факторов, работников в условиях Крайнего Севера могут настигнуть социально-бытовые факторы, это касается групповой изоляции, вынужденного характера взаимодействия с другими работниками, причем, не только в процессе работы, нахождения вдалеке от места постоянного проживания, ограничения выбора круга общения, публичность, интеграция в формальных, неформальных отношениях внутри вахтовой бригады.

На основании всех вышеперечисленных факторов, появляются и развиваются психологические риски в профессиональной деятельности работников Крайнего Севера.

Психологический риск трудовой деятельности – это вероятность, что появятся профессиональные личностные нарушения, сформируются неблагоприятные функциональные состояния работников в ходе выполнения ими трудовых функций из-за длительного воздействия социально-бытовых, производственных факторов, недостаточных личностных ресурсов.

Оценивая психологические риски работников, нужно разработать критерии и их индикаторы.

Критерии психологических рисков проявляются в психологической напряженности, стрессах, патологическом стрессе – то есть состоянии, которое негативно воздействует на человека, утомлении, профессиональном выгорании,

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

профессиональном отчуждении, снижении мотивации в достижении профессиональных успехов, беспомощности, профессиональной некомпетентности, консервации профессионального опыта, профессиональной деформации [8].

Индикаторы психологического риска заключаются в осуществлении неполного контроля поведения, напряженности в межличностных отношениях, принятии лидерства с точки зрения неформального руководителя, снижении уровня физической, умственной работоспособности при наступлении экстремальных условий, нарушении режима сна, бодрствования, эмоциональной неуравновешенности, употреблении спиртных напитков, нарушении трудовой дисциплины, допущении ошибок на работе, срывов, низкой скорости усвоения профессиональных навыков, повышенной интровертности.

Личностный ресурс состоит в совокупности внутренних средств, которые использует субъект для обеспечения эффективной работы и поддержания функционального оптимального уровня в процессе адаптации. Личностный ресурс вахтовых работников – это концентрация индивидуального стиля работы Е.А. Климова, которая состоит из двух компонентов – ядра и пристройки к ядру [2].

Средовой ресурс состоит из совокупности внешних средств, которые субъект применяет для того, чтобы обеспечить эффективную деятельность и поддерживать оптимальный уровень функционирования при адаптации. Для вахтовых работников, его характеристики объясняются степенью изоляции, организацией и условиями труда, возможностью выезда во время вахты, средствами коммуникации, работой на открытом пространстве, доступностью медицинского обеспечения, наличием психологической помощи [3].

Чтобы оценить психологические риски, выделяют такие показатели – личностный, средовой ресурс, негативное воздействие среды. Они дают возможность рассмотреть риски в пространстве трех координат, вероятности взаимодействия факторов. Эти координаты задают точки, которые отличаются качественными характеристиками, а каждая точка будет определенным риском.

Точка риска является идентификатором, который характеризует место расположения объекта в пространстве по вероятностям развития событий, а оси координат – это:

1. Средовой ресурс;
2. Негативный фактор;
3. Личностный ресурс.

Координаты этих точек определены на основе главного подхода описания, классификации профессий, концепции индивидуального стиля работы Е.А. Климова.

Выводы:

1. В экстремальных условиях труда на Крайнем Севере нужно осуществлять оценку профессиональных рисков, психологических рисков, рисков для здоровья.

2. Для оценки рисков для здоровья работников Крайнего Севера нужно применять более широкий перечень критериев, индикаторов, это даст возможность увеличить своевременные разработки и внедрение профилактических мероприятий.

3. Оценивая психологические риски, можно разработать технологию, провести мероприятия по управлению, причем и психологические, и риски для здоровья.

Литература

1. Ершов, Е.В., Бабенко, А.И., Пониц, Е.С., Хаснулин, В.И. Система мониторинга состояния здоровья работников газодобывающего предприятия на Крайнем Севере // Бюлл. СО РАМН. – 2008. - №2 (131). – С.60-65.
  2. Климов, Е.А. Индивидуальный стиль деятельности. Психология индивидуальных различий Тексты / под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. – Москва: Изд-во МГУ, 1982.
  3. Корнеева, Я.А. Адаптационные стратегии в профессиональной деятельности работающих вахтовым методом на Крайнем Севере: автореф. Дис. ... канд.псих. наук. – Москва, 2012. -30 с.
  4. Корнеева, Я.А., Дубинина, Н.И. и др. Риски в профессиональной деятельности вахтовых работников в условиях Крайнего Севера//Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2013, №3(91), Часть 2, С. 83-88.
  5. Корнеева, Я.А., Дубинина, Н.И., Дегтева, Г.Н. Особенности проведения предварительных и периодических медицинских осмотров персонала в усорвмях работы вахтовым методом на Арктическом шельфе // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2012. - №5 (87). –С.127-130.
  6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков» // утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. №680-ст.
  7. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – Москва, 2004.
- Харитонов, А.Н. Социальные проблемы экспедиционно-вахтовой системы деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса Севера: автореф. Дис. ...канд. Соц. наук. – Уфа, 2001. – 29 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТРОЗОДИМЕТИЛАМИНА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Р.Р.Ахмеджанов<sup>1</sup>, А.С. Федотов<sup>1</sup>, Р.Р. Бейсенова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Томский государственный педагогический университет, г.Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан*

В настоящее время не вызывает сомнений, что безопасность жизнедеятельности человека, как вида находится в состоянии острого, и пока неразрешимого конфликта с техносферой, как неотъемлемой составляющей развития человеческой цивилизации.

Так, одной из самых острых проблем ракетной промышленности является использование токсичного топлива. В настоящее время наиболее распространен, в качестве ракетного топлива, несимметричный диметилгидразин (НДМГ), или гептил. При попадании в окружающую среду гептил характеризуется крайней нестойкостью, что приводит к его трансформации в различные токсичные продукты [1].

Одним из таких продуктов распада является нитрозодиметиламин (НДМА), по опасности превышающий гептил в несколько раз.

НДМГ и его производные чрезвычайно токсичные соединения по отношению к различным видам животных и растительных организмов. Разбавленные растворы

**СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ,  
ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ  
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

гептила губительно действуют на семена, морские водоросли, одноклеточные и простейшие организмы. У млекопитающих вызывает судороги. В животный организм НДМГ и его продукты трансформации могут проникать любыми путями: при вдыхании паров продукта, через кожу, через пищеварительный тракт [2].

Целью нашего исследования явилось изучение влияния нитрозодиметиламина на биохимические показатели крови. Эксперимент проводился на 30 белых беспородных крысах, содержащихся на стандартном виварном пищевом рационе.

Крысы были разделены на 3 группы по 10 в каждой группе. Первую группу составляли контрольные крысы. Во второй группе животным вводили внутривенно нитрозодиметиламин в дозе LD<sub>50</sub> 40 мг/кг. В третьей группе животным вводили внутривенно в течение трех месяцев нитрозодиметиламин в дозе 1/10 LD<sub>50</sub>, что составляет 4 мг/кг ежедневно.

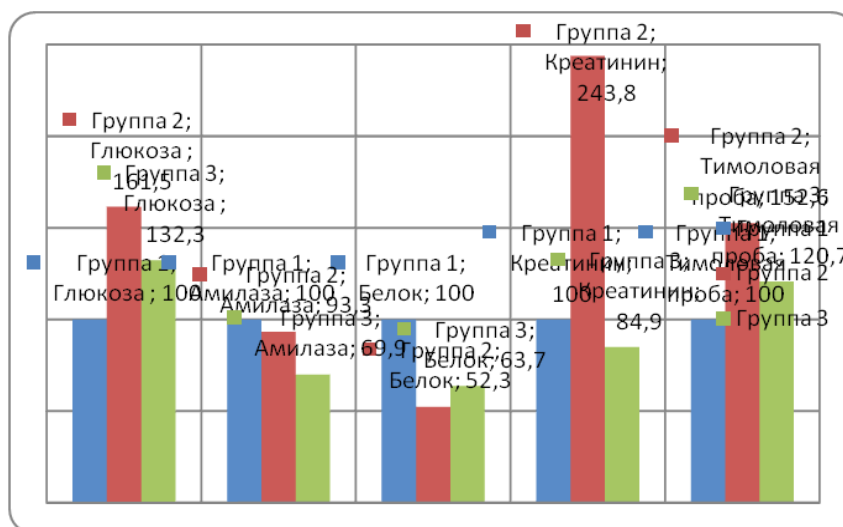
Контрольной группе вводили воду; во второй группе изучалось влияние острой затравки НДМА, забор крови происходил на следующий день; в 3 группе при изучении хронического влияния кровь бралась на исследования по истечении 3 месяцев.

Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром натощак из сонной артерии в количестве 10 мл без консерванта. После охлаждения кровь центрифугировали на протяжении 20 мин (при обороте 1500 в минуту). Полученную сыворотку отбирали в сухую, химическую чистую пробирку. Определяли содержание общего и связанного билирубина, общего белка, креатинина, глюкозы, активность ферментов - АсАТ, АлАТ, α-амилазы, а также тимоловую пробу.

Цифровые данные статистически обработаны по критерию Стьюдента.

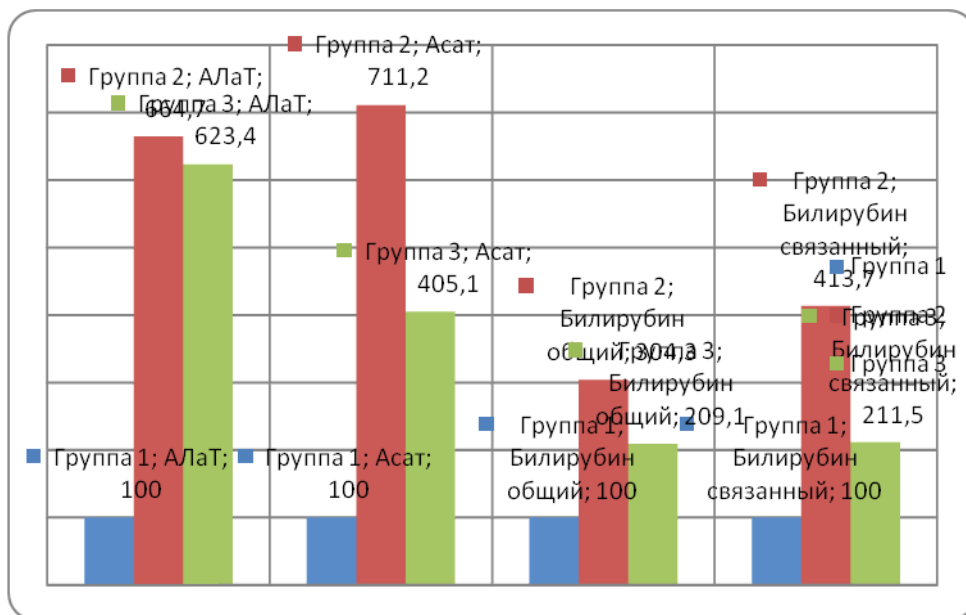
Биохимические показатели крови определялись на фотоэлектроколориметре-3 следующими методами: активность аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы - методом Рейтмана-Френкеля с динитрофенилгидразином, билирубин общий и связанный - методом Ендрассика-Гофа, общий белок - биуретовым методом, креатинин - методом Яффе с депротеинизацией, глюкозу - глюкозооксидазным методом, тимоловую пробу с тимолово-вероналовым буфером, α-амилазу - методом Каравея [3].

Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.



**Рис. 1** Изменения показателей глюкозы, амилазы, общего белка, креатинина и тимоловой пробы при острой и хронической интоксикации НДМА





**Рис. 2** Изменения показателей АЛаТ, АСаТ, билирубина общего и билирубина связанного при острой и хронической интоксикации НДМА

В результате наших исследований было выявлено увеличение содержания глюкозы при острой затравке нитрозодиметиламином во второй группе на 61,5% ( $P < 0,001$ ). Содержание  $\alpha$ -амилазы во второй группе уменьшилось на 6,7% ( $P < 0,001$ ).

Гипергликемия, наблюдаемая во второй группе, может быть связана с усилением распада гликогена в печени и мышцах, замедлением биосинтеза белков и жиров, а также уменьшением скорости окисления глюкозы в тканях. Это объясняет глюконеогенетический механизм гипергликемии, из литературы известно, что производные гидразинов ингибирует глюконеогенез.

Пониженное значение  $\alpha$ -амилазы показывает на нарушение окисления углеводов с замедлением распада их в тканях при острой интоксикации нитрозодиметиламином. Также понижение уровня амилазы в крови встречается при недостаточности работы органов, вырабатывающих этот фермент. Такое явление возможно при недостаточной работе поджелудочной железы.

В пользу ингибирования активности аминотрансфераз может служить факт повышения уровня свободных аминокислот в плазме, печени, головном мозге и мышцах

В исследовании изменения содержания общего белка в крови во второй группе было выявлено уменьшение показателей от уровня контрольной группы на 47,7% ( $P < 0,01$ ). Такие показатели свидетельствуют о переходе плазменных белков в интерстициальную ткань, что связано с увеличением проницаемости стенок капилляров, а также влиянием гидразинов на пептидные связи полипептидов, что улучшает миграцию белковых частиц из кровяного русла в лимфу. В общем, о влиянии НДМА на обмен белков можно сказать, что выявленная умеренная диспротеинемия может быть расценена как начальная фаза нарушения белкового обмена. По литературным данным, гипопропротеинемия наблюдается при нарушении синтеза белков в организме вследствие нарушения белковосинтетической функции печени – циррозы, гепатиты, токсическое поражение.

Характер изменений содержания креатинина в крови у экспериментальных животных при острой интоксикации нитрозодиметиламином – увеличение показателя на 143,8% ( $P < 0,01$ ).

## **СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

Тимоловая проба, которая показывает патологию печени, была увеличена на 52,6% ( $P < 0,01$ ).

Увеличение содержания креатинина в крови наблюдается при нарушении функций работы почек. Положительная тимоловая проба при интоксикации гидразинами свидетельствует о значительных изменениях в паренхиме печени.

Действие производных НДМГ на различные ферментные системы не специфично. Они вызывают повышение или угнетение активности многих ферментов. В основе механизма токсического действия производных гидразина лежит их способность ингибировать пиридоксальзависимые ферменты – аминотрансферазы, аминоксидазы, декарбоксилазы и другие. Это приводит к изменению реакций переаминирования, фосфорилирования, декарбоксилирования, окисления, ацетилирования и др. жизненно важных процессов.

Активность аминотрансфераз в экспериментальных группах достоверно была выше контрольных данных. При острой интоксикации содержание аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы превышало контрольные значения на 564,7% и 611,2% соответственно ( $P < 0,001$ ), что может свидетельствовать о неблагоприятных изменениях в паренхиме печени, а также повреждениях в сердечной мышце.

Во второй группе при острой интоксикации НДМА при определении содержания общего и связанного билирубина наблюдалось значительное повышение в крови данных показателей. Билирубин общий был выше контрольной группы на 204,3% ( $P < 0,001$ ), а билирубин связанный – на 313,7% ( $P < 0,001$ ).

Такие высокие показатели в обмене билирубина, то есть билирубинемия, показывают поражение паренхимы печени, когда билирубин проникает в кровь через разрушенные печеночные клетки. Общеизвестно, что при застое желчи, переполненные желчные каналы травмируются и пропускают билирубин в кровь, а значительные изменения биохимических показателей крови показывают о развитии токсического гепатита, когда происходит тяжелые изменения в белковообразовательной, желчеобразовательной функции печени.

Итак, при острой интоксикации нитрозодиметиламином у экспериментальных животных в крови наблюдались значительные изменения показателей. Повышение глюкозы и понижение  $\alpha$ -амилазы говорит об изменении углеводного обмена в организме. Такие явления связаны с усилением распада гликогена в печени и мышцах, снижением скорости окисления глюкозы, а также нарушением окисления углеводов с замедлением их распада. Общий белок в крови затравленных крыс был почти в два раза ниже уровня контрольной группы. Это объясняется увеличивающим действием нитрозодиметилamina на проницаемость клеток и влиянием пептидные связи полипептидов; это ведет к способности белка мигрировать из кровеносной системы. Показатели креатинина и тимоловой пробы были выше контрольной группы, что свидетельствует о дисфункции почек и печени соответственно. Многократное увеличение наблюдалось в показателях аминотрансфераз, что свидетельствует не только о нарушениях функций печени, но также и о повреждениях мышц, клеток сердца и нервных тканей. Высокие показатели билирубина говорят о прямом токсичном влиянии нитрозодиметилamina на паренхимы печени.

Согласно данным литературы, для хронического отравления нитрозодиметиламином характерны симптомы прогрессирующей недостаточности печени – нарушения белкового, углеводного и пигментного обменов – и в меньшей степени почек.

В результате наших исследований было обнаружено, что при хронической интоксикации НДМА в третьей группе экспериментальных животных показатель глюкозы увеличился на 32,3% ( $P < 0,01$ ).

При исследовании  $\alpha$ -амилазы на фоне хронической интоксикации, показатели были ниже на 30,1% ( $P < 0,001$ ).

Увеличение содержания глюкозы при хроническом отравлении происходит из-за усиления распада гликогена не только в печени, но и в мышцах. Также происходит снижение биосинтеза жиров и белков, уменьшается скорость окисления глюкозы в тканях. Из литературы известно, что производные гидразина, в том числе и нитрозодиметиламин, обладают ингибирующим действием на глюконеогенез. Уменьшение показателя амилазы в четвертой группе связано, скорее всего, с влиянием на способность углеводов окисляться.

При исследовании показателя общего белка в крови затравленных крыс было обнаружено уменьшение от контрольной группы на 36,3% ( $P < 0,01$ ).

Уменьшение показателя общего белка при хронической интоксикации так же, как и при острой, говорит о миграции белка из кровеносной системы. Связано с повышением проницаемости мембран клеток и изменением пептидных связей.

Показатели креатинина и тимоловой пробы при хронической интоксикации в четвертой группе соответственно были такими: уменьшение на 15,1% ( $P < 0,001$ ) и увеличение на 20,7% ( $P < 0,01$ ).

При хронической интоксикации увеличение креатинина может быть связано с увеличением синтеза креатинина в мышечной ткани. Увеличение значения тимоловой пробы связано с изменениями в печени.

При исследовании влияния хронического воздействия НДМА на аминотрансферазы в крови экспериментальных животных были выявлены значительные изменения. Превышение показателя АЛаТ составило на 523,4% ( $P < 0,001$ ) выше, чем в контрольной группе. А увеличение значения АСаТ было на 305,1% ( $P < 0,001$ ) больше, по сравнению с данными по первой группе.

Многokратное увеличение показателей АЛаТ и АСаТ при хронической интоксикации нитрозодиметиламином говорит об отрицательном воздействии не только на печень организма, но и также на сердце и мышцы.

При изучении влияния хронической интоксикации на организм НДМА на показатели общего и связанного билирубина в крови было выявлено увеличение по сравнению с контрольной группой почти в 2 раза. Значение общего билирубина увеличено на 109,1% ( $P < 0,001$ ), а связанного билирубина – на 111,5% ( $P < 0,001$ ).

Такое сильное увеличение показателей по сравнению с контролем говорит о значительных разрушениях в паренхиме печени, что позволяет билирубину проникать в кровь. Данное явление возможно только при тяжелом поражении клеток печени, что ведет изменения в желчеобразовательной и белковообразовательной функциях печени.

Итак, при хронической интоксикации нитрозодиметиламином экспериментальных животных многократное увеличение показателей наблюдалось при определении аминотрансфераз в крови исследуемых крыс. Такое увеличенное содержание данных ферментов может говорить о разностороннем воздействии нитрозодиметилamina на организм. Повреждению подвержена не только печень, но сердце, мышцы, нервные ткани и почки. Почти в два раза были увеличены показатели общего и связанного билирубина. Понижающее воздействие нитрозодиметилamina при хронической интоксикации оказал на показатели амилазы, общего белка и креатинина. Пониженный уровень амилазы может объясняться

**СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ,  
ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ  
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

---

недостаточностью поджелудочной железы, общего белка – недостаточностью печени, креатинина – нарушениями обменных процессов в организме.

По сравнению с острой интоксикацией, хроническая интоксикация оказывает меньшее влияние на показатели билирубина в крови, АСаТ, и почти в три раза меньшее значение у креатинина. По сравнению с контрольной группой хроническое воздействие оказывает наиболее острое влияние на показатели ферментов аминотрансфераз (многократное увеличение от нормы). Тогда как острое отравление нитрозодиметиламином существенно сказывается не только на показателях АЛТ и АСТ, но и на креатинине, билирубине и общем белке.

Итак, по данным, полученным в ходе экспериментов, можно сказать, что при воздействии НДМА происходит ряд изменений в крови. По биохимическим показателям можно сказать, что наибольшие изменения претерпевает печень. А также наблюдаются патологические процессы в поджелудочной железе, на которые указывает гипергликемия и повышение содержания  $\alpha$ -амилазы.

Литература

1. Экологические проблемы арктических и приарктических территорий России. Юдахин Ф.Н., Боголицын К.Г., Щеголева Л.С [Электронный ресурс] — Режим доступа.  
: -  
[http://www.arhsc.ru/data/files/2010\\_03\\_31/materialy2010/ms08\\_Yudakhin.pdf](http://www.arhsc.ru/data/files/2010_03_31/materialy2010/ms08_Yudakhin.pdf)
2. Богданов Н. А. “Вопросы токсикологии ракетного топлива”, Л., Изд. ВМА им. С. М. Кирова. 1961 – С.36-38.
3. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник под редакцией Меньшикова В.В. М., «Медицина» - 1987. – с. – 174-234.

**Секция 8**  
**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ.**  
**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ**  
**СРЕДУ АРКТИКИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА**  
**И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО**  
**К АРКТИЧЕСКИМ ПРОЕКТАМ**

**Н.В. Чухарева, доцент**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

**Оценки запасов месторождений арктического шельфа и затрат на их освоение.**

В современных условиях изменения геополитической обстановки и поиска новых направлений стратегического партнерства России необходимо развивать все отрасли народного хозяйства, в том числе и минерально-сырьевой комплекс. Одновременно сокращение запасов основных районов нефтегазодобычи – Надым-Пур-Тазовского, Волго- Уральского – заставляет искать новые, в том числе расположенные в суровых климатических условиях Крайнего Севера и Арктики. Одним из таких перспективных регионов является арктический шельф, обладающий уникальными запасами углеводородов высокого качества. Согласно последним оценкам Сибирского отделения РАН, ресурсы углеводородов шельфов Арктики составляют около 58% от запасов всего Мирового океана.

Что касается освоенных Россией арктических месторождений, то, к примеру, запасы Приразломного оцениваются в 72 млн т нефти [2], а ресурсная база по первой ловушке месторождения «Победа» (скважина «Университетская-1») – уже более чем в 100 млн т [6]. По материалам общего собрания некоммерческого партнерства «Координатор рынка газа», к 2040 г. шельф Арктики (район Карского и Баренцева моря) станет крупнейшим источником добычи природного газа [5] (табл. 1):

*Таблица 1*

*Добыча газа по регионам России, млрд м<sup>3</sup> [5]*

Регион добычи	2020 г.	2030 г.	2040 г.	2100 г.
Надым-Пур-Тазовский район	415,0	236,0	220,0	84,0
П-ова Ямал и Гыдан	86,0	250,0	197,0	71,0
Восточная Сибирь и Дальний Восток (суша)	88,4	89,8	90,8	72,8
Карское море	16,7	102,0	209,0	77,0
Баренцево море	72,0	75,0	75,0	30,0
Прочие моря России	37,4	39,5	25,5	29,0

Кроме того, по данным геофизических исследований, большие запасы углеводородов могут быть обнаружены на шельфе восточно-арктических морей. Однако, вся Русская Арктика на данный момент исследована крайне слабо. Средняя плотность сейсмической изученности Баренцева и Печорского морей составляет 0,41 км/км<sup>2</sup>, Карского – 0,13 км/км<sup>2</sup>, Чукотского и Лаптевых – 0,04 км/км<sup>2</sup>.

## СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Основными препятствиями для исследований являются суровые климатические условия, сезонный характер проведения работ, отсутствие инфраструктуры, малая и сравнительно молодая специализированная техническая база. Еще одним затруднительным аспектом освоения арктического шельфа является его капиталоемкость. Так, если затраты на освоение нефти в Западной Сибири составляют 30 долл./т, в Восточной Сибири – 80 долл./т, на шельфе Сахалина – 300 долл./т, то на арктическом шельфе они ожидаются в размере 700 долл./т [4].

Для составления алгоритмов решения вышеозначенных проблем специалистами создаются определенные модели и концепции. Наиболее актуальной на сегодняшний день и получившей признание научного сообщества является концепция устойчивого развития.

### Устойчивое развитие – синтез четырех фундаментальных основ

Парадигма «устойчивого развития» является, по сути, синтезом социальных, экономических, экологических и технических идей и представляет собой конкретную модель гармоничного, сбалансированного развития региона. В основе ее лежат два ключевых понятия:

Потребность в ресурсах (в данном контексте, углеводородов арктического шельфа);

Ограничения, накладываемые на добычу, переработку и транспортировку этих ресурсов.

Эти понятия четко взаимосвязаны технологиями освоения шельфа, грамотное применение которых должно сохранить баланс между потребностью и ограничениями и базируется на ряде факторов:

Объем сырьевой базы; Ресурсоэффективность; Объем инвестиций; Окупаемость проекта

Все эти факторы были учтены при составлении Декларации по окружающей среде и развитию («Саммит Земли», 1992 г.), провозгласившей пять положений устойчивого развития [1]. Спустя 20 лет, на конференции ООН «Рио+20» эти положения были закреплены и дополнены. В данном случае будут рассмотрены только три, объединяющие в совокупности четыре фундаментальные основы нашей модели (рис. 1).



Рис.1 Взаимосвязь четырех фундаментальных основ устойчивого развития

1. Принцип удовлетворения потребностей современности без угрозы для будущих поколений («экономика» + «общество»). Первоочередная задача освоения Арктики для России – расширение своей сырьевой базы. Оптимальным решением

может быть включение некоторых крупных нефтегазовых объектов шельфа в федеральный фонд резервных стратегических месторождений, что позволит рационально распределить добычу ресурсов и не приведет к их преждевременному истощению.

2. *Относительность имеющихся ограничений в области эксплуатации природных ресурсов* («технологии» + «экономика» + «экология»). Ключевыми факторами являются: современный уровень материально-технической базы, способность окружающей среды восстанавливаться после хозяйственной деятельности человека и адаптироваться к ее последствиям. В процессе освоения Арктики технологии разработки должны быть модернизированы, сделаны более экологически чистыми (как мы помним, чем лучше оснащено производство, тем меньшие ограничения на него накладываются). Несовершенство технологий может привести к большим ресурсным потерям при добыче нефти (что противоречит первому положению устойчивого развития), а также к серьезным экологическим и техногенным катастрофам – аварийные подледные разливы нефти крайне трудно локализовать и ликвидировать. В частности, в вопросе технологий полезно перенимать зарубежный опыт [3].

3. *Необходимость согласования международным сообществом разумного потребления ресурсов арктического шельфа* («экология» + «общество»). Сотрудничество между странами не должно ограничиваться техническим вопросом. Экологические аспекты освоения Арктики, рациональное соотношение объемов потребления ресурсов и темпов восстановления окружающей среды уже сейчас волнуют мировую общественность и мотивируют создание совместных шельфовых проектов.

Как мы видим, модель, разработанная ведущими специалистами ООН в области экономики, экологии и социологии, оптимально вписывается в процесс освоения арктического шельфа и может послужить основой для разработки специальной стратегии исследования и разработки месторождений. Также этот факт подтверждает обоснованность применения концепции устойчивого развития к топливно-энергетическому комплексу в целом.

### Литература

1. Гизатуллин Х. Н. Концепция устойчивого развития: новая социально-экономическая парадигма / Х. Н. Гизатуллин, В. А. Троицкий // *Общественные науки и современность*. – 1998. – № 5. – С. 124–130.
2. Дмитриевский А. Н. Энергетические приоритеты и безопасность России (нефтегазовый комплекс) / А. Н. Дмитриевский, А. М. Мастепанов, М. В. Кротова. – М.: ООО «Газпром экспо», 2013. – 336 с.
3. Фадеев А. М. Зарубежный опыт освоения углеводородных ресурсов арктического континентального шельфа / А. М. Фадеев, А. Е. Череповицын, Ф. Д. Ларичкин // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. – 2011. – Т. 13, № 1. – С. 79–89.
4. Шкатков М. Ю. Перспективы регионального геологического изучения континентального шельфа России / М. Ю. Шкатков, И. Ю. Винокуров // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. – 2001. – № 4.
5. Материалы общего собрания Некоммерческого партнерства «Координатор рынка газа». – М., 2008.
6. «Роснефть» нашла большие запасы газа и нефти в Карском море [Электронный



**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

ресурс] –режимдоступа <http://www.oilcapital.ru/upstream/253317.html> (дата обращения: 16.10.2014).

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ  
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ В МЕСТАХ ПРОКЛАДКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ**

**И.Р. Айсматуллин, В.Н. Слепнёв, Р.Ю. Шестаков**

Научный руководитель начальник управления промышленной безопасности, охраны труда и экологии С.А. Половков  
**ООО «НИИ Транснефть», г. Москва, Россия**

Нефтепровод Заполярье - Пурпе, обеспечивающий приём в систему трубопроводного транспорта нефти из новых месторождений севера Красноярского края и Ямало-Ненецкого автономного округа, был запущен в эксплуатацию в январе 2017 года. Это самый северный магистральный нефтепровод в Российской Федерации.

Данная статья посвящена описанию методики разработки защитных мероприятий для территорий Арктической зоны РФ в местах прокладки магистральных трубопроводов.

Магистральный нефтепровод Заполярье - Пурпе (далее – МН) проложен в условиях арктического климата, который характеризуется продолжительной суровой зимой и относительно коротким тёплым летом. Способ прокладки – надземный с участками подземной прокладки. Перекачиваемая смесь нефтей характеризуется высокой вязкостью и температурой застывания до +17 °С. Для поддержания текучести предусмотрен подогрев нефти до 60 °С на специально оборудованных пунктах подогрева, расположенных по трассе.[1].

Существует опасность деформации многолетнемёрзлых грунтов под действием разлива «горячей нефти» и последующих работ по его локализации и ликвидации. Подобные процессы могут нанести серьёзный ущерб природе Арктики и стать причиной новых аварий на МН. В целях уменьшения ущерба от нефтяного разлива и повышения безопасности трубопровода необходима разработка защитных мероприятий по защите территорий.

Для начала определяются наиболее опасные участки трубопровода, объём нефти, попадающий в окружающую среду при аварии на них, прогнозируются пути распространения разлива.

Наиболее опасные участки МН определены по результатам оценки риска. Объём разлива рассчитывался с учётом профиля рельефа, времени закрытия задвижек и расстояния между ними в соответствии с «Методическим руководством по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах» (РД-13.020.00-КТН-148-11). Ущерб был оценен по «Методическим рекомендациям по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» (РД 03-496-02). Расчёт вероятности и определение рисков производились с помощью программного пакета «Toxi+Risc» версии 4.4.1. В итоге получилось разделить все участки МН на две группы: участки «средней» и «малой» сравнительной степени опасности. Это вполне закономерно, поскольку при строительстве трубопровода Заполярье - Пурпе применялись технологии и конструкции нового поколения. Повышение степени опасности с «малой» до «средней» определено попаданием разлива нефти в водный объект и соответственно увеличением величины ущерба. Для дальнейшего анализа был выбран участок трубопровода с большим количеством водных объектов.

Прогнозирование распространения разлива производилось путём компьютерного моделирования. Для этого использовался модуль «Разлив нефтепродуктов (суша)», разработанный российской компанией ООО «ИНТРО-ГИС» (г. Уфа) для программного пакета ArcGIS Desktop (далее - модуль) [2]. В статье представлен наиболее опасный сценарий распространения нефтяного разлива, при котором на траекторию нефти основное влияние будет оказывать рельеф местности прокладки трубопровода. Событием, которое инициирует разлив, принят гильотинный разрыв трубопровода, который характеризуется максимальным объёмом выхода нефти в окружающую среду. Вышеперечисленные условия позволяют спрогнозировать наиболее удалённые места скоплений и стоков. Результат моделирования представлен на рисунке 1.

Разработка защитных мероприятий рекомендуется для мест приоритетной защиты – точек попадания нефти в водные объекты.

В качестве защитных сооружений для предотвращения загрязнения

водных объектов может применяться защитное обвалование или георешётка с включением в конструкцию одного или нескольких отрезков трубопровода с запорно-регулирующей арматурой для отвода накапливающихся талых или дождевых вод. Также предлагается создание опорных пунктов в непосредственной близости к наиболее уязвимым участкам МН, на которых будет располагаться запас средств локализации и ликвидации нефтяного разлива, что позволит экономить время на их доставке к месту чрезвычайной ситуации. [3]

Описанная методика даёт возможность наиболее полно и близко к реальности оценить картину событий при возникновении нефтяного разлива на магистральном трубопроводе. Она может быть применена для разработки и предложения защитных сооружений и мероприятий по уменьшению ущерба и максимальное сокращение воздействия потенциального разлива на хрупкое природное равновесие Арктики.



*Рис. 1 Результаты моделирования разлива*

### Литература

1. Лисин Ю.В., Сощенко А.Е., Суриков В.И., Павлов В.В., Зотов М.Ю. Технические решения по способам прокладки нефтепровода Заполярье – НПС «Пурпе»//Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. №1(13). С. 24-28.
2. Половков С.А., Гончар А.Э., Максименко А.Ф., Слепнёв В.Н. Оценка риска возникновения повреждений трубопроводов, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации. Моделирование разлива и определение возможного объёма нефти с учётом рельефа местности// Территория Нефтегаз. – 2016. - №12. – С. 88-93.
3. Половков С.А., Шестаков Р.Ю., Айсматуллин И.Р., Слепнёв В.Н. Системный подход при разработке мероприятий по предупреждению и локализации последствий аварий на нефтепроводах в Арктической зоне РФ// Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. - №1(28) – С. 20-28.

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

**РЕАКЦИЯ АРКТИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ НА СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ: МЫС ЖЕЛАНИЯ АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ**

**Д.О. Клим**

Научный руководитель доцент Л.Н. Поликина

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Россия*

С каждым годом возрастает интерес к Арктике, как к месту формирования климата планеты, территории, обладающей колоссальным природно-ресурсным и экономическим потенциалом, нетронутому уголку Земли, где, в силу суровости условий, сохранились уникальные природные экосистемы.

Оценка потенциала дальнейшего развития территорий рассчитывается исходя из современных условий среды, при наличии многолетних трендов изменения определённого фактора среды может содержать поправки. На данный момент многими учёными подтверждается положительная динамика климатических изменений, носящих временной циклический характер [3]. Одним из определяющих показателей климатических условий является приземная температура воздуха.

Положительная динамика изменений значений температуры отмечается повсеместно на Земле. В тропических областях температурные аномалии выражены меньше, чем в приполярных [3]. Результат изменения климата последних десятилетий отражён в ландшафтах и экосистемах циркумполярных областей в виде причин сокращения площадей морских льдов, таяния покровных ледников, изменения ледового режима морей и т.п. Таким образом, Арктика (как и Антарктика) становится предметом множества дискуссий, притягивает внимание исследователей, привлекает комплексные научные экспедиции.

Одним из таких научно-образовательных проектов является «Арктический плавучий университет», организуемый САФУ им. М.В. Ломоносова при поддержке Северного УГМС и РГО, и других организаций, ставший ежегодным с 2012 года.

В 2016 году трёхнедельная (с 7 по 27 июня) экспедиция имела маршрут, подразумевающий полевые работы на мысе Желания архипелага Новая Земля. Результаты органолептических наблюдений в данной местности представляют наибольший исследовательских интерес.

Мыс Желания имеет следующие географические координаты: 76° 57' N, 68° 33' E. Высадка участников экспедиции происходила 18 июня 2016 года в бухте Поспелова в непосредственной близости от мыса Желания. Безоблачно, штиль, температура воздуха +8...+12 °С.

Определяющим особенностями формирования, строения и развития хрупких арктических ландшафтов фактором является многолетняя мерзлота, которая, в свою очередь, определяется показателями температуры воздуха. В исследуемой области многолетнемерзлые породы имеют сплошное распространение.

При подходе к побережью невооружённым взглядом можно наблюдать термоабразионные процессы, происходящие непосредственно на мысе. Северные моря обладают огромным энергетическим потенциалом. Берег сложен рыхлыми мерзлыми породами, и в контексте современных изменений климата и отепляющего действия морских вод мерзлота протаивает – берега становятся в большей степени подвержены разрушению [1]. Длительные исследования береговых процессов подтвердили, что абразия берегов, сложенных многолетнемерзлыми породами происходит быстрее, чем разрушение берегов, находящихся вне криолитозоны [2]. Формируется скалистый, обрывистый с обвалами берег с неширокими галечными пляжами и крупными окатанными глыбами, результатом недавнего обрушения

части мыса. Пляжи характерны для вдающейся глубоко в море части побережья. Мыс подвержен процессам физического выветривания под влиянием арктических ветров.

В естественных условиях происходит как прямое влияние растительного покрова на развитие многолетней мерзлоты, так и обратное влияние последней на растительность [1]. Флористическое разнообразие арктических пустынь считается очень бедным, жизненные формы растений компактны. В 2014 году на мысе и в бухте были проведены работы по очистке территории от антропогенного мусора при участии тяжёлой техники. Результатом чего явилось нарушение верхнего горизонта грунта и практически полное уничтожение имеющейся растительности, которая только начинает восстанавливаться и представлена небольшими в диаметре мохово-лишайниковыми группами и отдельными экземплярами *Saxifraga oppositifolia* в многочисленных термокарстовых понижениях рельефа. Таким образом, в данной ситуации растительный покров имеет малое влияние на современные криогенные процессы на исследуемом участке. Кроме того, потепление климата увеличивает продолжительность вегетационного периода и приводит к более раннему наступлению пригодных для развития растений условий. С увеличением площадей термокарстовых оврагов, образующихся в результате провалов на месте протаивания многолетней мерзлоты, понижения в новых формах микро- и нанорельефа занимают растения, развивающиеся в условиях защиты от ветра более стремительно и приобретающих большее значение в динамике криогенных процессов.

Кроме термокарстовых оврагов как результат большего протаивания мёрзлых пород, наблюдается линейное растрескивание грунта, формирование термоэрозионных оврагов на склонах, развитие солифлюкционных террас. В береговой зоне бухты Поспелова были обнаружены солифлюкционные террасы, образованные в процессе выноса тальми водами, спустившимися с возвышенностей, материала непосредственно в морские воды.

Изменение климата оказывает комплексное влияние на криогенные ландшафты Арктики, способствуя развитию новых форм рельефа. При этом отмечается неантропогенный, естественный характер изменений климатических показателей. Описываемая территория находится в одной из зон самых больших температурных аномалий Арктики [3]. Повышение температур воздуха будет способствовать более глубокому протаиванию многолетней мерзлоты и превращению её в сезонную.

### Литература

1. Общее мерзлотоведение (геокриология), изд. 2, перераб. и доп. Учебник. Под ред. В.А. Кудрявцева. М., Изд-во МГУ, 1978 г., 464 с.;
2. Разумов С.О. Мерзлота как фактор динамики береговой зоны восточных арктических морей России//Океанология. 2010. Т. L. № 2. С. 285–291;
3. Семенов В.А. Долгопериодные климатические колебания в Арктике и их связь с глобальными изменениями климата: дис. ... д-ра физ.-мат.: 25.00.29. – Москва, 2010. – 268 с.;
4. Relationship between satellite-derived land surface temperatures, arctic vegetation types, and NDVI/ Martha K. Raynolds, Josefino C. Comiso, Donald A. Walker, David Verbyla // Remote Sensing of Environment, 112 (2008), P. 1884 – 1894.

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

**ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ОТХОДОВ  
НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИКИ**

**А.В. Лымарев**

Научный руководитель доцент В. Г. Мельникова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

Зона Арктики – одна из важнейших в сфере экологии и экономики в Российской Федерации. Проблема отходов, их утилизации, переработки и сбора — одна из острейших, и в арктической зоне Российской Федерации эта проблема возникла в более явном масштабе. Сложные климатические условия затрудняют проведение мероприятий по удалению отходов и приводят к негативному влиянию на экосистемы Арктики. Эти факторы определены в Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике: экстремальные природно-климатические условия; очаговый характер освоения территорий; зависимость хозяйственной деятельности от поставок из других регионов России; низкая устойчивость экологических систем[3]. Имеющийся печальный исторический опыт нерационального использования природных ресурсов: экстенсивное использование целинных земель, приведшее к эрозии почвы, непродуманное водопользование Аральским морем, повлекшее его высыхание – всё это прямо указывает на недостатки концепции потребления. Однако нынешняя экономическая политика РФ не свидетельствует об изменении экологического подхода. При доходах бюджета РФ в 13,5 трлн. рублей и дефиците в 2,7 трлн. рублей, доходы от реализации углеводородов составляют 5 трлн. рублей, в то время как затраты на охрану окружающей среды – всего 70 млрд. рублей. Очевидно, что в ближайшее время промышленность будет приоритетнее вопроса экологической безопасности. При этом в экологии актуальной становится не только защита экосистем, но и самого человека от человека, и проблемы, созданные нашими современниками, станут актуальными для наших потомков[1].

Отходы в Арктике появляются из различных источников, как-то: стационарные объекты (военные части, полярные станции); объекты недропользования (нефтегазодобывающая отрасль промышленности); дельты крупных рек[2]. Стационарные объекты - основной путь поступления мусора. В начале 1990-х гг. Арктику стали покидать полярники и военные, оставляя здания, ГСМ и иные отходы. По различным оценкам на указанной территории насчитывается до 4 млн т промышленного мусора и до 12 млн железных бочек. Пластиковый мусор здесь не накоплен ввиду того, что в те годы он просто не был распространен. Опасными источниками загрязнения являются тяжелые металлы и стойкие органические соединения. Третий источник - объекты недропользования. В советский период отходы не вывозились. Однако, учитывая кратковременный характер работ и небольшое число работников, в целом они дают небольшой процент в общем количестве оставленного мусора. Сейчас на участках добычи действуют жесткие правила, направленные на поддержание благоприятной экологической обстановки. ТБО утилизируются по действующим нормам, но нельзя полностью исключать вероятность образования новых стихийных свалок.

Следующий источник загрязнения — материковый сток дельт крупных рек. Крупные реки выносят в море и береговую зону весь мусор своих бассейнов. Именно реки выносят отходы с высоким содержанием пластика. При этом, объемы поступающих пластиковых отходов не учитываются, так как мониторинг ведется по содержанию нефтяных углеводородов, тяжелых металлов и т.д. Поскольку общий

суммарный речной сток в моря российской Арктики оценивается в размере порядка 2500 км<sup>3</sup>, то и вынос ТБО с источников на материк значителен[3].

В условиях Арктики также существуют свои особенности по утилизации отходов. Специалисты Совета по изучению производительных сил РАН и Минэкономразвития России определили, что основными видами работ при удалении ТБО будут: утилизация металлолома; ликвидация свалок с несортированными ТБО; ликвидация объектов инженерной инфраструктуры. При этом предполагается использование трех современных способов удаления твердых отходов: закапывание (захоронение); сжигание; утилизация. Захоронение - наиболее распространенный способ избавления от отходов, однако в условиях вечной мерзлоты это зачастую невозможно. Также, распространённым способом является сжигание, однако при этом происходит загрязнение воздуха. Поэтому наиболее подходит утилизация мусора с сортировкой отходов и постройкой региональных заводов по переработке мусора. Негативное влияние на экосистемы при использовании данного метода исключается, но он является самым затратным. В других странах Арктического бассейна к проблеме накопленных ТБО впервые обратились только в 1980-х гг., и соответствующие программы предусматривают значительные финансовые затраты при их реализации. В то же время, как уже было сказано, нынешняя бюджетная система не предполагает таких затрат на экологию.

Глава XIV.1. Федерального закона «Об охране окружающей среды» предусматривает ряд мероприятий по ликвидации накопленного вреда окружающей среде. В первую очередь, необходимо составить реестр объектов накопленного вреда, для чего нужно выявить данные объекты и провести их комплексную оценку. Данные мероприятия вправе проводить органы государственной власти субъектов Российской Федерации или органы местного самоуправления. Также в ряде случаев, организация работ по ликвидации накопленного вреда проводится на федеральном уровне. Важно учесть, что в данном случае перед оценивающей комиссией встаёт проблема физического доступа к данным объектам, так как приблизительная оценка недопустима, ввиду того, что контроль и приёмка выполненных работ по ликвидации осуществляется в соответствии с результатами проведённых обследований и инженерных изысканий. Основная проблема российской Арктики заключается в определении необходимых экологических мероприятий и их бюджетного финансирования. Необходимые меры, как то: увеличение штатов органов, уполномоченных проводить контроль и надзор за предприятиями, субсидии и льготы в отношении предприятий, использующих НДТ, проведение мер по ликвидации накопленного вреда – всё это требует значительных финансовых вложений. Между тем, данная ситуация является ярким примером ситуационной задачи «рубль сегодня или полтора завтра», и те затраты на поддержание экологии, которые мы должны понести сегодня, вырастут в разы для наших потомков.

### Литература

1. Лукин Ю. Ф. «Горячие точки» Российской Арктики // Арктика и Север. 2013. № 11 С.1-35.
2. Мизин И. А. Современные проблемы удаления ТБО из труднодоступных районов российской Арктики // Справочник эколога. 2014. №8 (20) С. 85-96.
3. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утв. Президентом РФ 18.09.2008).

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКАЗОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**А.А. Мильке**

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

На территории Российской Федерации зарегистрировано множество нефтедобывающих компаний, и в каждой существует проблема коррозии погружного оборудования. Эта проблема существует с самого начала истории добычи нефти и требует к себе пристального внимания [1].

Для анализа были использованы данные с месторождений ООО «Газпромнефть-Восток». Названия месторождений были зашифрованы по просьбе компании и названы буквами латинского алфавита.

Основные задачи данной работы, необходимые для реализации поставленной цели:

1) Проанализировать зависимость скорости коррозии подземного оборудования от значения средней обводненности месторождения.

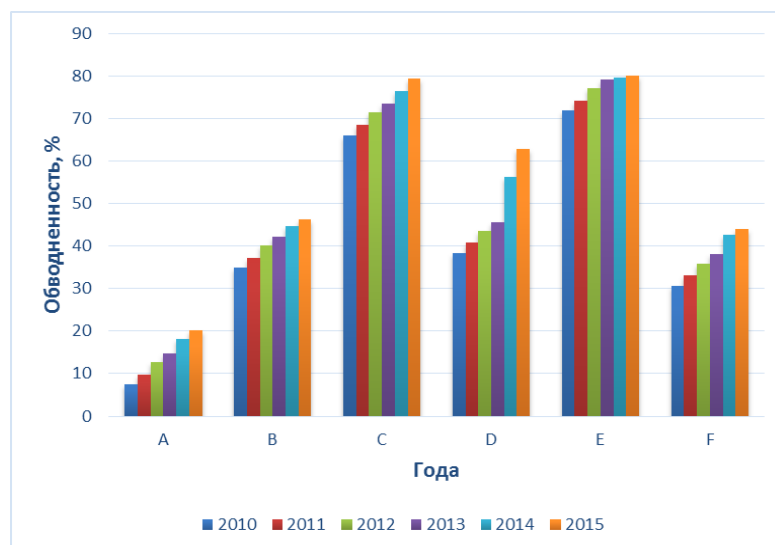
2) Рассчитать наиболее экономически эффективный вариант защиты и сравнить с технологическими возможностями других методик защиты от коррозии.

В теории, чем выше значение обводненности, тем выше должна быть скорость коррозии.

Естественное увеличение доли воды в потоке ведет к ускорению коррозии. Это происходит из-за коррозионной активности кислорода, который растворен в воде [2]. В ходе работы была использована информация с семи месторождений и значения месячной обводненности для каждой скважины были рассчитаны. Затем было рассчитано среднее значение обводненности для каждого месторождения, и, наконец, была вычислена

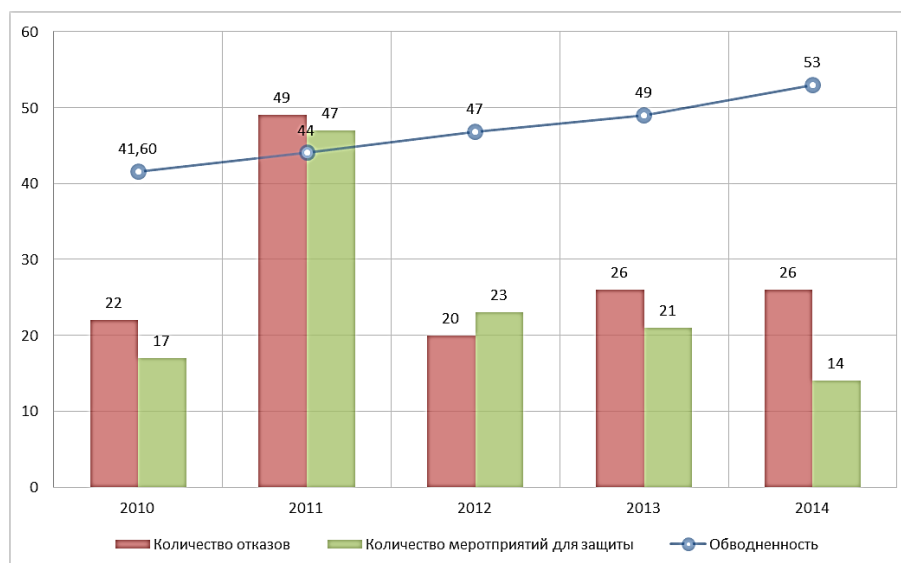
обводненность в среднем за год для каждого месторождения (Рис. 1).

Количество отказов по причине коррозии практически не увеличивается в связи с тем, что в 2010 году на предприятии ООО «Газпромнефть-Восток» начала действовать программа борьбы с коррозией подземного оборудования скважин. Если сопоставить графики обводненности и ввода антикоррозионных мер защиты (Рис. 2), то будет видно, что именно по причине ввода антикоррозионных мер нет роста отказов оборудования начиная с 2010 года.



**Рис. 1 Среднее годовое значение обводненности для каждого месторождения**





**Рис. 2 Эффективность работы антикоррозионных мер защиты подземного оборудования скважин**

График показывает, что антикоррозионные меры, используемые в компании, очень полезны и не позволяют дальнейшего роста числа отказов оборудования из-за коррозии. Это свидетельствует о том, что антикоррозионные меры действительно работают и необходимо уделять особое внимание их применению и совершенствованию.

Для дальнейшего анализа антикоррозионной защиты было использовано значение среднего времени до отказа. Информация о коррозионности были проанализированы и результаты сведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Анализ антикоррозионных технологий**

Защита	Общая длина, м	Среднее время до отказа, день	Среднее время до отказа, день
Majorpack	80913	26999	450
ТС-3000	33023	20301	846
26ХМФА-2	20300	15583	1039

**Литература**

1. Сухотин А. М., Богачев А. Ф. и др. Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел. Справ. изд. – М.: Химия, 1988. – 360 с.
2. Большой справочник инженера нефтегазодобычи. Бурение и заканчивание скважин / под ред. У. Лайонза и Г. Плизга, Спб: Профессия, 2009, 640 с.

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

**ОБОСНОВАНИЕ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА И АЛМАЗОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ**

**М.П. Собакина, Б.Н. Заровняев, В.В. Портнягина**

Научный руководитель профессор Б.Н. Заровняев

*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
г. Якутск, Россия*

Арктический регион Российской Федерации обладает обширными запасами золота и алмазов россыпного происхождения, которые обрабатываются в течение 50-70 лет. Государственным балансом полезных ископаемых по Республике Саха (Якутия) учитываются 31 россыпных месторождений алмазов и 769 россыпных месторождений золота. Многие объекты в значительной части выработаны, но оставшиеся ресурсы достигают масштабов крупных и средних месторождений. Их освоение ведется открытым способом в жестких экстремальных условиях резко-континентального климата в условиях многолетней мерзлоты. При ведении горных работ в этих условиях многолетние мерзлые породы трудно обрабатываются. В теплое время года затрудняется сохранение границ и уступов выработок в результате их растепления. Кроме этого развитие экономики России обуславливает необходимость поддержания и увеличения объемов добычи золота и алмазов. Это происходит на фоне увеличения мощности вскрышных работ, снижения технико-экономических показателей и, как следствие, накопления нарушенных земель.

Воздействие горного производства на окружающую среду и природные ресурсы носит многоплановый, длительный и комплексный характер. Под воздействием этих факторов происходят изменения рельефа местности, механические повреждения и уничтожение почвенного покрова, видовое изменение и уничтожение растительных сообществ, изменение гидрографической сети, изменения морфодинамического режима рек, изменения русел и водотоков, создание пойм и т.д [4].

При достигнутых масштабах открытых горных работ площадь нарушенных земель составляет 200-250 га на 1 млн. м<sup>3</sup> полезных ископаемых. За 70 лет разработки россыпных месторождений РС (Я) нарушено земель свыше 150 тыс. га при ежегодном приросте 3-4 тыс. га, а восстановлено не более 2 % площади [3]. На территории республики наиболее значительные площади нарушенных земель сосредоточены в Мирнинском, Нерюнгринском, Алданском, Оймяконском и Анабарском районах. При существующей технологии ведения вскрышных работ рекультивация нарушенных земель производится отдельно и требует дополнительных затрат на ее проведение, при этом рекультивация нарушенных земель декларируется как обязательное мероприятие, не выполнение которого может повлечь за собой возможность отказа в получении лицензионных участков для последующей деятельности [1].

Низкие темпы рекультивации отработанных месторождений в Республике Саха (Якутия) связаны с целым рядом объективных проблем, такими как несоответствие объемов извлеченной породы с необходимыми для рекультивации объемами горных пород, низкая устойчивость уступов выработки, вследствие оттайки вечномерзлых пород, дороговизна производства добычных работ и т.д. Над решением этих проблем работают несколько групп исследователей как на территории республики, так и за ее пределами. Тем не менее многие из стоящих перед недропользователями проблем по рекультивации земель остаются нерешенными во многом из-за отсутствия достоверных данных об объемах выработки и объемах скопившихся отвалов, с учетом их слеживаемости и

смерзания. В суровых климатических условиях выполнение рекультивации требует постановки специальных исследований, проведения натуральных наблюдений и экспериментов. Апробированные в центральных регионах России методы и технологии рекультивации на территории Арктической зоны не дают эффективных результатов, поэтому целесообразно разработать подходящие для экстремальных условий республики способы природовосстановления [3]. Для решения этих задач требуется проведение широкой исследовательской программы и моделирование изменений состояния нарушенных земель.

Действующая система мониторинга геоэкологического состояния горнодобывающей промышленности, в целом, практически не использует современных подходов к мониторингу природной среды и направлена на контроль ряда экологических параметров точечного характера [4], что не позволяет обеспечить пространственного представления оценки и прогноза геоэкологического состояния горнодобывающих районов.

В Республике Саха (Якутия) мониторинг нарушенных земель практически не осуществляется, не используются современные подходы к контролю ряда экологических параметров, что не позволяет обеспечить пространственного представления оценки и прогноза геоэкологического состояния горнодобывающих районов. Это обстоятельство требует разработки технологий ведения горных работ, предусматривающих увеличение производительности добычи на россыпных месторождениях золота и алмазов и одновременную рекультивацию нарушенных земель. В нашей работе предлагается разработать научно-технологическую модель и методику рекультивации отработанных участков россыпных месторождений золота и алмазов Республики Саха (Якутия), основанную на мониторинге и сопоставлении объемов выработки и объемов скопившихся отвалов с помощью метода наземного лазерного сканирования системой «Leica HDS 8800» с учетом физико-механических свойств вечномёрзлых грунтов отвалов. Лазерное сканирование за последние десять лет получило широкое применение в области инженерных изысканий, геодезии, горной и нефтегазовой промышленности, архитектуре, строительстве, реконструкции и эксплуатации инженерных сооружений и др. [2]. Дистанционный сбор данных позволяет исключить доступ персонала в опасные зоны, дает возможность съемки объектов сложной формы, обеспечивает значительную экономию средств по сравнению с традиционными методами съемки, отличается простотой создания трехмерных моделей, высокой точностью и детальностью полученных данных.

### Литература

1. Замощ М.Н. Рекультивация нарушенных земель горнорудных районов Северо-Востока России (история, реальность, перспективы). Труды Межрегиональной конференции «Проблемы освоения техногенного комплекса месторождений золота», 15-17 июля 2010 г, г. Магадан, с. 92-103.
2. Заровняев Б.Н., Шубин Г.В., Васильев И.В., Варламова Л.Д.. Мониторинг состояния бортов глубоких карьеров с применением технологии наземного лазерного сканирования //Горный журнал. – 2016. - №9. С.37-39.
3. Миронова С.И., Иванов В.В. Проблемы природовосстановления в Якутии. Журнал "Фундаментальные исследования".-2004.-№5-С.44-46
4. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливец Е.Л, Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005. – 660 с.

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

**ПЛАНЕТАРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СВЯЗИ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ  
В АРКТИКЕ**

**А.П. Хорошко, В.А. Зернаев**

Научный руководитель преподаватель Н.Ю. Гутарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

По мнению ученых, существует высокая вероятность того, что уже в 2035-2040 годах воды арктического бассейна будут свободны ото льда как минимум один месяц в году, а уже к концу столетия этот период увеличится до двух-трех месяцев.

Международная организация «Арктический совет» провела исследование, определяющее реальную угрозу глобального потепления для населения Земли. Организацией был предоставлен доклад, составленный 250 учеными нескольких стран, в котором были опубликованы сведения, неблагоприятные для человечества. Таяние арктических льдов, вследствие повышения среднегодовой температуры, постоянно увеличивается. В докладе было отмечено, что за последние 30 лет, толщина ледников Арктики уменьшилась приблизительно вдвое. Страны бассейна Северного Ледовитого океана, входящие в «Арктический совет» больше всех обеспокоены вопросом таяния арктических льдов – глобальное потепление сказывается на этой стороне Земли в два раза сильнее, чем на остальных ее частях [1].

Глобальное потепление, уже через каких-нибудь 50 лет, может привести к мировой катастрофе: ледники Северного Ледовитого океана совсем растают, что приведет к затоплению континентов, граничащих с Арктикой; изменится направление течений в океане, в частности, теплого течения Гольфстрим, т.е. изменится климат всей Северной Европы. Лед отражает солнечное тепло, поэтому, вследствие его таяния, потепление ускорится. Более чем вероятно, что этим воспользуются крупные судоходные компании, чтобы сократить стоимость и длительность перевозок. Так, Берингов пролив между США и Россией начнет составлять конкуренцию Персидскому заливу и Малаккскому проливу между Малайзией и Индонезией в качестве одного из важнейших мировых морских транспортных путей.

*Навигация в арктических водах может стать обычным делом*

Включение Северного морского пути в систему международных транспортных коридоров может значительно уменьшить расстояние между Европой и Азией. К примеру, путь из Шанхая в Гамбург вдоль российского побережья Северного Ледовитого океана станет на 6 тысяч километров короче традиционного маршрута через Индийский океан, Суэцкий канал, Средиземное море и Атлантику. В прошлом году танкер, перевозивший газовый конденсат из Мурманска в Китай, впервые проследовал в порт назначения через Северный Ледовитый океан. Плавание длилось вдвое меньше обычного.

В ближайшее время подобные маршруты могут стать повседневным явлением. А потому министр иностранных дел Норвегии Йонас Гар Стёре считает, что правительства стран, через территориальные воды которых проходит Северный морской путь, должны будут обеспечить необходимые условия для безопасного плавания.

*Добыча нефти в Арктике*

Но Северный Ледовитый океан представляет интерес не только для судоходства. Эксперты предполагают, что шельф Арктики скрывает гигантские запасы газа и нефти. Договоренность между ВР и "Роснефтью" о совместном

освоении российского арктического шельфа стала объектом пристального внимания экологических организаций. Освоение арктического шельфа будет возможно, только при условии оценки всех экологических рисков и воздействий, в том числе с учетом климатических изменений. Для этого необходимо: иметь полную научно обоснованную фоновую информацию о состоянии экосистем Арктики, их динамике и реакции на антропогенные воздействия в условиях изменения климата; разработать и внедрить эффективные технологии и создать инфраструктуру для предотвращения и адекватного реагирования на разливы нефти в арктических ледовых условиях.

Лишь когда будут заполнены как указанные выше, так и многие другие пробелы в научных знаниях об арктических экосистемах (а это может занять годы и даже десятилетия), можно будет приступать к разработке превентивных мер по сохранению редких видов и наиболее уязвимых экосистем. А также поддержанию экосистемных услуг в Арктике, в том числе и для коренных малочисленных народов, и по созданию охраняемых природных территорий, и зон с юридическим ограничением хозяйственной деятельности в важнейших районах, богатым биоразнообразием. Важно не разрешить освоение шельфа до того, как будут введены сезонные или территориальные ограничения на опасные работы на наиболее ценных акваториях.

### *Экологи настроены скептически*

Однако представители экологических организаций не особенно верят в создание безопасных условий для массового судоходства в полярных водах. По мнению специалиста норвежского отделения Всемирного фонда дикой природы (WWF) по вопросам судоходства и транспортировки нефти в водах Арктики Фрица Якоба Фредриксена, основная проблема заключается в удаленности этого региона, что чрезвычайно затрудняет деятельность поисковых и спасательных экспедиций. А разлив нефти в холодных водах Арктики может иметь катастрофические последствия, устранить которые будет исключительно трудно. Министр иностранных дел Норвегии Йонас Гар Стёре полагает, что разведку и добычу нефти можно вести только при условии обеспечения безопасности экосистемы Арктики.

Кроме того, в Арктике существует своя, особая экосистема, о которой нам практически ничего неизвестно. Какое влияние окажет на нее увеличение количества судов в арктических водах? Как отразится шум на китах? Вначале необходимо тщательно изучить все эти вопросы, и лишь затем прокладывать новые морские маршруты.

Разработке проекта Полярного кодекса, обязательного для пассажирских и грузовых судов, курсирующих в Арктике, была посвящена проходившая в конце 2010 года в Лондоне сессия Международной морской организации (ИМО). Обсуждалась на форуме и возможность повышения эффективности поисковых и спасательных работ в полярных водах. Однако все эти инициативы пока остаются лишь на бумаге, а судов в водах Арктики становится все больше [1].

### *Животный мир*

Глобальное потепление однозначно повлияло и на жизнь животного мира. Ученые всерьез опасаются, что представители фауны северных полярных широт – белые медведи, тюлени – могут вымереть в ближайшие сто лет. Объясняют свою гипотезу исследователи на редкость просто: во-первых, животным станет нечего есть, поскольку в связи с активным таянием ледников они не смогут должным образом охотиться. Во-вторых, опять же из-за уменьшения толщины и количества льда, рушатся выработанные веками «методики адаптации» потомства. Так,

## СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

---

например, канадские ученые из Морской лаборатории американского Университета Дьюка выяснили, что сокращение ледников, случившееся за последние 30 лет, привело к увеличению «детской смертности» среди гренландских тюленей.

Дело в том, что ластоногие используют льдины для размножения, родов и воспитания малышей. Ежегодно после того, как в феврале-марте самки гренландского тюленя рожают детенышей, они оставляют их на льдине. Обычно «ясельный» период длится как минимум месяц, но поскольку в последние годы арктические ледники весной тают гораздо активнее, чем раньше, тюленям приходится сокращать «курс обучения». Сейчас они стараются успеть адаптировать малышей к жизни за 12-14 дней. Ученые, однако, полагают, что животные не в состоянии долго приспособиваться практически к ежегодно меняющейся климатической и ледовой обстановке, что, конечно же, пагубно может отразиться на всей популяции.

Чтобы проследить, насколько сильна зависимость тюленей от ледовой обстановки, исследователи сравнили спутниковые снимки северной Атлантики, сделанные зимой в период с 1992 по 2010 годы, с ежегодными данными по смертности бельков в этом районе. Оказалось, что самая высокая смертность детенышей тюленей приходится на те годы, когда было меньше всего льдов.

Что касается белых медведей, то для них сокращение плавучих льдов может обернуться голодной смертью. Уже сейчас эти хищники в связи с тем, что им недостает пищи, переходят на «яичную диету», разоряя гнезда белошеких казарок, популяцию которых экологи восстанавливали в течение 60 лет, рассказали в британской экологической организации Wildfowl & Wetlands Trust (WWT) [2].

### *Баланс парниковых газов в северных регионах*

Почвы тундры и тайги содержат очень много органического вещества и часто подстилаются вечной мерзлотой. Эти холодные почвы, как считают специалисты, являются таким же важным резервуаром для стока углерода, как все леса Земли вместе взятые. Повышение температуры и таяние вечной мерзлоты могут привести к тому, что большие количества углерода из этих почв поступят в атмосферу в форме углекислого газа и метана. Возросшие в результате этого концентрации парниковых газов приведут к дальнейшему потеплению на всей планете, поскольку газы арктического происхождения очень быстро смешаются со всей атмосферой. Северный Ледовитый океан в настоящее время работает как резервуар для стока углерода, т.е. поглощение углекислого газа водой и морскими организмами превышает высвобождение его в атмосферу. В противоположность почвам, однако, сток углерода в океан, видимо, немного возрастет в условиях потепления – отрицательная обратная связь.

### *Угроза разрушения или новые возможности?*

Экологи тем не менее опасаются, что освоение арктического шельфа затронет особо охраняемые природные территории. Как считает сотрудник WWF Фриц Якоб Фредриксен, альянс ВР и "Роснефти" представляет собой угрозу для экосистем Арктики. Никакие технологии и инфраструктуры не смогут гарантировать предотвращения разливов нефти в самой хрупкой и ценной экосистеме планеты, уверен эксперт.

Так что же несет Арктике изменение климата? Угрозу разрушения экосистемы или новые возможности для развития экономики? Международные усилия по сдерживанию глобального потепления – крайне сложный и трудоемкий процесс. При этом температура в Арктике поднимается в два раза быстрее, чем в остальных регионах планеты. А соперничество за эксплуатацию ресурсов

арктического региона, который еще недавно считался недоступным природным раем, становится все более жестким. Поэтому политикам, экологам и экономистам необходимо как можно скорее дать ответы на поставленные вопросы [3].

### Литература

1. <http://2012over.ru>
2. <http://www.wwf.ru>
3. <http://www.arcticuniverse.com>



**Секция 9**  
**КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ**  
**ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ**  
**И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПО**  
**МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК**

**В.Г. Житков<sup>1</sup>, доцент, А.А. Поцелуев<sup>1</sup>, профессор, В.А. Кринин<sup>2</sup>, доцент,**  
**В.Н. Устинова<sup>1</sup>, профессор, Ю.С. Ананьев<sup>1</sup>, доцент**

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия,*

*<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет г. Красноярск, Россия*

Использование материалов современных космических съемок (КС) позволяет получить информацию о геоструктурных особенностях исследуемых площадей, выработать критерии локализации перспективных участков для постановки детальных работ. Этому способствует ряд явных преимуществ материалов космических съемок (КС) перед другими методами наземных и аэроисследований. В первую очередь это обзорность, равноазимутальная информативность, отсутствие недостатков выборочных профильных наблюдений, экспрессность, дешевизна, экологичность [1]. Их применение весьма актуально как на новых малоизученных площадях, так и в известных нефтегазоносных районах, детально изученных наземными методами. Космогеологические исследования рассмотрим на примере изучения Пур-Тазовской структуры, расположенной на севере Восточной Сибири и северной части Таймырского полуострова.

Объектом исследований является территория нефтегазоперспективных земель, примыкающая к Ванкорскому месторождению, расположенная в Туруханском районе Красноярского края, на левобережье Большой Хеты [2]. В административном отношении площадь работ охватывает Туруханский район Красноярского края, крайнюю восточную часть Ямало-Ненецкого и юго-западную часть Таймырского АО. Группа месторождений, к которой относят Ванкорское, Лодочное, Тагульское, Сузунское месторождения, в структурно-тектоническом плане входят в состав Большехетской структурной террасы. Прилегающие к Ванкорскому месторождению Западно-Лодочная, Ичемминская, Талая, Ниричарская, Хикиглинская, Ячиндинская структуры находятся в стадии исследований.

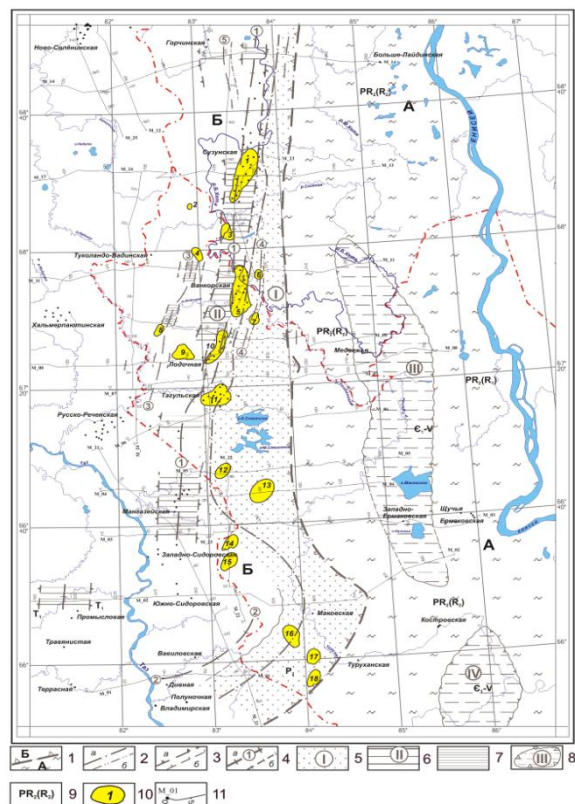
**Геологическое строение и нефтегазоносность**

В тектоническом отношении рассматриваемая территория находится на стыке Большехетской структурной террасы и Пендомаяхской впадины, осложняющих северо-восточный борт Надым – Тазовской синеклизы. Геологический разрез, перспективный в нефтегазоносном отношении, представлен отложениями катаплатформенного осадочного чехла. Основной этаж нефтегазоносности образован нижнехетским, яковлевским, долганским продуктивными горизонтами нижнего – верхнего мела. Меньшие перспективы нефтегазоносности связаны с сиговским горизонтом верхней и малышевским горизонтом средней юры. Промышленные запасы нефти и газа рассматриваемой территории сконцентрированы исключительно в ловушках структурного типа, в редких случаях некоторые залежи имеют литологические ограничения за счет замещения песчаников пелитовыми разностями. Все крупные локальные

структурные ловушки (Сузунская, Ванкорская, Лодочная, Тагульская) приурочены к структурам первого порядка – Сузунскому и Лодочному валам. Мелкие поднятия, как правило, осложняют восточный борт Пендомаяхской впадины и отражаются в меловом структурно-формационном комплексе (рис. 1).

**Рис. 1. Тектоническая схема района  
Большехетской структурной террасы по  
данным [2]**

1) Участок приподнятого положения докембрийского складчатого фундамента (граница Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты); А - Изгаро-Туруханский выступ, Б - Худосейский грабен-рифт; 2) Оси синклиналиев: а - первого порядка (грабены), б - второго порядка (синклиналильные зоны); 3) Границы антиклинорий: а - первого порядка (горсты), б - второго порядка (горстоподобные блоки); 4) Оси антиклинорий: а - первого порядка: 1 - Большехетско-Тагульского горста, 2 - Парусового горста (выступа); б - второго порядка: 3 - Хикигли-Верхнеподочного горстоподобного блока, 4 - Островной антиклинальной зоны, 5 - Пендомаяхского горстоподобного блока; 5-7 Площадь развития: 5) Приенисейского грабена (I); 6) Большехетско-Тагульского горста (II); 7) Хикигли-Верхнеподочного горстоподобного блока; 8) Вендпалеозойские впадины: III - Маковская, IV - Нижнебаихская; 9) Предполагаемый возраст отложений, слагающих тектонические структуры; 10) Локальные поднятия в юрско-меловом чехле: 1 - Сузунское, 2 - Восточно-Чарское, 3 - Ячиндинское, 4 - Хикиглинское, 5 - Ванкорское, 6 - Ниричарское, 7 - Талое, 8 - Западно-Лодочное, 9 - Ичемминское, 10 - Лодочное, 11 - Тагульское, 12 - Чировое, 13 - Советское, 14 - Северо-Полярное, 15 - Полярное, 16 - Глухаринское, 17 - Туруханское, 18 - Лебяжье; 11) Региональные сейсмические маршруты [1]



### Методика обработки материалов

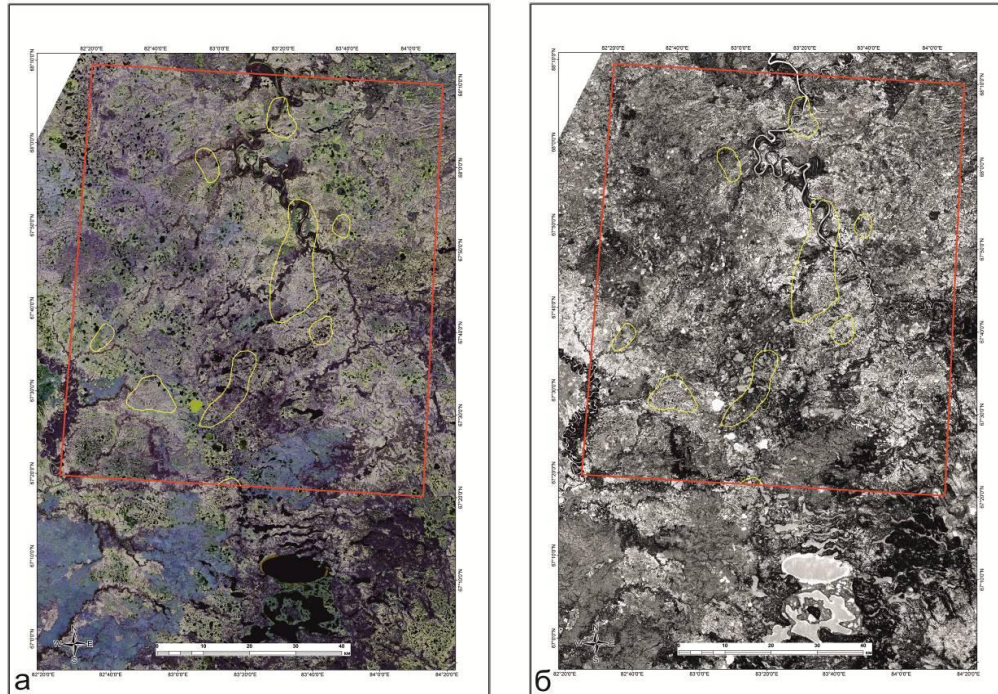
В работе использованы материалы мультиспектральных КС Aster и Landsat ETM+. Дополнительно по данным радиолокационной съемки радаром ERS-ENVISAT была создана цифровая модель рельефа.

Обработка, дешифрирование, анализ космоматериалов и моделирование геологических и рудных систем выполнены в соответствии с методическими рекомендациями и подходами [1]. Принципиальная схема работ состояла из:

- формирования массива исходных данных;
- обработки и дешифрирования исходных растровых изображений с использованием алгоритмов классификации, процедур улучшения, комплекса методов фильтрации и передискретизации изображения;
- создания и обработки синтезированного изображения мультиспектральных снимков;
- создания производных растровых изображений с использованием «алгебры карт»;
- корреляционного анализа синтезированных изображений;
- обработки и анализа цифровой модели рельефа;

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

совместного анализа растровых изображений и цифровой модели рельефа, дешифрирования с использованием 3D-визуализации и анаглифических (стерео) изображений.



**Рис.2** Компоненты дистанционной основы: а) композит по материалам космической съемки Landsat ETM+ (комбинация спектральных диапазонов 0.75-0.90, 0.63-0.69, 0.45-0.52 мкм); б) обработка по методу главных компонент (третья компонента). Явственно видны зоны флюидомиграции северо-западного простирания, нарушенные и смещенные разломами северо-восточной ориентировки. Красный контур – границы площади исследований; желтые контуры – нефтегазовые месторождения и перспективные структуры

В работе использовались синтезированные изображения с различной комбинацией каналов, что позволило распознать слабоаномальные объекты как линейной, так и дуговой и кольцевой морфологии, а также элементы геологического свойства – разрывные нарушения, флюидопроводящие системы и элементы тектонических деформаций. Из рис. 2 явственно видны зоны «флюидомиграции» северо-западного простирания, нарушенные и смещенные разломами северо-восточной ориентировки.

В итоге анализу и интерпретации в процессе исследований было подвергнуто более 300 изображений.

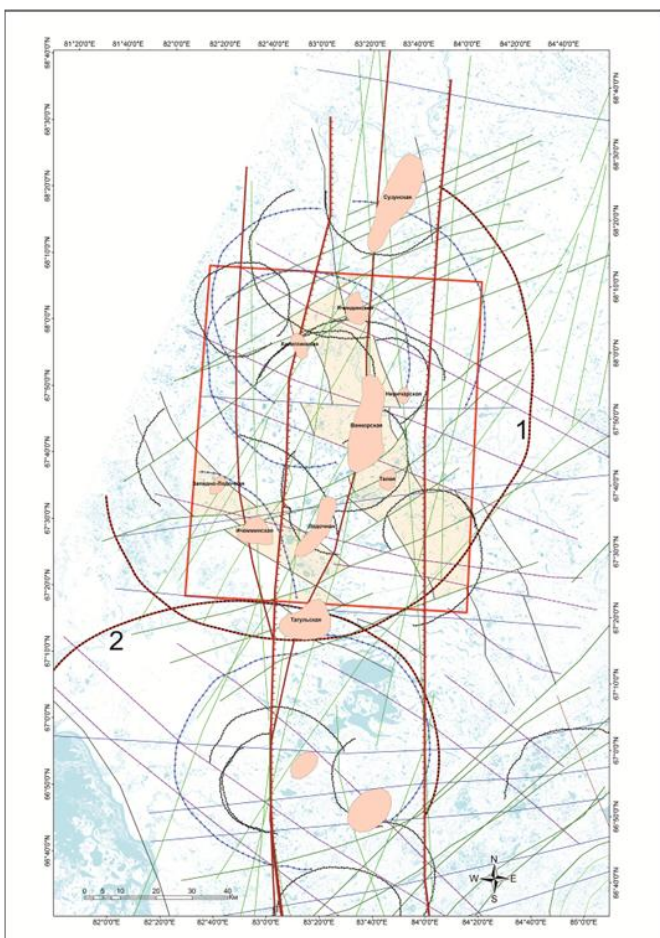
### **Результаты и обсуждение**

Исследования показывают, что на Большехетской структурной террасе в материалах КС проявлены структуры трех типов: линейной, кольцевой (дуговой) морфологии и площадные.

Среди линейных преобладают структуры субмеридионального, северо-восточного, субширотного простирания, которые соответствуют разрывным нарушениям различного уровня заложения. Субмеридиональные разломы являются наиболее ранними образованиями, определяют положение главных геотектонических структур и, по-видимому, проникают в верхнюю мантию. К этому типу нарушений относится главная линейная зона, по своему местоположению



и ориентировке соответствующая Худосейскому рифту. Зона представлена серией субпараллельных линеаментов различной протяженности и имеет ширину выхода на дневную поверхность от 25 до 35 км.



**Рис. 3а. Обзорная космоструктурная схема района Большехетской структурной террасы. Условные обозначения см. рис. 3б**

Установлено сателлитное тектоническое нарушение, по-видимому, сингенетичное главной зоне. Оно расположено к западу, имеет субмеридиональное простирание, на юге примыкает к главной зоне, а к северу отклоняется от нее на расстояние до 20 км. В пределах главной зоны отчетливо выделяется крупное тектоническое нарушение, проходящее через западный фланг Ванкорского месторождения.

Субширотные и северо-восточные структуры являются более поздними. Их кинематика устанавливается по смещению границ площадных структур, выявленных на территории исследований и описанных ниже. Амплитуда смещений по разломам северо-восточного простирания достигает 14,5 км. Так, южный фланг Ванкорского месторождения срезан нарушением северо-восточного направления (рис. 3, а, б). Возможно, находящаяся южнее перспективная структура Талая,

является реликтом срезанной части залежи Ванкорского месторождения. Субширотные разрывы характеризуются смещениями до 4 км. Структуры северо-западного простирания смещают границы более ранних образований до 7 км.

Выявленные кольцевые и дуговые структуры варьируют от 1 до 83 км по радиусу (см. рис. 3, а, б). Наиболее крупными кольцевыми структурами района являются Ванкорская – радиус 83 км и Чировая – 58 км (см. рис. 3, а). По-существу, вся территория исследований попадает в пределы Ванкорского кольца. Чировая структура располагается южнее и включает одноименное локальное поднятие в своей центральной части.

Центр Ванкорской кольцевой структуры, также как и кольцевых и дуговых структур более высоких порядков контролируется главной линеаментной структурой субмеридионального простирания и ее сателлитными разломами того же направления. Центральная область Ванкорской структуры, которая может рассматриваться в качестве «центра возмущения», располагается в непосредственной близости от Ванкорского месторождения.

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

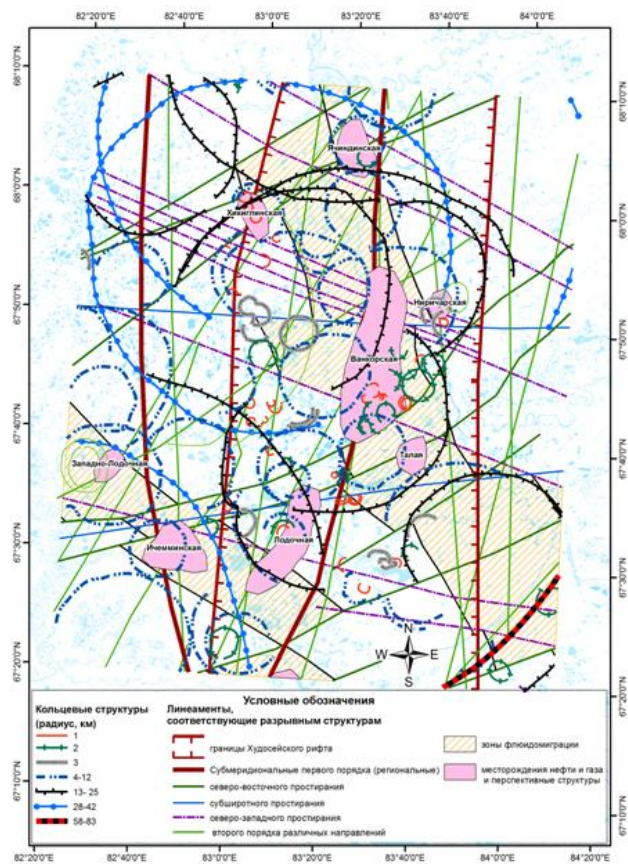
Центры кольцевых структур второго порядка с радиусами от 28 до 42 км также лежат в пределах главной зоны со смещением к западу от ее центральной части. Одна из них имеет центр в районе Хикиглинской структуры, центр другой соответствует Ячиндинскому локальному поднятию. Эти структуры характеризуют более слабые «возмущения» и могут содержать, соответственно, более мелкие залежи углеводородов по сравнению с Ванкорским.

Отмечается закономерное расположение кольцевых структур радиусом 7–9 км вдоль субмеридионального шва, проходящего в центральной части главной зоны. При этом, центры данных структур, как правило, смещены к западу относительно самого линеамента на расстояние 3–7 км. Подобное положение занимают структуры этого ранга и по отношению к западному сателлитному шву главной линеаментной зоны. Часть этих кольцевых структур вмещает известные месторождения углеводородов и ряд перспективных площадей.

К площадным структурам относятся Северо-Восточная и Юго-Западная зоны «флюидомиграции» (см. рис. 3 а, б). По мнению авторов, формирование этих структур обусловлено проявлением метасоматических процессов, повлиявших на физико-химические свойства пород. Это отразилось в спектрометрических характеристиках площадных структур. Зоны имеют северо-западное простирание.

Северо-Восточная зона в районе Ванкорского месторождения разворачивается в субмеридиональном направлении. Видимая мощность Северо-Восточной зоны колеблется от 15,8 до 24,6 км. Видимая мощность Юго-Западной зоны лежит в пределах от 9,5 до 13,7 км.

Обе зоны имеют блоковое строение за счет смещений, вызванных поздними нарушениями северо-восточного и субширотного простирания. Амплитуда смещений границ зон колеблется от 1,5 до 17,5 км по нарушениям северо-восточного



**Рис. 3б. Космоструктурная схема района Большехетской структурной террасы.**

**1-7 – кольцевые структуры, ранжированные по радиусам: 1) 1 км; 2) 2 км; 3) 3 км; 4) 4-12 км; 5) 13-25 км; 6) 28-42 км; 7) 58-83 км (1 – Ванкорская; 2 – Чировая); 8-13 – линеаменты, соответствующие разрывным структурам: 8) границы «Главной» линеаментной зоны; 9) субмеридиональные первого порядка (региональные); 10) северо-восточного простирания; 11) субширотного простирания; 12) северо-западного простирания; 13) второго порядка различных направлений; 14) зоны флюидомиграции; 15) нефтегазовые месторождения и перспективные структуры.**

простирается и от 1,5 до 9,4 км по нарушениям субширотного и северо-западного направления.

В целом, по характеру космоструктурного рисунка (см. рис. 3) исследуемая территория имеет большое сходство с эндогенными системами, дешифрованными и описанными в различных регионах [1]. Основными элементами такого рода структур являются линейные шовные зоны, представляющие собой складчато-разломные тектонические системы, сопровождающиеся повсеместным проявлением метаморфизма различных фаций и метасоматических преобразований вмещающих пород. В гравитационном поле данные процессы отражаются в виде региональных или локальных (в зависимости от масштабности проявления) отрицательных аномалий в центральных областях шовных зон.

На основании сходства космоструктурного рисунка, отражающего строение и закономерности формирования систем, можно предположить и сходство в истории геологического развития исследуемой территории с данными системами.

Полученные космоструктурные данные и основанные на них выводы о закономерностях размещения месторождений углеводородов на исследуемой территории достаточно хорошо коррелируются с региональными моделями и структурными построениями, основанными на геофизических методах [3 – 6].

В заключение можно сделать выводы, что наиболее ранними по возрасту формирования на изучаемой территории являются Северо-Восточная и Юго-Западная зоны «флюидомиграции», связанные, по-видимому, с разломно-складчатыми структурами фундамента, формировавшимися до Худосейской рифтогенной структуры и имеющими северо-западное простирание. Образование данных зон, вероятно, связано с древними разломными системами, являвшимися флюидопроводниками, развитие которых привело к насыщению приразломных областей глубинными компонентами и перераспределению части вещества вмещающих пород.

Следующий этап становления структур района связан с Худосейским рифтом. С данным этапом структурообразования связано, видимо, формирование кольцевых структур разного ранга – как реакции среды на тектонические возмущения вдоль Худосейской рифтогенной системы. Эти же возмущения могли оказать решающее влияние на формирование структурных ловушек и миграцию углеводородов. Худосейский рифт, хотя и формировался на ранних стадиях как структура растяжения, в более позднее время мог испытать сжатие с образованием сопряженной системы разрывных нарушений северо-восточного простирания, по кинематике, вероятнее всего, отвечающих сдвигам и оказавших деформирующее влияние на возникшие в более раннее время структурные ловушки.

Разрывные нарушения субширотного и северо-западного простирания могут быть отнесены к наиболее молодым структурам, поскольку они не образуют мощных зон, а, как правило, выражены отдельными швами.

В результате дешифрирования и анализа космоструктур района Большехетской структурной террасы было установлено, что все известные месторождения нефти и газа на данной территории имеют вполне закономерную локализацию:

месторождения залегают в пределах зон флюидомиграции (северо-восточной и юго-западной);

объекты нефти и газа лежат в пределах кольцевых структур, иногда нескольких рангов. Наиболее крупное Ванкорское месторождение приурочено к

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

центральной части самой крупной в районе одноименной кольцевой структуры радиусом более 80 км;

все месторождения залегают в пределах главной линеamentной зоны, отвечающей Худосейскому рифту, или на ее сателлитных разломах;

размещение месторождений, в пределах выше обозначенных структур, контролируется поздними нарушениям северо-восточного простирания.

Совокупность полученных данных о приуроченности известных месторождений к выделенным структурам позволяет сформулировать комплекс критериев по локализации новых перспективных площадей в изученном районе.

### Литература

1. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н. и др. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). — Томск: STT, 2007. — 228 с.
2. Кринин В.А. Тектоника фундамента и оценка ресурсов нефти юрско-меловых отложений северо-востока Западно-Сибирской плиты в пределах Красноярского края // Горные ведомости., 2011. — № 9. — С. 16 – 24.
3. Агульник И.М. Оценка нефтегазоносности структур в условиях Западно-Сибирской низменности с помощью гравirazведки // Прямые поиски нефти и газа геофизическими методами. — М.: Недра, 1971. — С. 48–51.
4. Бененсон В.А. Строение фундамента Западно-Сибирской плиты в свете новой геолого-геофизической информации // Геотектоника., 1986. — № 4. — С. 117–121.
5. Варламов И.П. Постэоценовые тектонические движения Сибирской платформы. Геология и нефтегазоносность Лено-Тунгусской провинции. — М.: Недра, 1977. — С. 95–108.
6. Сурков В.С. Строение грабен-рифтов и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности // Рифтогенез и нефтегазоносность. — М.: Наука, 1993. — С. 77–84.

### ОСЦИЛЛИСТОРНЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДОМ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ ШИРОТ

**Л.П. Дробот<sup>1</sup>**, начальник отдела экономического планирования и анализа  
Управления по бурению скважин

Научный руководитель доцент П.Н. Дробот<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Газпромнефть-Восток», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
г. Томск, Россия

Федеральный арктический форум «Дни Арктики в Москве» состоялся с 21 по 26 ноября 2016 г. [1]. По итогам деловой сессии форума «Арктика: от прогнозов до освоения» принята резолюция, с инициативами и предложениями бизнеса по промышленному освоению Арктики, которое происходит в суровых климатических условиях. Средние январские температуры колеблются в диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ; зимой большие районы Арктики могут промерзнуть и до  $-50^{\circ}\text{C}$ . В июле средняя температура составляет от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$  [2].

В работе [5] детально исследованы характеристики осциллисторного кремниевого датчика температуры с частотным выходом: показана его более высокая чувствительность по сравнению с похожими разработками (в том числе, с

аналогом на германиевом осцилляторе); показана высокая амплитуда переменного сигнала; установлена возможность его работы при напряжении питания  $U^* = 65 \text{ В}$  в виде прямоугольных импульсов в широком диапазоне температур от  $-196^\circ\text{C}$  до  $+62^\circ\text{C}$  [5]. Такой режим питания обусловлен необходимостью теплового баланса кристалла датчика. Ведь чем ниже температура, тем лучше для работы датчика. В любом диапазоне температур можно так подобрать величину напряжения питания, что измерительная характеристика датчика,  $f(T)$ , будет линейная ( $f$  – частота сигнала датчика,  $T$  – температура окружающей среды) [5].

Характерное свойство датчика – рост чувствительности с понижением температуры: на низкотемпературном крае зависимости  $f(T)$ , в области  $-196^\circ\text{C}$ , наблюдаются высокие значения чувствительности  $40 \text{ кГц}/^\circ\text{C}$ , при высоких температурах до  $+62^\circ\text{C}$  чувствительность снижается, но также высока –  $3 \text{ кГц}/^\circ\text{C}$  [5], в отличие от других датчиков – аналогов по частотному выходу с чувствительностью десятки или сотни  $\text{Гц}/^\circ\text{C}$  [5].

Основные достоинства осцилляторного датчика температуры с частотным выходом [4]:

- 1) прямое преобразование температуры в частоту переменного сигнала; 2) высокая помехозащищенность, в том числе, в условиях промышленных помех, так как полезная информация заключена в частоте, а не в амплитуде сигнала и возможность передавать информацию на расстояние до нескольких километров по простым проводным линиям; 3) удобство и высокая точность частотных измерений; 4) частотный выход облегчает преобразование информации в цифровой параллельный код; 5) возможность прямого подключения к компьютеру или микропроцессорным устройствам.

Эти преимущества датчиков с частотным выходом высоко оценены как отдельными разработчиками, так и ведущими электронными корпорациями, которые в 1999 году объединились в международную организацию International Frequency Sensor Association ([sensorsportal.com](http://sensorsportal.com)).

Осцилляторный датчик температуры построен на принципах не интегральной, а функциональной электроники, когда функции генерации и преобразования сигналов выполняет не электронная схема, а для этого используются свойства физического эффекта – осцилляторного эффекта. Полупроводниковая технология изготовления осцилляторных сенсоров отличается простотой, поскольку не является интегральной и для производства дискретных диодных осцилляторных кремниевых кристаллов не нужно высокотехнологичное производство электронной промышленности, с развитой инфраструктурой и дорогостоящее [4].

Осцилляторные датчики температуры могут с успехом применяться для решения метеорологических задач в условиях арктического Крайнего Севера. Такие датчики отличаются простой конструкцией и технологией изготовления, а значит весьма надежные, с помехозащищенной, и одновременно, простой проводной (даже, однопроводной, при доступе к заземлению) линией передачи данных до нескольких километров. [5, 4] Также возможна упрощенная интеграция частотного сигнала датчика в цифровой беспроводный канал связи.

В историческом ракурсе районы Крайнего Севера, Арктика всегда занимали особое место в политике Российского государства. Здесь расположен знаменитый Северный морской путь (СМП) вдоль берегов Северного Ледовитого океана, это



## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

кратчайший путь между рынками Северо-Западной Европы и Тихоокеанского региона (Японии, Китая, США, Канады) [3].

Сложные природно-климатические условия полярных территорий создают высокие природные риски для социально-экономического комплекса и существенно влияют на экономическую эффективность хозяйственной деятельности в целом – на гидрометеорологическую безопасность (ГМБ) [3].

В аспекте применения осцилляторного датчика температуры можно обозначить следующие направления деятельности по развитию отечественной системы мониторинга природной среды в полярных районах для обеспечения гидрометеорологической безопасности хозяйственной деятельности в Арктике. Это создание и развитие наземных, морских и космических систем наблюдений; создание системы своевременного предупреждения об опасных гидрометеорологических и геофизических явлениях, адекватной потребностям социально-экономического комплекса [3].

### Литература

1. Дни Арктики в Москве – Федеральный арктический форум – программа 2016 [Электронный ресурс] URL: <http://arctic-days.ru/business2016> (дата обращения 15.03.2017)
2. Изменение климата / Арктика. [Электронный ресурс] URL: <http://ru.arctic.ru/climate/> (дата обращения 15.03.2017).
3. Данилов А.И., Дмитриев В.Г., Фролов И.Е.. Развитие работ и исследований в Арктике в области гидрометеорологической безопасности / Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 1. – С. 42–52.
4. Дробот П.Н., Дробот Д.А. Осцилляторные сенсоры с частотным выходом // Южно-Сибирский научный вестник. – 2012. – № 1. – С. 120–123.
5. Gaman V.I., Drobot P.N. Silicon oscillator as a thermometer with frequency output // Russian Physics Journal. – 1995. – V. 38. – Iss. 2. – P. 143–146.

### **ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИКИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И СЕЙСМИЧНОСТИ ТЕРРИТОРИИ**

**М.В. Иванов, Е.В. Тыщенко, К.В. Кичко**

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

*Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия*

Представленная работа представляет собой по существу концепцию обширного проекта Ландшафтно-геоэкологического картирования территории не только Арктики, но и прилегающих территорий всего Заполярья России.

Суть предлагаемых исследований заложена по существу в названии будущего проекта. Актуальность указанных исследований очевидна не только на территории Арктики и всего Заполярья России, но практически во всех странах мира, что составляет по существу суверенитет и безопасность любого государства.

В мировой практике подобные исследования, которые носят комплексный характер, не проводились и не проводятся, за исключением составления разрозненных тематических карт по отдельным отраслям и отдельных схем экологического районирования обычно глобального или мелкого масштаба, которые обычно демонстрируются в различных атласах по географии и геологии.

Методика и технология составления ландшафтных геоэкологических карт на примерах отдельных территорий (Бештаугорской площади и территории республики Калмыкии) приводятся в отдельных мало известных работах (Харченко В.М. – научного руководителя представленной работы), которые освоены авторами и использовались при составлении проекта [1, 2, 3].

Все остальные разделы составляются по известной схеме составления проектов по групповой геологической съемке, в том числе и по известному всем студентам курсовому проекту по геологической съемке на 2 или 3 курсе по специальности кафедры геологии нефти и газа СКФУ.

В этот проект должны входить два основных раздела: Первый – общая, географо-геоэкологическая часть и вторая – проектная часть. В первой части, по нашим предложениям, должна входить, кроме известных глав, физико-географическая характеристика, стратиграфия, история геологического развития, тектоника, геоморфология, полезные ископаемые, методика составления ландшафтно-геоэкологических карт, инновационная технология оперативных поисков месторождений полезных ископаемых, оценка экологических условий и сейсмичности территорий, концепция природных структур центрального типа и их интерпретация. В главе физико-географической характеристики должны быть сведения о современной экологической ситуации исследуемой территории и сейсмичности.

К проекту прилагается ряд предварительных схем дешифрирования космических снимков, схем орографической, тектонических схем и геологических карт мелкого масштаба с выделением и интерпретации структур центрального типа и линейных элементов и выявлением перспективных зон на предмет рудонефтегазоносности и сейсмичности. В результате анализа схем дешифрирования этих материалов получены совершенно новые представления о перспективах рудонефтегазоносности и сейсмичности территории. Особое внимание, в плане экологии представляет приуроченность Билибинской АЭС в бассейне р. Колымы к зоне повышенной сейсмичности, которая выделяется как наличием близрасположенных геодинамических центров (известный метеоритный кратер с озером Эльгыгытгын), так и интерференцией зон сжатия различных СЦТ.

При интерпретации уникального глобального космоснимка с полярным сиянием кольцевой формы выясняется его природа не только с явлениями в атмосфере Земли, но и с процессами в недрах Земли (вероятно с излучением своеобразных электромагнитных волн при действии тектонических напряжений на границе внешнего и внутреннего ядра на глубине примерно 5000 км).

Выделяемые СЦТ радиусом также около 5 тыс. км, с геодинамическими центрами на северном полюсе и в центре Гренландии, по нашему мнению, связаны с тектономагматическими процессами на границе внутреннего и внешнего ядра Земли. С этими процессами магматического диапиризма в зоне спрединга связаны структуры растяжения, глобального до 5000 км, и регионального планов, размерами до 600 км, которыми объясняется образование как Северного Ледовитого океана и всех окраинных его морей – Баренцева, Карского, Северо-Сибирского, моря Лаптевых и Чукотского, так и исчезнувшего древнего континента Гипербореи.

Осадочные бассейны этих морей являются не только перспективными на предмет рудонефтегазоносности, но и служат естественными «кладбищами» загрязняющих веществ водосборных площадей великих рек России – Колымы, Индигирки, Лены, Енисея, Оби, Печоры и Северной Двины. Таким образом, в предложенной концепции проекта по Арктике, выдвигается целый ряд шокирующих

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

---

гипотез или даже научных открытий, научная новизна и практическая значимость которых очевидны.

Предложенная концепция проекта ландшафтно-геоэкологических исследований может быть составлена для любых заинтересованных природоохранных организаций и других различных ведомств России и зарубежных стран.

### Литература

1. Гридин В.А., Вобликов Б.Г., Сазонов И.Г., Стерленко З.В., Харченко В.М. и др. / Учебное пособие: Геологические маршруты и экскурсии по Центральному Кавказу и региону Кавказских Минеральных вод. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012.
2. Харченко В.М. Комплексная концепция тектогенеза как теоретическая основа для объяснения геодинамических условий образования структур центрального типа (на примере СЦТ Северного Ледовитого Океана, Баренцевого и Карского морей.) Геология полярных областей Земли: мат-лы Тектонического совещания – М. – 2009. – Т. 2. – С. 266–269.
3. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий). Автореферат. Дис.... докт. геол.-минер. наук. – Ставрополь, 2012. – 49 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЕЙСТВА ПОДВОДНЫХ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТРУБОПРОВОДОВ И АКВАЛЬНЫХ СИСТЕМ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**М.А. Лазебная**

Научный руководитель доцент Н.Е. Лобжанидзе

*Российский государственный университет нефти и газа*

*(Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина,  
г. Москва, Россия*

Сегодня взгляд специалистов российской нефтяной промышленности устремлен на самую отдаленную часть России – остров Сахалин. Шельф острова признан богатейшей территорией по запасам нефти и газа, здесь разворачиваются крупнейшие проекты по добыче углеводородов и их реализации, и эта бурная деятельность по увеличению сырьевой базы не может не оказывать влияния на экосистемы региона. К тому же, очевидно, что Сахалин является трамплином, отточив на котором навыки морской добычи в сложных природных условиях, можно будет уверенно перейти к активному промышленному освоению Арктического региона.

В настоящее время вопрос сохранения природных экосистем при разработке месторождений встает на все более высокий уровень, в особенности это касается морских проектов, поэтому необходимо улучшение системы мониторинга состояния аквальных систем.

Для шельфовых месторождений Сахалина, а в будущем и Арктических проектов, особенно важно комплексировать систему экологического мониторинга с элементами мониторинга системы эксплуатации месторождений, таких как инспекция подводной инфраструктуры, например трубопроводов. Такое решение во-первых, снизит финансовую нагрузку, а во-вторых позволит быстрее выявлять

аварийные ситуации и реагировать на них, что крайне необходимо, поскольку многие участки расположены недалеко от ООПТ.

Например, Лунское месторождение проекта Сахалин-2 находится в непосредственной близости к памятнику природы регионального значения заливу Лунский. В этих районах обитают многочисленные китообразные, 9 видов из которых занесены в Красную книгу РФ, ластоногие, беспозвоночные, ценные виды рыб. Здесь гнездится и мигрирует огромное количество птиц. Также данный район представляет большую рыбопромысловую ценность.

Главную опасность для морских трубопроводов у берегов Сахалина представляют стамухи – огромные торосы, пропахивающие дно на участках с глубиной до 30-32 м. Стамухи способны оставлять борозды до 6 м глубиной. Если стамухи заденут трубопровод, то разрыва трубы и разлива нефти не избежать. При этом, например, разлив вызванный повреждением трубопровода для жидкостей длиной 13 км, проложенного с платформы Лун-А до берега, может быть оценен в 1100 м<sup>3</sup>.

На сегодняшний день мониторинг осуществляется ежегодными комплексными морскими экспедициями[4]. Эффективность данной традиционной системы исследований на Сахалине и в Арктическом регионе значительно снижают тяжелые природные условия, особенно ледовая обстановка, которая препятствует систематическому наблюдению за многими важнейшими факторами, обуславливающими изменения окружающей среды, что влечет за собой отсутствие надежных и согласованных временных рядов данных о состоянии окружающей среды, что влияет на эффективность применяемой политики и программ[2, 3].

*Таблица*

*Сравнительная характеристика технических средств мониторинга*

<b>Технические средства</b>	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
Научно-исследовательские суда	Большая автономность Комплексные исследования Возможность использования ТНПА*, АНПА**, бுவ, волновых планеров и т.д.	Низкая исследовательская производительность Высокая стоимость строительства и обслуживания Зависимость от погоды
Подводные обитаемые автономные аппараты (ТНПА, АНПА, микроАНПА, волновые и подводные глайдеры, заякоренные буйковые и донные станции)	Низкая стоимость Длительность измерений (до полугода), независимость от погоды Отсутствие риска для людей Высокая мобильность Высокая исследовательская производительность	Ограниченность параметров

\*Теле-радиоуправляемые обитаемые подводные аппараты; \*\* Автономные обитаемые подводные аппараты

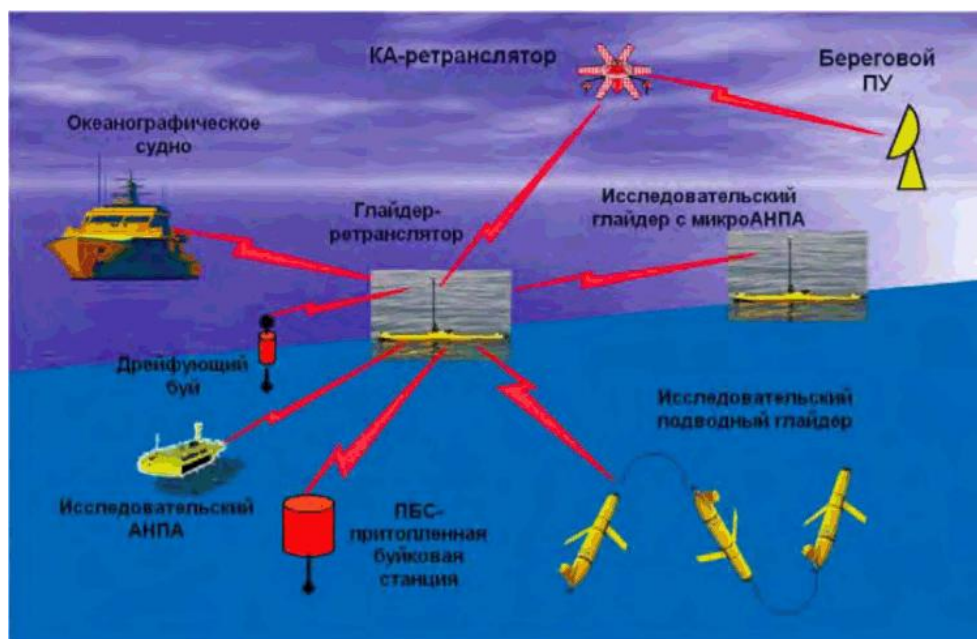
## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

При этом тенденция разработки месторождений такова, что наблюдается перевод перерабатывающих и транспортировочных мощностей под воду для минимизации надводной инфраструктуры, что еще раз доказывает необходимость радикального изменения концепции наблюдения за ним, в рамках ограничений, налагаемых внешней средой.

В связи с этим, появляется необходимость обратить внимание на подводные робототехнические средства. Автономные подводные аппараты имеют широкий спектр применения, благодаря их способности работать без привязки к судну они наиболее подходят для проведения мониторинговых работ в экстремальных ледовых условиях. Автономность таких аппаратов помогает улучшить пространственные и временные решения широкого спектра измерений [1,6]. В таблице 1 представлена сравнительная оценка мониторинга с помощью научно-исследовательского судна и подводных аппаратов.

Как видно из таблицы, подводные автономные аппараты имеют неоспоримые преимущества для исследований в экстремальных природных условиях ледового покрова. Единственным недостатком является ограниченность параметров, который вполне решается через совместное использование различных робототехнических средств, что позволит создавать комплексные многофункциональные и гибкие системы мониторинга на больших территориях (рис.). Общая система сбора, хранения и анализа информации группы аппаратов позволит существенно повысить скорость оперативной реакции и потенциал всей робототехнической системы [5, 7].

Без сомнения, будущее мониторинговых систем за роботизированными автономными аппаратами. Сегодня больших успехов добились многие зарубежные компании, имеются и отечественные разработки. Нефтегазовая отрасль оптимально подходит для начала внедрения подобных систем, поскольку потребует от них многозадачности, оперативности и быстроты реагирования.



*Рисунок. Комплексное использование семейства подводных автономных аппаратов*

Литература

1. Гаикович Б.А. Автономные подводные аппараты с гидродинамическими принципами движения. / Новый оборонный заказ. Стратегии, 2013. – № 4 (26). – С. 4–6.
2. Гаикович Б.А. Подводные глайдеры-роботы для исследования и мониторинга арктических акваторий. / Корабел.ру, 2015. – № 4 (30). – С. 126–127 с.
3. Гаикович Б.А. Система комплексной безопасности морских инженерных сооружений нефтегазовой отрасли. / Новый оборонный заказ. Стратегии, 2015. – № 1 (33). – С. 64–65.
4. Сахалин Энерджи. – Отчет об устойчивом развитии. – 2014.
5. Dowdeswell J.A., Evans J. Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) and investigations of the ice–ocean interface in Antarctic and Arctic waters. – Published in Journal of Glaciology, 2008. – № 54. – P. 661–672
6. Niu H., Adams S. Applications of Autonomous Underwater Vehicles in Offshore Petroleum Industry Environmental Effects Monitoring. – Published in Petroleum Society of Canada, 2007. – 116 p.
7. Furlong M.E., Paxton D. Autosub Long Range: a long range deep diving AUV for ocean monitoring. – Published in 2012 IEEE / OES Autonomous Underwater Vehicles (AUV), Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, USA, 2012. – P. 1–7.

**ПРОЕКТ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ АРКТИКИ**

**П.В. Малыгин**

Научный руководитель доцент М.Е. Деменков

**Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Россия**

Арктика – одна из самых хрупких экосистем планеты. Разнообразие животных, растений, наличие полезных ископаемых придают Арктике большое значение, но из-за своего расположения и природно-географических особенностей, проблемы Арктики могут стать глобальными [1].

Цель работы: предсказание изменения экологической ситуации путём разработки системы мониторинга Арктических территорий. Задачи: определение отслеживаемых характеристик Арктических территорий, влияющих на экологию; выбор и разработка методик их мониторинга; применение интеллектуальных систем для оценки экологической ситуации. Выделяются следующие основные экологические проблемы Арктического региона: загрязнение вод северных морей стоками нефти и химических соединений, морским транспортом, сокращение популяции арктических животных и изменение их среды обитания, изменение климата и таяние арктических льдов. Основные причины этих проблем – загрязнение вод и влияние парникового эффекта.

Единая международная система мониторинга Арктики на сегодняшний день отсутствует. Для определения состояния Арктики используются данные со спутников, станций в арктической зоне, а также результаты исследований организаций, контролирующих состояние Арктического региона. Чтобы предотвратить или ограничить последствия неблагоприятных событий, следует разработать международную систему контроля состояния Арктики. Мы назвали её Arctic Life System (ALS). Цель системы ALS: экологический мониторинг Арктики, контроль состояния среды, определение экологической проблемы и её решение.

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

---

Задачи системы ALS: определение проблемы и её последствий, поиск методов устранения проблемы на основе полученной информации. Для качественного выполнения мониторинга следует сформировать хорошую базу, которая сможет оперативно выполнять свои функции.

Принцип работы ALS: информация с пунктов сбора данных будет обрабатываться на пункте обработке данных и заноситься в базу данных- база данных событий мониторинга. Так же организации будут отдельно вносить информацию по решению проблем в базу данных решений проблем. Пункт управления даёт команду аналитическому центру на решение проблемы, а он, используя информацию с баз данных, начинает анализ. После того, как АЦ завершит анализ, будет предоставлен отчёт: проблема; событие, которое её вызвало; влияние проблемы на состояние природы, науки и человека; решение этой проблемы и сроки, которые потребуются для её решения. Люди, работающие в Пункте управления, анализируют отчеты АЦ и дают команду на решение проблемы.

В пункт сбора данных изначально будет поступать информация со спутников, станций и организаций. Следует составить специальное оформление результатов при отправке их на пункт обработки для того, чтоб уменьшить время на обработку данных и их структурирование в базе данных. Решение и анализ проблемы будет производить аналитический центр (АЦ). Он будет поделён на 2 автоматизированных отдела: отдел решения проблемы и отдел составления отчётности. В свою очередь, отдел решения проблемы будет поделён ещё на 2 отдела – отдел решения и отдел чрезвычайных ситуаций. Если произойдёт сбой программы или не будет найдено решения, то система перейдёт в режим ожидания до тех пор, пока люди в отделе чрезвычайных ситуаций не решат эту проблему.

Пример работы АЦ: в АЦ приходят данные о резком повышении уровня воды и уменьшении концентрации ледников в одном из регионов Арктической зоны. Он начинает проверять в базе данных все события, которые происходили в течении определённого времени и как-то связаны с этим. Система начинает анализ. В базе данных АЦ находит данные о повышении температуры воды и воздуха в этом регионе на протяжении некоторого времени. Было замечено, что повышение температуры воды становится более заметным при прохождении в этом регионе определенного типа кораблей, которые начали ходить в регионе как раз тогда, когда и началось повышение температуры. Оценивая влияние на факторы, система выявит следующее: окажется, что из-за такого резкого повышения уровня воды близлежащие поселения коренных народов Арктики оказались под угрозой затопления. После того, как АЦ завершит анализ, будет предоставлен отчёт: проблема; событие, которое её вызвало; влияние проблемы на состояние природы, науки и человека; решение этой проблемы и сроки, которые потребуются для её решения. Люди, работающие в Пункте управления, анализируют отчеты АЦ и дают команду на решение проблемы. Например, в данном случае было принято решение об ограничении прохождения данного типа кораблей в регионах Арктики. Через некоторое время ситуация в регионе стабилизировалась, уровень воды нормализовался.

Пункт управления также будет предоставлять отчеты о решении проблемы, общественности. При этом часть информации будет общедоступной и понятной большому числу людей. Это могут быть данные о популяции животных, общем состоянии экосистемы и т.д., а более подробная информация (например, о составе воды и воздуха) будет предоставляться учёным для исследований.



Если ALS хорошо проявит себя в экологическом мониторинге и предоставлении информации о состоянии арктической среды и способах его улучшения, то можно будет говорить о создании всемирной системы мониторинга, при этом добавляя новые способы мониторинга, улучшая систему в целом и постепенно увеличивая область её распространения.

Литература

1. Субботин Алексей Сергеевич. Проблемы Арктики [Электронный ресурс], Режим доступа: [http://www.edu.severodvinsk.ru/after\\_school/obl\\_www/2012/work/subbotin/problem\\_s.htm](http://www.edu.severodvinsk.ru/after_school/obl_www/2012/work/subbotin/problem_s.htm), свободный.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ВКЛАД ТОМСКИХ УЧЕНЫХ  
В СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ**

**А.В. Назаренко**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

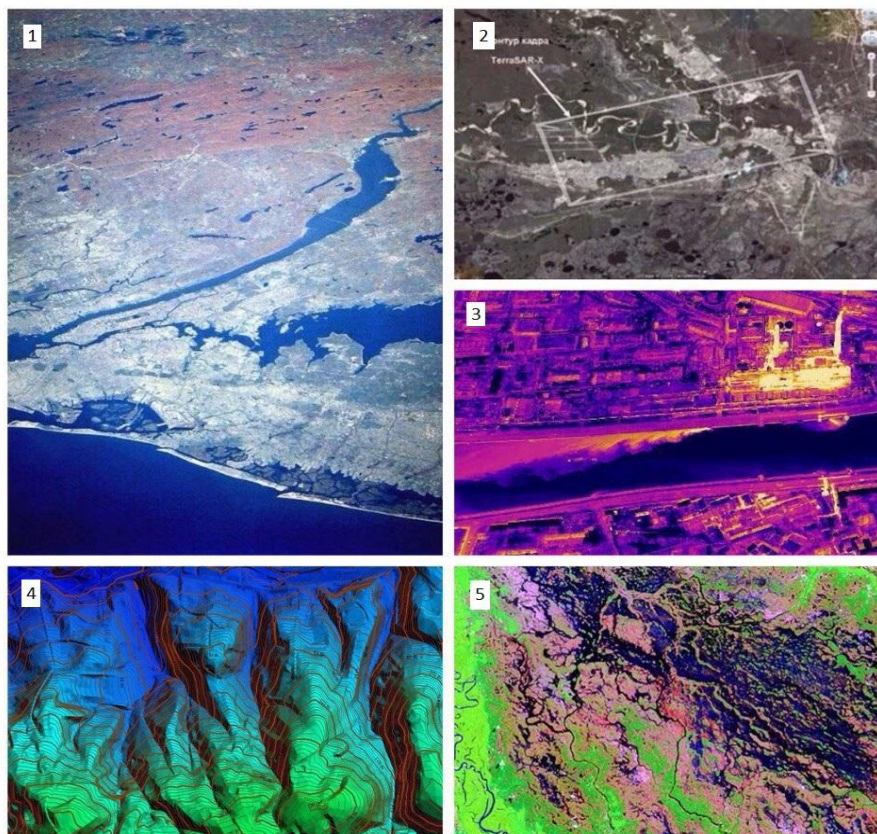
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Арктический геосинклинальный подвижный пояс земной коры, обрамляющий впадину Северного Ледовитого океана в настоящее время считается мало изученным объектом Земли. По заключению ученого тектониста Виктора Ефимовича Хаина в докембрийское время существовала так называемая Гиперборейская континентальная платформа, которая в настоящее время является ложем Северного Ледовитого океана. Гиперборейская платформа, как считают учёные, находилась к северу от Новосибирских островов, островов Врангеля, Аляски, Канадского Арктического архипелага и к востоку от подводного хребта Ломоносова. Эта гипотеза в настоящее время имеет много сторонников, так как Арктика в последние десятилетия изучается наиболее достоверными космическими методами съемок.

Космические носители – технические средства, выведенные на орбиты специальными транспортными ракетами для изучения околоземного космического пространства и планет Солнечной системы в автоматическом режиме, а так же для специальных исследований. В зависимости от решаемых задач и конструктивных особенностей космические носители подразделяются на следующие типы: искусственные спутники Земли (ИСЗ), автоматические межпланетные станции (АМС), пилотируемые космические корабли (ПКК), долговременные орбитальные станции (ДОС).

Визуальные наблюдения отличаются большой оперативностью и могут быть использованы в различных целях. Во-первых, они способствуют сознательному выбору геологического объекта исследований; во-вторых позволяют оценить скорость и динамику наблюдаемых геологических процессов и, в-третьих, выявлять ранее неизвестные геологические объекты или явления.

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ



**Рисунок. Фотографическая съемка поверхности Земли  
в разных диапазонах**

Фотографическую съемку поверхности Земли с высот более 150...200 км принято называть космической. Космическая фотосъемка может быть осуществлена при помощи ПКК, ДОС и автоматических ИСЗ ручными камерами, фотографирующими автоматами и полуавтоматами. Масштабы съемки зависят от двух важнейших параметров: высоты съемки и фокусного расстояния объектива. Космические фотоаппараты в зависимости от наклона оптической оси позволяют получать плановые и перспективные снимки земной поверхности. В настоящее время используется фотоаппаратура с высоким разрешением, позволяющее получать КС с перекрытием 60% и более.

Радиолокационная съемка (РЛ) – важнейший вид дистанционных исследований. Используется в условиях, когда непосредственное наблюдение поверхности планет затруднено различными природными условиями: плотной облачностью, туманом, и т.п. Она может проводиться в темное время суток. При РЛ съемки обычно используется радиолокаторы бокового обзора, установленные на самолетах и ИСЗ. С помощью бокового обзора РЛ съемка осуществляется в радиодиапазоне электромагнитного спектра. Сущность съемки заключается в посылке радиосигнала отражающегося по нормали от изучаемого объекта и фиксируемого на приемнике, установленном на борту носителя. Радиосигнал вырабатывается специальным генератором. Время возвращения его в приемник зависит от расстояния до изучаемого объекта.

Инфракрасная (ИК), или тепловая, съемка основана на выявлении тепловых аномалий путем фиксации теплового излучения объектов земли, обусловленного эндогенным теплом или солнечным излучением. Она широко применяется в геологии. Температурные неоднородности поверхности земли возникают в

результате не одинокого нагрева различных ее участков. Солнечное (внешнее) и эндогенное (внутреннее) тепло нагревает геологические объекты по разному в зависимости от литологических свойств пород, тепловой энергии, важности альбедо и многих других причин.

Магнитная съемка из космоса ведётся с 1958 г., данные магнитных измерений автоматически передаются на землю для обработки на ЭВМ. Результаты обработки – кругосветные профили или карты главного магнитного поля земли. Источники магнитных аномалий, фиксируемые ИСЗ, расположены на больших глубинах, возможно, на границе ядро – мантия. Магнитометры, установленные на АМС, дают возможность изучать магнитное поле планет солнечной системы. Результаты магнитометрической съемки из космоса представляют большой интерес для сравнительной геологии планет.

Лазерная съемка основана на использовании монохроматического излучения с фиксированной длиной волны. Постоянство длины волны лазера дает возможность уточнить параметры орбит Земли и других планет, фиксировать перемещение отдельных блоков в земной коре. Для геологических целей используется лидарная спектрометрия, входящая в группу активных съемок, использующая импульсный источник излучения – лазер. Лидарная спектрометрия – геохимическая съемка приповерхностных слоев атмосферы проводится для обнаружения в них микроэлементов или их соединений концентрирующихся над современно активными геологическими объектами. Сущность метода заключается в активном зондировании приповерхностных слоев атмосферы и регистрации результатов дистанционного спектрального анализа.

В разработку методов и приборов для изучения космических объектов и планеты Земля большой вклад сделан выпускниками Томского политехнического университета. Среди них есть руководители и ведущие специалисты предприятий космической отрасли. Их имена неразрывно связаны с историей освоения космоса.

В.В. Хартов – выпускник ТПИ 1978 г., доктор технических наук, прошел ступени роста от инженера до заместителя генерального конструктора по электрическому проектированию и системам управления космическими аппаратами ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева. В.В. Хартов – почетный выпускник ТПУ.

Впервые образцы лунного грунта были доставлены в 1970 г. межпланетной космической станцией «Луна -16». С помощью космического бура, сконструированного Алимовым О. Д., на Землю доставлена колонка лунного грунта длиной около 160 мм и весом 170 граммов. 12 сентября 1970 года осуществлён пуск ракеты-носителя «Протон-К / Д», которая вывела на траекторию полёта к Луне АМС «Луна-16», включавшую в себя возвращаемый аппарат. 13 сентября 1970 года проведена коррекция траектории полёта станции, которая обеспечила выход станции в расчётную точку околослунного пространства. 17 сентября 1970 года станция «Луна-16» выведена на орбиту вокруг Луны. 20 сентября 1970 года станция «Луна-16» совершила мягкую посадку на поверхности Луны в районе Моря Изобилия. Отклонение от расчётной точки посадки составило 1,5 километра. Масса опустившейся на Луну станции составила 1880 кг. 21 сентября 1970 года с поверхности Луны стартовал возвращаемый аппарат автоматической межпланетной станции «Луна-16». Масса стартовавшей ступени была 512 кг. Непосредственно перед стартом был произведён забор лунного грунта, который в специальной капсуле был помещён в возвращаемый аппарат. 24 сентября 1970 года на

## СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ

---

территории СССР в 80 километрах юго-восточнее города Джебказган совершил мягкую посадку возвращаемый аппарат станции «Луна-16» массой 35 кг.

Спутник «Томск-ТПУ-120» – это первый российский космический аппарат, созданный с использованием 3D-технологий и уникальных материалов. Спутник относится к классу «наноспутников» и имеет размеры 30 x 11 x 11 сантиметров. Аппарат разработан в научно-образовательном центре «Современные производственные технологии» ТПУ совместно с Ракетно-космической корпорацией «Энергия» и Институтом физики прочности материаловедения СО РАН. Спутник был отправлен на МКС 31 марта 2016г. на борту транспортного грузового корабля «Прогресс МС-02» с космодрома Байконур.

### Литература

1. Анализ космических снимков при тектоно-магнетических и металлогенических исследованиях / Под редакцией И.Н. Томсона. – М., Наука, 1979.
2. Виноградов Б.В. Космические методы изучения природной среды. М.: Мысль, 1976.
3. Вдовыкин Г.П. Метеориты (Метеориты Кавказа и метеоритные дожди) Академия наук СССР (АН СССР), Институт геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ). – М.: Наука, 1974.
4. Кац Я.Г., Полетаев А.И. Основы линеаментной тектоники. – М.: Недра, 1986.
5. Кинг Э. Космическая геология. Введение. М., Мир.
6. Кравцова В. И. Космические снимки (методическое пособие). – М.: Изд. МГУ, 1985.
7. Мэйсон Б. Метеориты. – М.: Мир, 1965.
8. Симоненко А.Н. Метеориты – осколки астероидов – М.: Наука.

**СЕКЦИЯ 10**  
**ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ**  
**НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ**  
**АРКТИКИ**

**НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕ- И ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ**  
**НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

**В.И. Ерофеев, академик РАЕН, профессор,**  
**Заслуженный деятель науки РФ**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*  
*г. Томск, Россия*

Арктическая зона России представляет собой колоссальный сырьевой резерв страны и относится к числу немногих регионов мира, где имеются практически нетронутые запасы углеводородного сырья: нефти и газа. На относительно небольших территориях здесь в конце XX и в начале XXI века на Арктическом побережье и шельфе были открыты ряд крупных месторождений нефти и газа, что послужило поводом для споров между Россией, Норвегией, Канадой, США, Финляндией и другими странами о принадлежности и разделе различных пограничных территорий Арктики.

Важно отметить, что к настоящему времени наблюдается сильное истощение по запасам энергоресурсов большинства крупных нефтяных и газовых месторождений мира, на основании чего можно сделать заключение, что эпоха открытия и разработки так называемой «легкой нефти» закончился и наступает эпоха разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемой и труднодоступной нефтью. В связи с чем можно отметить возможные основные области поиска месторождений нефти и газа на планете: глубоководные, труднодоступные и трудноизвлекаемые месторождения нефти и газа и Арктическое побережье.

В последние годы российскими геологами были открыты ряд крупных месторождений нефти и газа на шельфах Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей Российской Арктической зоны. Разведанные запасы Арктической зоны в целом, включая шельфы и побережье Арктики, геологами и экспертами оцениваются примерно в 25–30 % мировых запасов углеводородного сырья.

В настоящее время в Российской арктической зоне крупные прогнозные запасы нефти и газа содержат Тимано-Печорская, Енисейско-Лаптевская, Баренцево-Карская, Индигиро-Чукотская и другие нефтегазовые территории. Так, например, открытое Штокмановское месторождение содержит более 4 000 млрд. м<sup>3</sup> газа, также в акватории Карского моря были разведаны и открыты крупнейшие газоконденсатные месторождения. Необходимо отметить, что по прогнозам ведущих мировых экспертов к 2020–2030 годам потребление нефти и газа вырастет на 20–30 % по сравнению с настоящим уровнем потребления этих энергоресурсов. Также резко возрастет потребность в этих видах углеводородного сырья для предприятий нефтегазохимической промышленности.

Потребность в углеводородах как в энергетическом сырье сохранится ещё в течение нескольких десятилетий, ещё большее значение имеют углеводороды в химической и нефтегазохимической промышленности — именно из них полностью или частично делается значительная часть современных материалов, полимеров и

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

---

пластмасс, без которых невозможна цивилизация. Кроме того, нефть — ресурс конечный, исчерпаемый, а значит, предложение её в стратегических масштабах возрастет не будет, спрос же на нее будет только расти.

Разработка арктического шельфа потребует интенсивного развития инноваций во всех сферах хозяйственной деятельности: разработка новых технологий добычи и разработки нефтяных и газовых месторождений в суровых климатических условиях Арктики, необходимо разрабатывать специальные сорта и марки получения металлических трубопроводов, конструкций, аппаратов, полимеров и пластмасс, выдерживающих без потери эксплуатационных свойств и характеристик температуру до  $-55-65^{\circ}\text{C}$ , а также высоколиквидные низкозастывающие моторные топлива (высокооктановые бензины, керосины, дизельные топлива) и масла для автомобильной, авиационной и морской техники, не замерзающие при  $-60-65^{\circ}\text{C}$  и ниже.

В настоящее время наряду с нефтью все больший вклад в общий сырьевой баланс многих нефтегазодобывающих стран мира вносят различные виды легкого углеводородного сырья: природный и попутные нефтяные газы, газовые конденсаты, газогидраты, что требует огромных затрат для их добычи и глубокой химической переработки в различные ценные продукты.

В связи с этим, на современном этапе нефтегазохимия играет существенную роль в разработке новых технологий по переработке углеводородных фракций, различных видов легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов  $\text{C}_1\text{-C}_4$ , создании новых более эффективных катализаторов и процессов их переработки в низшие олефины, арены, моторные топлива и другие ценные продукты [1-14]. Важное значение играют новые процессы синтеза этилена, пропилена, изобутена, альфа-олефинов, аренов, спиртов, эфиров и других продуктов [15-20].

В настоящее время основным методом их синтеза является термический пиролиз прямогонных бензинов, легких углеводородных фракций  $\text{C}_2\text{-C}_4$ , ШФЛУ и другие виды органического и углеводородного сырья. Также низшие олефины  $\text{C}_2\text{-C}_4$  частично получают при каталитическом крекинге и при дегидрировании парафинов.

Также необходимо отметить, что при разработке новых нефтехимических процессов важно создание и разработка активных и долговечных катализаторов, обладающих высокой активностью и селективностью в образовании целевых продуктов. Наиболее перспективные технологии в газохимии связаны с вовлечением в переработку газовых конденсатов, попутного и природного газа на новых модифицированных наноструктурированных цеолитных системах, позволяющие превращать метан в этилен, арены, высокооктановые компоненты моторных топлив [15-24].

Таким образом, в заключение необходимо отметить, что для переработки углеводородного сырья: нефти, газовых конденсатов, природного и попутных нефтяных газов Арктического побережья России важнейшими признаны технологии, связанные с переработкой природных и попутных нефтяных газов в синтез-газ, конверсия синтез-газа в метанол и в дальнейшем в низшие олефины, прямая конверсия природного газа и попутных нефтяных газов  $\text{C}_2\text{-C}_4$  в низшие олефины, арены, высокооктановые бензины и другие ценные продукты.

Литература

1. Арутюнов В.С., Лapidус А.Л. Газохимия как ключевое направление развития энергохимических технологий XXI века. // Рос. хим. ж. – 2003. – Т. 47. – № 2. – С. 23 – 32.
2. Барбашин Я.Е., Рябов Ю.В., Восмери́ков А.В., Вели́чина Л.М., Короби́цына Л.Л., Еро́феев В.И. Дезактивация цеолитных катализаторов в процессах превращения метанола, гексана и бензиновой фракции газового конденсата. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1998. – № 8. – С. 17 – 21.
3. Брагинский О.Б., Шлихтер Э.Б. Мировая нефтепереработка: экологическое измерение. – М.: Академия, 2003. – 262 с.
4. Восмери́ков А.В., Еро́феев В.И. Исследование каталитической активности Ga – содержащих цеолитов в процессе ароматизации низших алканов. // Журнал прикладной химии. – 1994. – Т. 67. – Вып. 7. – С. 1152 – 1156.
5. Восмери́кова Л.Н., Зайковский В.И., Волы́нкина А.Н., Восмери́ков А.В. Особенности дезактивации Ga-содержащих цеолитов в процессе ароматизации пропана. // Нефтехимия. – 2017. – Т. 57. – № 1. – С. 88 – 95.
6. Восмери́кова Л.Н., Барбашин Я.Е., Восмери́ков А.В. Влияние природы струкурообразующей добавки на физико-химические свойства цеолитов и активность Zn-содержащих катализаторов на их основе в процессе ароматизации. // Журнал физической химии. – 2014. – Т. 88. – № 3. – С. 413 – 417.
7. Еро́феев В.И. Проблемы и перспективы развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России. // В сб.: Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVII Межд. симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 150-летию со дня рождения акад. В.А. Обручева и 130-летию акад. М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2013. С. 44 – 47.
8. Еро́феев В.И. Современные процессы нефте – и газопереработки. // В сб.: Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVIII Межд. симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 115-летию со дня рождения акад. Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2014. С. 147 – 151.
9. Еро́феев В.И., Восмери́ков А.В., Короби́цына Л.Л., Соловьёв А.И. Превращение нефтяных газов на модифицированных цеолитных катализаторах // Нефтехимия. – 1990. – Т. 30. – № 4. – С. 496 – 500.
10. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabov Yu.V. Pyrolysis of straight-run Naphtha on ZSM-5 Zeolites modified with alkaline-earth metal cations // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 2. – P. 235 – 237.
11. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Kukhareno O.A. Effect of high-temperature treatment of Pentasils on their acid catalytic properties in conversion of straight-run Naphthas // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 11. – P. 1846 – 1849.
12. Erofeev V.I., Adyaeva L.V. Transformations of straight-run Naphthas on Indium-modified pentasils // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – N 7. – P. 1083 – 1088.
13. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabova N.V. Effect of high-temperature steam treatment of high-silica Zeolites of the ZSM-5 type on their acidity and selectivity of Formation



**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**

---

- of lower olefins from straight-run Naphthas // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – N 1. – P. 95 – 98.
14. Erofeev V.I., Medvedev A.S., Koval L.M., Khomyakov I.S., Erofeev M.V., Tarasenko V.F. Effect of UV Activation on acid and catalytic properties of zeolite-containing Catalysts in conversion of gas-condensate straight-run Gasolines to high-octane Gasolines//Russian Journal of Applied Chemistry. – 2011. – V. 84. – N 10 – P. 1760 – 1766.
  15. Erofeev V.I., Trofimova A.S., Koval L.M., Ryabov Yu.V. Acidity and catalytic properties of Cu-ZSM-5 in conversion of lower alkanes // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.
  16. Korobitsyna L.L., Velichkina L.M., Antonova N.V., Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Physicochemical and catalytic properties of iron-containing Zeolites // Russian Journal of Physical Chemistry. – 1997. – V. 71. – N 1. – P. 54 – 57.
  17. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 456 с.
  18. Медведев Ю.В., Иванов В.Г., Середа Н.И., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Коровин С.Д., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Суслов А.И., Тарасенко В.Ф., Истомина В.А. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
  19. Ryabov Yu.V., Erofeev V.I. Carbonization of high-silica Zeolites during the conversion of methanol to hydrocarbons // Russian Chemical Bulletin. – 1986. – V. 35. – N 9. – P. 1785 – 1789.
  20. Степанов А.А., Коробицына Л.Л., Барбашин Я.Е., Восмерилов А.В. Влияние условий предварительной термообработки на свойства Mo/ZSM-5 – катализатора неокислительной конверсии метана.// Журнал физической химии. – 2016. – Т. 90. – № 12. – С. 1797 – 1803.
  21. Tretyakov V.F., Lermontov A.S., Makarfi Yu.I., Yakimova M.S., Frantsuzova N.A., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Motor Fuels from Bioethanol // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2008. – V.44. – N 6. – P. 409 – 414.
  22. Trofimova A.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Lower Olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals.// Rus. J. of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – pp. S537–S540.
  23. Трофимова А.С., Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Получение низших олефинов из алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на цеолитах ZSM-5, модифицированных литием.// Журнал физической химии. – 2002. – Т. 76. – № 6. – С. 1034 – 1037.
  24. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. – V. 48. – N 1. – P. 71 – 76.

**УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ**

**Р.В. Ануфриев, Г.И. Волкова**

Научный руководитель старший научный сотрудник. Г.И. Волкова  
**Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия**

Низкие температуры, холодное море, льды, полярная ночь, вечная мерзлота, тундра или тайга, большая глубина залегания ресурсов, удаленность месторождений от ближайших населенных пунктов и практически полное отсутствие

инфраструктуры — вот перечень вводных для тех, кто желает организовать добычу углеводородов в Арктике [4]. Транспортировка нефти с платформ непростая задача. Для транспорта нефти часто приходится прокладывать «горячую» теплоизолированную трубу, которая может находиться на сваях. Подвод тепла для нагрева трубопровода в условиях Арктики весьма ограничен, поэтому для транспорта углеводородного сырья удобнее и экономически выгоднее использовать физические методы воздействия или комплексное воздействие, включающее физические и химические методы.

Для интенсификации процессов добычи и транспорта нефти исследуется возможность применения ультразвуковой обработки, которая перед многочисленными способами улучшения структурно-механических свойств тяжелых нефтей и методами борьбы с отложениями является менее энергозатратной, имеет высокий коэффициент полезного действия, технически и экологически безопасна.

Исследование поведения нефтяных систем показало, что характер изменения реологических и энергетических параметров после ультразвуковой обработки зависит от компонентного состава нефтяной дисперсной системы [1, 2], причем для высокопарафинистых систем результат обработки не однозначен, в частности, показано отрицательное влияние ультразвука на вязкостно-температурные характеристики высокопарафинистых систем.

В данной работе исследована возможность применения комплексного подхода для улучшения вязкостно-температурных характеристик малосмолистой высокопарафинистой нефти

Для решения поставленной задачи в ультразвуковом поле обрабатывали охлажденную до 0 °С (температура, близкая к температуре застывания нефти) нефть в течение 0,5 до 10 мин. Показано, что только при обработке в течение 1 мин вязкость нефти снизилась в области малых скоростей сдвига (рис.1)

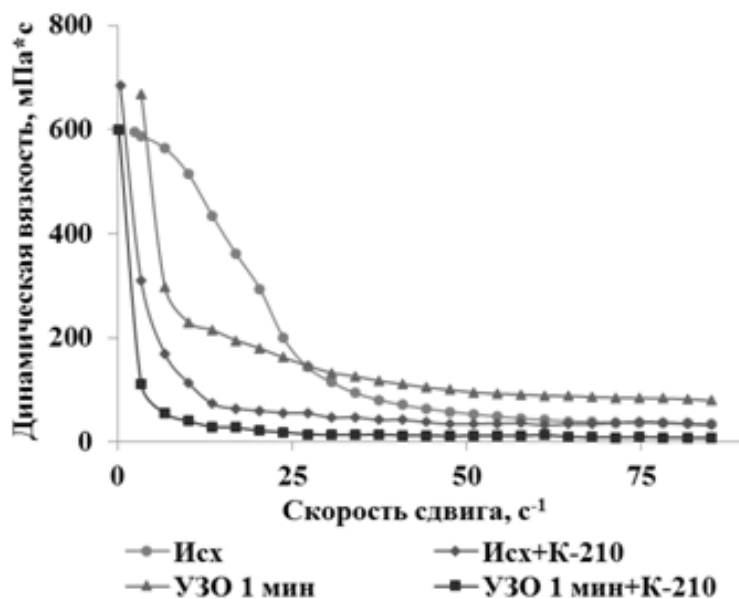
Существенное улучшение структурно-механических параметров нефти наблюдали в присутствии присадки К-210, полученной на основе новых упорядоченных амфифильных азотсодержащих полимеров с использованием ароматических растворителей [3]. Депрессорный эффект усиливается после добавления 0,05 % мас. присадки в обработанную ультразвуком охлажденную нефть (табл. 1).

Для характеристики прочности структур, формирующихся в исследуемых образцах, сняты изотермические кривые течения прямого и обратного хода при температуре 5 °С и рассчитаны значения удельной энергии разрушения дисперсной системы ( $\Delta W$ ). Значения  $\Delta W$  после внесения присадки снижаются в 6 раз, а при комплексном воздействии – в 66 раз (табл. 1).

Из исходной и обработанных нефтей выделены осадки (табл. 1) и исследован их состав методом хроматомасс-спектрометрии и ИК-спектроскопии.

В составе осадков идентифицированы *n*-алканов  $C_{11}$ - $C_{33}$  и ароматические углеводороды масляной фракции. Внесение полимерной присадки К-210 приводит к увеличению содержания *n*-алканов  $C_{17}$ - $C_{33}$  в осадках нефти на 8 % отн. по сравнению с исходным образцом. После комплексного воздействия наблюдается перераспределение *n*-алканов в осадках нефти. Эти результаты согласуются с данными ИК-спектроскопии.

**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**



*Рис. 1 Влияние условий обработки на вязкость нефти при 5°C*

*Таблица 1*

**Влияние условий УЗО на температуру застывания, удельную энергию разрушения структуры ОД нефти и количество осадка**

Образец	T <sub>з</sub> , °C	ΔW, кДж/м <sup>3</sup>	Масса осадка/100 г нефти
ОД нефть	-4,4	132	3,25
УЗО 1 мин	+0,3	116	7,48
К-210	-11,0	21	1,31
УЗО 1 мин+К-210	-12,4	2	0,95

Проведенные исследования показывают, что комплексное воздействие на охлажденную высокопарафинистую нефть, включающее 1 мин УЗО и последующее внесение присадки в количестве 0,05 % мас., приводит к улучшению структурно-механических параметров нефти. Обработка в акустическом поле усиливает депрессорное и ингибирующее действие присадки.

Литература

1. Тухватулина А.З. Состав, физико-химические и структурно-реологические свойства нефтей из карбонатных коллекторов: Автореферат. Дис. ... канд. хим. наук. – Казань, 2013 г. – 20 с.
2. Ануфриев Р.В. Влияние ультразвуковой обработки на структурно-механические свойства и состав нефтяных дисперсных систем: Автореферат. Дис. ... канд. хим. наук. – Томск, 2017 г. – 24 с.
3. Kazantsev O.A., Volkova G.I., Prozorova I.V., Litvinets I.V., Orekhov D.V., Samodurov S.I., Kamorin D.M., Moikin A.A. Poly(alkyl (meth)acrylate) depressants for paraffin oils // *Petroleum Chemistry*. – 2016. – V. 56. – Issue 1. – P. 68–72.
4. <http://tek360.rbc.ru/articles/40/>

**СИНТЕЗ НИЗКОЗАСТЫВАЮЩИХ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ ОЛИГОМЕРОВ ДЕЦЕНА  
НА МИКРО- И МИКРО-МЕЗОПОРИСТЫХ ЦЕОЛИТАХ Y**

**В.Р. Бикбаева<sup>1</sup>, С.В. Бубеннов<sup>2</sup>, Н.Г. Григорьева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Россия*

<sup>2</sup>*Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа, Россия*

В настоящее время поли- $\alpha$ -олефиновые масла находят широкое применение в качестве эффективных синтетических масел, обладающих хорошими физико-химическими свойствами [1]. Одними из важнейших физико-химических свойств синтетических масел на основе поли- $\alpha$ -олефинов (ПАО) являются низкая температура застывания (-70-80°C), что особенно актуально при работе в условиях Крайнего Севера, их высокая термоокислительная стабильность, улучшенная смазочная способность, меньшая испаряемость при работе в двигателях, более пологая вязкостно-температурная кривая.

Производство ПАО включает следующие основные стадии олигомеризации  $\alpha$ -олефинов C<sub>8</sub>-C<sub>14</sub>, гидрирование полученных олигомеров и их разделение на фракции [1]. Традиционными кислотными катализаторами процессов катионной олигомеризации являются комплексы хлорида алюминия или фторида бора. Применение указанных катализаторов приводит к многостадийности процессов, образованию отходов и побочных продуктов, высокой коррозионной опасности и токсичности, и в итоге - к увеличению затрат на производство.

В связи с этим целью настоящей работы являлось разработка эффективного гетерогенно-каталитического способа олигомеризации децена-1 в присутствии цеолитных катализаторов с микропористой и комбинированной микро-мезопористой структурой.

В работе в качестве микропористого катализатора исследовали цеолит H-Y, микро-мезопористый - гранулированный без связующих веществ цеолит H-Y-МММ, в пористой структуре которого сочетается микропористая структура самого цеолита Y и мезопоры (а также макропоры), сформировавшиеся между сростками кристаллов цеолита [2].

Физико-химические свойства синтезированных цеолитов исследованы с помощью рентгенофазового анализа; пористая структура - методами низкотемпературной адсорбции-десорбции азота и ртутной порометрии, кислотные свойства - инфракрасной спектроскопии с использованием низкотемпературной адсорбции молекулы-зонда CO. Олигомеризацию децена-1 осуществляли в непрерывно вращающихся термостатированных автоклавах в присутствии 10-30 % мас. катализатора, при 150-250°C в течение 3-5 ч. Продукты реакции олигомеризации децена-1 анализировали методом газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Идентификацию продуктов осуществляли методами хромато-масс-спектрометрии, ИК-, <sup>1</sup>H- и <sup>13</sup>C- ЯМР-спектроскопии.

На основе проведенных физико-химических исследований было установлено, что основными реакциями децена-1, протекающими на цеолитных катализаторах в изученных условиях, были изомеризация и олигомеризация. При температурах более 200 °C наблюдали деструкцию как исходных олефинов, так и образовавшихся олигомеров.

Важно отметить, что исходный цеолит H-Y с микропористой структурой проявляет высокую активность в олигомеризации децена, конверсия олефина достигает 80-95%, селективность образования олигомеров составляет 60 - 80%.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Следует отметить, что в составе олигомеров ~90% приходится на долю димеров децена. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии пространственных ограничений, создаваемых микропористой кристаллической решеткой цеолитов, на рост молекул олигомеров высших линейных  $\alpha$ -олефинов.

Уменьшить пространственные ограничения, создаваемые микропористой кристаллической решеткой цеолита для объемных реагирующих молекул и продуктов реакции, можно, создавая в цеолитной структуре развитую систему мезопор.

В качестве такого микромезопористого материала мы использовали цеолит H-Y-МММ, в пористой структуре которого в процессе его синтеза формируются мезо- и макропоры. Удельная поверхность этого цеолита по данным ртутной порометрии, составляет  $7 \text{ м}^2/\text{г}$ , а объем пор  $0,5 \text{ см}^3/\text{г}$ . Объем мезо- и макропор от общего объема пор составляет ~ 50 %, а транспортные поры, в основном, представлены порами с радиусом 50-100 нм и 100-1000 нм.

Использование в олигомеризации децена-1 цеолитного катализатора с микромезопористой структурой H-Y-МММ привело к получению олигомеров с более широким молекулярно-массовым распределением (степень олигомеризации  $n = 2-5$ ) при сохранении высокой каталитической активности. Селективность образования олигомеров на цеолите H-Y-МММ составляет 70-85%. В составе олигомеров уменьшается количество димеров децена-1 и возрастает содержание олигомеров с  $n \geq 3$ .

### Литература

1. Цветков О.Н. Поли- $\alpha$ -олефиновые масла: Химия, технология и применение. М.: Техника.- 2006.- 192 с
2. Павлов М.Л., Травкина О.С., Кутепов Б.И., Павлова И.Н., Хазипова А.Н. Способ получения высокомолекулярного фожазита без связующих веществ. Патент РФ № 2456238, опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20.

### ПЕРЕРАБОТКА ТЯЖЕЛОГО НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ В ПРИСУТСТВИИ ПОРОШКОВ WC Н.В. Брославский<sup>1</sup>, М.А. Морозов<sup>1,2</sup>, А.В. Восмериков<sup>2</sup>

Научный руководитель младший научный сотрудник А.С. Акимов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Россия занимает третье место в мире по запасам тяжелой нефти (ТН). В последние годы активно стали разрабатываться новые подходы к переработке ТН, основанные на комбинировании традиционных технологий с поправками на специфику сырья. Анализ технологий показывает, что подходы к переработке ТН схожи с переработкой нефтяных остатков от традиционных нефтей, таких как мазуты, полугудроны, гудроны и т.п. [1]. Основными процессами переработки ТН и тяжелых нефтяных остатков (ТНО) являются процессы: висбрекинга, коксования, гидроочистки, гидрокрекинга, деасфальтизации и термокаталитические процессы. Термокаталитические процессы выступают более приоритетными, так как позволяют решать задачу повышения выхода светлых фракций и имеют сравнительно низкую себестоимость. Основным таким процессом является каталитический крекинг. Различные катализаторы могут иметь значительные

отличия по составу продуктов и степени превращения сырья. Соответственно поиск альтернативных катализаторов крекинга является экономичным и эффективным способом для получения на установках каткрекинга большего выхода ценных топливных фракций и повышения их качества [2, 3].

Цель работы – исследование каталитической активности карбида вольфрама в процессе переработки различного тяжелого нефтяного сырья (ТНС).

В качестве объекта исследования в работе использован карбид вольфрама (марка С), полученный печным способом. В качестве сырья были выбраны: гудрон Новокуйбышевского НПЗ (ННПЗ) и гудрон Омского НПЗ (ОНПЗ). Гудрон ННПЗ имеет следующие характеристики: содержание серы – 3,04 % мас., температура начала кипения – 343 °С, соотношение Н/С = 1,56, плотность – 0,9870 г/см<sup>3</sup>. Гудрон ОНПЗ: соотношение Н:С = 1,59; плотность при 60°С = 0,96 г/см<sup>3</sup>. Процесс термо- и каткрекинга проводили в стальных автоклавах объемом 12 см<sup>3</sup> в периодическом режиме в среде аргона при следующих условиях: масса сырья – 5 г, загрузка катализатора 0,05–2 % масс. Время эксперимента варьировали в интервале 1–1,5 ч, температуру – 420–440 °С. В качестве основного критерия оценки каталитической активности карбида вольфрама использовался фракционный состав продуктов, который определяли с помощью метода термогравиметрического анализа. В ходе работы были проведены серии экспериментов по определению оптимальных условий крекинга.

В результате установлено, что для гудрона ННПЗ таковыми является 420 °С и 1,5 ч. Согласно полученным данным (рис. 1), при крекинге гудрона ННПЗ в присутствии 0,05% мас. карбида вольфрама происходит увеличение выхода светлых фракций на 14% по сравнению с экспериментом без добавок, выход составляет 60,2% мас. Дальнейшее увеличение содержания WC до 0,8% и 2% приводит к росту выхода светлых топливных фракций до 62,5 и 71,1% мас., соответственно. При этом наблюдается увеличение выхода побочных продуктов (газ и кокс). Проведено исследование возможности циклического использования карбида вольфрама. Эксперименты показали, что при повторном использовании не только не снижается его каталитическая активность, но даже несколько возрастает, что подтверждает устойчивость WC к отравлению.

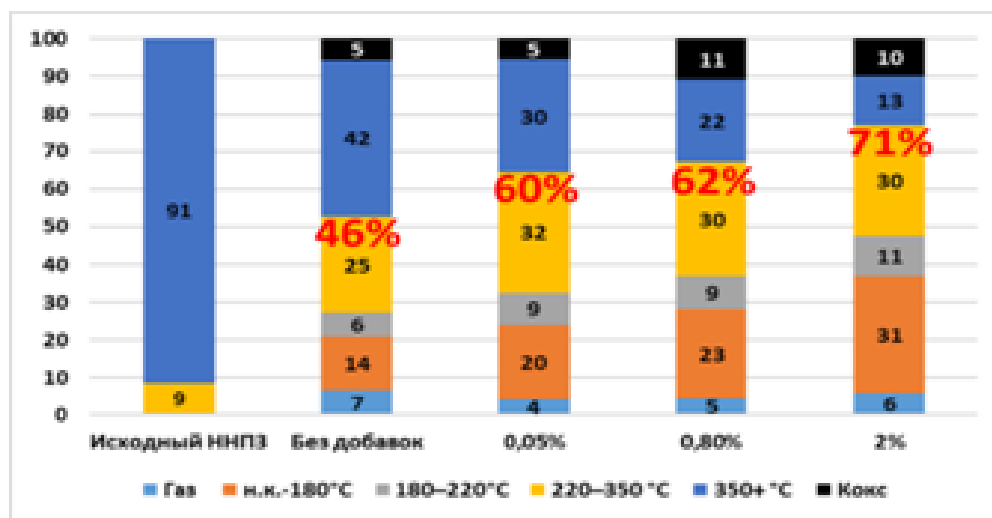


Рис. 1 Фракционный состав продуктов крекинга гудрона ННПЗ

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

На рис. 2 представлены результаты экспериментов, выполненных на гудроне ОНПЗ. Как и в случае использования гудрона ННПЗ, наблюдается увеличение выхода светлых фракций при повышении температуры процесса, однако вместе с тем происходит и рост выхода побочных продуктов. На основании полученных данных для гудрона ННПЗ были выбраны параметры процесса: температура 420 °С и продолжительность 1,5 ч, т.к. при этих условиях наблюдается значительный выход светлых фракций при минимальном образовании газа и кокса. В этих условиях была испытана добавка WC (0,8%). Продукты крекинга содержат 65% светлых фракций и 5% побочных продуктов, что втрое меньше, чем при использовании гудрона ННПЗ. Такое отличие в составе продуктов связано с составом исходного сырья.

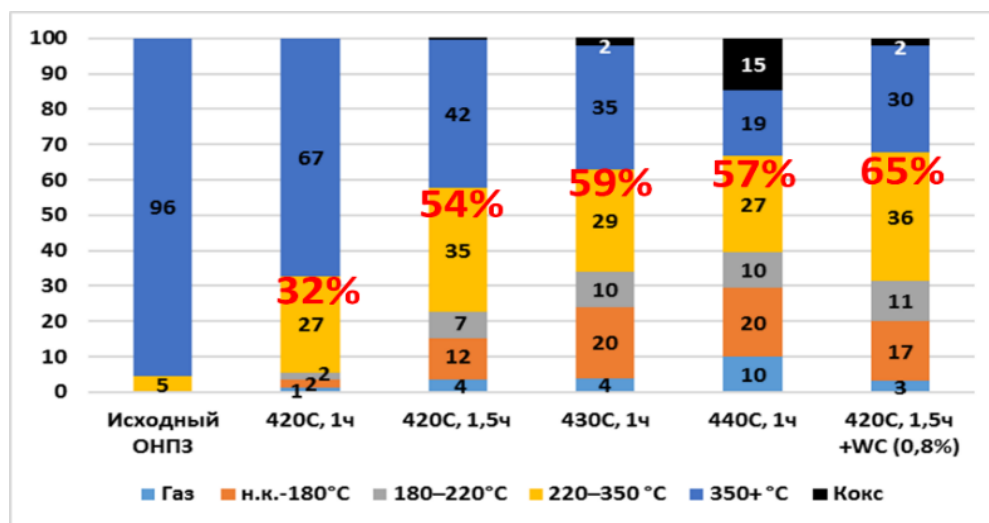


Рис. 2 Фракционный состав продуктов крекинга гудрона ОНПЗ

В ходе выполнения работы установлена каталитическая активность карбида вольфрама WC в процессе переработки различного тяжелого нефтяного сырья. Подобраны оптимальные экспериментальные условия процесса и получены высокие выходы ценных светлых фракций. Так же подтверждена устойчивость карбида вольфрама к отравлению и показано сохранение его каталитических свойств при повторном использовании.

### Литература

1. Галиуллин Э.А., Фахрутдинов Р.З. Новые технологии переработки тяжелых нефтей и природных битумов // Вестник технологического ун-та. – 2016. – Т. 19. – № 4. – С. 47-51.
2. Кривцов Е.Б. Инициированный крекинг природного битума для увеличения выхода дистиллятных фракций // Известия томского политехнического университета. – 2013. – № 3. – С. 37-42.
3. Сафин З.И. Комплексная оценка нефтеперерабатывающих заводов и заводов по переработке тяжелых нефтей и природных битумов // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 9. – С. 188-191.



**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГПС Mo-Bi-Co, В ПРОЦЕССЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРЯМОГОННЫХ  
БЕНЗИНОВ В ВЫСОКООКТАНОВЫЕ БЕНЗИНЫ**

**Н.Д. Власова<sup>1</sup>, С.Н. Джалилова<sup>2</sup>, Л.А. Егорова<sup>1</sup>, В.И. Ерофеев<sup>2</sup>**

Научные руководители доцент Л.А. Егорова, профессор В.И. Ерофеев

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

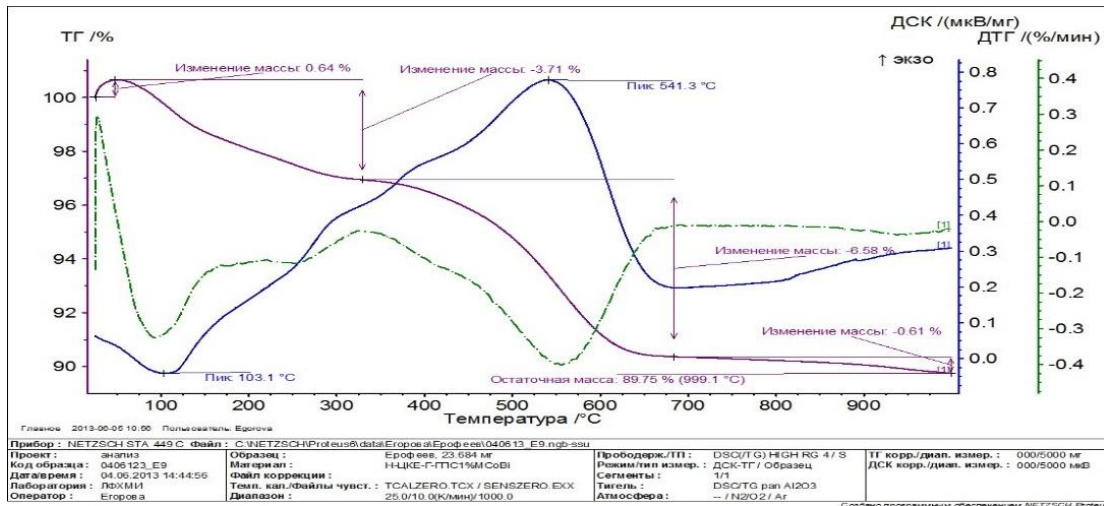
<sup>2</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В настоящее время цеолитсодержащие катализаторы на основе микропористых высококремнеземных цеолитов находят широкое применение во многих процессах нефтепереработки [1-5]. В связи с этим, наиболее перспективными для производства высокооктановых бензинов могут быть модифицированные цеолитсодержащие катализаторы на основе высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5 [6-15]. В настоящей работе представлены результаты термических исследований отработанных цеолитных катализаторов 1–3 % ГПС (Mo-Bi-Co)/H-ЦКЕ-Г в процессе превращения прямогонных бензинов (ПБ). Синтез высококремнеземных цеолитов (H-ЦКЕ-Г) проводили из щелочных алюмокремнегелей при 175–180 °С в течение 2-4 суток с использованием гексаметилендиамина в качестве органической структурообразующей добавки. Модифицирование проводили методом пропитки высококремнистого цеолита H-ЦКЕ-Г солянокислым раствором солей гетерополисоединений (ГПС) системы (Mo-Bi-Co) в количестве 1-3 мас. % [6-7]. Физико-химические свойства синтезированных и отработанных катализаторов исследовали с помощью ИК-спектроскопии, рентгенофазового и термогравиметрического анализов. Согласно экспериментальным данным полученный цеолитный катализатор соответствует типу MFI (ZSM-5). Исследования по превращению ПБ проводили на проточной каталитической установке со стационарным слоем катализатора в области 350–425 °С, объемной скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup> и атмосферном давлении. Анализ газообразных и жидких продуктов процесса превращения ПБ проводили газохроматографическим методом [13-14]. В жидких продуктах превращения ПБ преобладают арены C<sub>6</sub>–C<sub>9</sub> (в основном толуол и ксилолы, содержание бензола 1-2 %). С ростом концентрации ГПС в цеолитном катализаторе от 1 до 3 % в жидких продуктах процесса превращения ПБ снижается суммарный выход ароматических углеводородов и октановое число. Наиболее оптимальной концентрацией является 1 % ГПС в цеолитном катализаторе, на котором выход аренов при 425 °С составляет 32,23 %, а октановое число равно 93,14 пунктов по исследовательскому методу. Среди газообразных продуктов процесса превращения ПБ преобладают, в основном, пропан и бутаны. Количественную характеристику закоксовывания отработанных цеолитных катализаторов, модифицированных ГПС (Mo-Bi-Co), проводили по результатам термического анализа. Анализ образцов осуществляли на синхронном термоанализаторе STA 449 C Jupiter в воздушной атмосфере со скоростью нагрева 10 град/мин. Для оценки влияния концентрации модифицирующей добавки на закоксовывание катализаторов термический анализ проводили на четырех образцах: 1-3 % ГПС (W-Bi-Co)/99-97 % H-ЦКЕ-Г. Ход ДСК-кривых свидетельствует о том, что с повышением температуры начинаются процессы с выделением тепла. На термограммах в области 50-150 °С наблюдаются эндоэффекты, обусловленные удалением адсорбированных паров воды и углеводородов с катализатора. В области 250-650 °С наблюдаются широкие

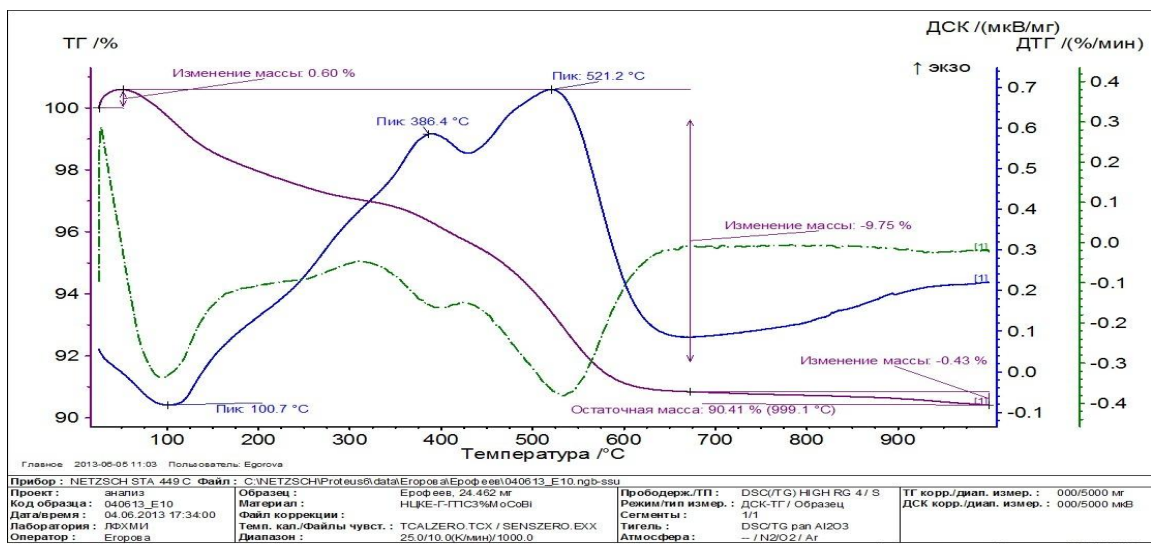
## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

экзоэффекты, соответствующие выгоранию различных форм коксовых отложений с поверхности отработанного цеолитного катализатора, модифицированного 1-3 % ГПС, масса коксовых отложений составляет 6-9 %.

В области 200-400 °С, по-видимому, выгорает преимущественно поверхностный, так называемый «аморфный» рыхлый кокс, масса его примерно 2-3 % (рис. 1-2). В области температур 400 – 700 °С, по-видимому, выгорает более «плотный» кокс или коксовые отложения, находящиеся в устьях или широких порах цеолита, масса его составляет 4,21 - 4,41 % мас.



**Рис. 1** Термогравиметрические кривые отработанного образца 1 % ГПС (Мо-Vi-Co)/ 99 % Н-ЦКЕ-Г в процессе превращения прямогонных бензинов в высокооктановые компоненты бензина.



**Рис. 2** Термогравиметрические кривые отработанного образца 3 % ГПС (Мо-Vi-Co)/ 97 % Н-ЦКЕ-Г, в процессе превращения прямогонных бензинов в высокооктановые компоненты бензина.

В области температур 300–700°C происходит выгорание кокса, о чем свидетельствует уменьшение массы образцов, сопровождающееся экзотермическим

эффектом на ДСК-кривой (рис.2). Таким образом, с помощью термогравиметрического анализа исследованы закоксованные цеолитные катализаторы H-ЦКЕ-Г, модифицированные 1-3 % ГПС (Mo-Vi-Co). Показано, что коксовые отложения с закоксованных катализаторов выгорают в двух областях температур: в области 200-400 °С и 400-650 °С.

Литература

1. Восмериков А.В. Превращение углеводородных фракций газового конденсата на цеолитсодержащих катализаторах / А.В. Восмериков, Л.М. Величкина, Л.Л. Коробицына, Н.В. Антонова, А.И. Вагин, В.И. Ерофеев // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 1997. – № 2. – С. 16-19.
2. Ерофеев В.И. Проблемы и перспективы развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России. // В сб.: Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVII Межд. симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 150-летию со дня рождения акад. В.А. Обручева и 130-летию акад. М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2013. С. 44 – 47.
3. Ерофеев В.И. Комплексная переработка легкого углеводородного сырья в арены и высокооктановые бензины на цеолитсодержащих катализаторах / В.И. Ерофеев, И.С. Хомяков, Г.С. Боженкова, Е.В. Ерофеева, В.И. Снегирев // Газовая промышленность. – 2013. – № 12 (699). – С. 90-93.
4. Ерофеев В.И., Хомяков И.С. Конверсия прямогонных бензинов в высокооктановые бензины на цеолитах типа ZSM-5, модифицированных гетерополисиодинениями Мо // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-8. – С. 1364-1368
5. Медведев Ю.В. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе / Ю.В. Медведев, В.Г. Иванов, Н.И. Серeda, Ю.И. Польшгалов, В.И. Ерофеев, С.Д. Коровин, М.В. Ерофеев, Э.А. Соснин, А.И. Суслов, В.Ф. Тарасенко, В.А. Истомин // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
6. Патент РФ № 2006112169/15, 12.04.2006. Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Синтетический цеолит и способ его получения // Патент России № 2313486. Оpubл.: 27.12.2007.
7. Патент РФ № 2012130514/04, 17.07.2012. Ерофеев В.И., Егорова Л.А., Ерофеев М.В. Цеолитсодержащий катализатор, способ его получения и способ превращения прямогонной бензиновой фракции в высокооктановый компонент бензина с низким содержанием бензола // Патент России № 2493910. Оpubл.: 27.09.2013.
8. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabov Yu.V. Pyrolysis of straight-run Naphtha on ZSM-5 Zeolites modified with alkaline-earth metal cations // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 2. – P. 235 – 237.
9. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Kukharensko O.A. Effect of high-temperature treatment of Pentasils on their acid catalytic properties in conversion of straight-run Naphthas // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 11. – P. 1846 – 1849.
10. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabova N.V. Effect of high-temperature steam treatment of high-silica zeolites of the ZSM-5 type on their acidity and selectivity of formation of

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

- lower olefins from straight –run naphthas. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – Issue 1. – P. 95–98.
11. Erofeev V.I., Adyaeva L.V. Transformations of straight-run Naphthas on Indium-modified pentasils // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – N 7. – P. 1083 – 1088.
  12. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2014. – V. 48. – N 1. – P. 71 – 76.
  13. Erofeev V.I. Effect of UV Activation on acid and catalytic properties of zeolite-containing Catalysts in conversion of gas-condensate straight-run Gasolines to high-octane Gasolines / V.I. Erofeev, A.S. Medvedev, L.M. Koval, I.S. Khomyakov, M.V. Erofeev, V.F. Tarasenko // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2011. – V. 84. – N 10 – P. 1760 – 1766.
  14. Erofeev V.I. Conversion of Gas-Condensate Straight-Run Gasolines to High-Octane Gasolines over Zeolite Catalysts Modified with Metal Nanopowders / V.I. Erofeev., A.S. Medvedev, I.S. Khomyakov, E.V. Erofeeva // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2013. – V. 86. – N 7 – P. 979 – 985.
  15. Korobitsyna L.L. Physicochemical and catalytic properties of iron-containing Zeolites / L.L. Korobitsyna, L.M. Velichkina, N.V. Antonova, A.V. Vosmerikov, V.I. Erofeev // Russian Journal of Physical Chemistry. – 1997. – V. 71. – N 1. – P. 54 – 57.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОПАНА НА GA-СОДЕРЖАЩЕМ ЦЕОЛИТНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ, ПОДВЕРГНУТОМ ТЕРМОПАРОВОЙ ОБРАБОТКЕ

**А.А. Восмери́ков<sup>1</sup>, Л.Н. Восмери́кова<sup>2</sup>**

Научный руководитель старший научный сотрудник Л.Н. Восмери́кова<sup>2</sup>

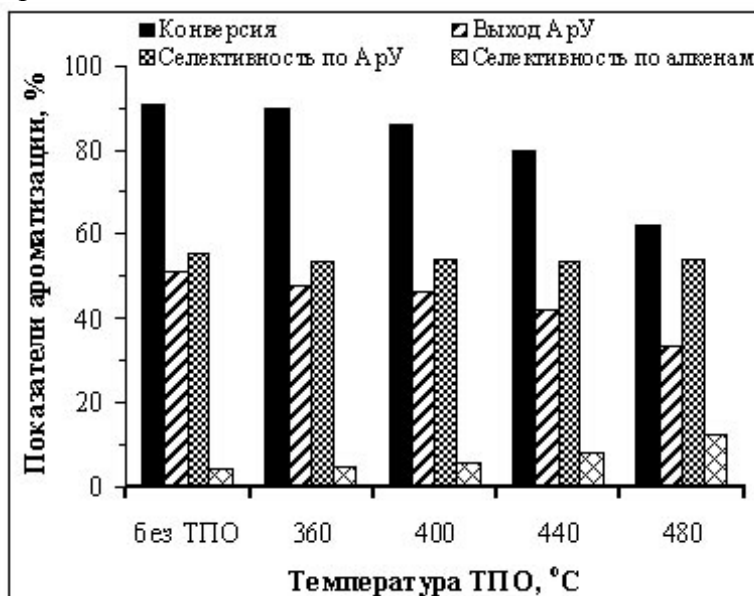
<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

В настоящее время весьма актуальна проблема получения нефтехимических продуктов из природных, попутных и отходящих газов нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий. Одним из решений этой задачи может стать их превращение в ароматические соединения состава C<sub>6</sub>-C<sub>12</sub> на цеолитных катализаторах типа пентасил. Активность и селективность каталитического действия пентасилов можно повысить путем их модифицирования металлами, характеризующимися повышенной дегидрирующей способностью. Изменить активность и селективность можно и путем проведения различных предварительных обработок цеолитных катализаторов, одной из которых является обработка водяным паром. Подвергая термопаровой обработке цеолитные катализаторы, можно влиять на их каталитическую активность в ряде реакций. Цель данной работы – исследование влияния термопаровой обработки на активность и селективность галлоалюмосиликата в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды. В качестве объекта исследований использовался синтезированный нами галлоалюмосиликат (ГАС) структурного типа ZSM-5 с силикатным модулем 40 (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Содержание оксида галлия в полученном катализаторе составляло 1,85 % мас. Термопаровую обработку (ТПО) галлоалюмосиликата проводили водяным паром (объемная скорость подачи воды – 2 ч<sup>-1</sup>) в течение 3 ч при различной температуре (360-480 °С).

Превращение пропана в ароматические углеводороды (АрУ) изучали на стендовой установке проточного типа со стационарным слоем катализатора объемом 3,0 см<sup>3</sup> при атмосферном давлении, температуре реакции 550 °С и объемной скорости подачи сырья 500 ч<sup>-1</sup>. Продукты реакции анализировали методом ГЖХ с использованием хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2». Для оценки каталитической активности образцов определяли степень превращения пропана, выход газообразных и жидких продуктов, а также рассчитывали селективность образования продуктов реакции.

На рисунке 1 представлены данные по влиянию температуры ТПО катализатора на его активность и селективность в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды. Исходный галлоалюмосиликат характеризуется достаточно высокой активностью в процессе ароматизации пропана. При температуре реакции 550 °С выход ароматических углеводородов на нем составляет 50,7 % при конверсии пропана 91 %. Проведение ТПО образца при 360 °С не приводит к существенным изменениям селективности образования продуктов ароматизации, дегидрирования и крекинга, а также степени превращения пропана. На образце ГАС, подвергнутом ТПО при 400 °С, образуется меньше ароматических углеводородов и больше продуктов дегидрирования, при этом степень конверсии снижается незначительно. Термопаровая обработка цеолита при более высокой температуре приводит к существенному изменению его активности и селективности. Так, например, на образце ГАС после ТПО при 480 °С выход ароматических углеводородов составляет всего 33,5 %, что почти в 1,5 раза меньше, чем на исходном ГАС. Следует отметить сохранение достаточно высокой селективности образования ароматических углеводородов на всех исследуемых образцах (более 53 %), что свидетельствует о наличии в них достаточного количества протонных кислотных центров после ТПО для проведения реакции ароматизации пропана.



**Рис. 1 Влияние температуры термопаровой обработки галлоалюмосиликата на основные показатели ароматизации пропана ( $T_{реакции}=550\text{ }^{\circ}\text{C}$ )**

Жидкими продуктами превращения пропана на галлоалюмосиликате являются ароматические углеводороды, основные из которых – это бензол, толуол и ксилол

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

(БТК-фракция), в небольшом количестве также образуются алкилбензолы  $C_{9+}$ , нафталин и алкилнафталины. Побочные продукты представлены газообразными углеводородами – метан и этан, в незначительном количестве присутствуют олефины  $C_2-C_4$  и бутаны, а также водород и непревращенный пропан. Максимальное количество ароматических углеводородов образуется на исходном ГАС. С ростом температуры проведения термопаровой обработки ГАС в составе образующихся на нем жидких продуктов прослеживается следующая закономерность: увеличивается содержание БТК-фракции и уменьшается доля нафталиновых углеводородов, а концентрация алкилбензолов изменяется незначительно по сравнению с другими ароматическими углеводородами. Проведение ТПО катализатора оказывает влияние и на состав образующихся на нем газообразных продуктов реакции. С ростом температуры ТПО ГАС наблюдается снижение концентрации продуктов крекинга (метана, этана) и увеличение содержания олефиновых углеводородов. Концентрация алканов  $C_3-C_4$  увеличивается, в основном, за счет роста доли непревращенного пропана. Различия, проявившиеся в составе образующихся на исследуемых образцах катализатора газообразных и жидких продуктов реакции, обусловлены различной скоростью протекания на них отдельных стадий процесса.

Таким образом, проведение термопаровой обработки галлоалюмосиликата приводит к изменению его активности и селективности в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды, что связано с деалюминированием цеолитного каркаса. Для получения наиболее эффективного катализатора ароматизации низших алканов его термопаровую обработку следует проводить при 400-440 °С.

### ПОЛУЧЕНИЕ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА ПРЕВРАЩЕНИЕМ ЭТИЛОВОГО СПИРТА НА ЦЕОЛИТЕ HZSM-5

**В.Ф. Третьяков, Р.М. Талышинский, А.М. Илолов, И.А. Курашов**

Научный руководитель главный научный сотрудник В.Ф. Третьяков

*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия*

Энергетический кризис прошлого века возродил интерес к использованию альтернативного сырья для производства моторных топлив. Известно, что большие мировые запасы угля и попутного газа являются наиболее перспективными природными источниками. Однако с экологической точки зрения наиболее перспективной считается зеленая масса – рапс, топинамбур, водоросли, отходы сельскохозяйственных культур из которых получают этанол.

С экономической точки зрения полный революционный переход от бензинового двигателя на этанольный потребовал бы значительных капитальных вложений. В этой связи представляется интересным конвертировать биоэтанол в автомобильные и авиационные топлива [1].

В Институте нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева (ИНХС РАН) разработан двухстадийный процесс получения авиационного керосина, в котором на первой стадии происходит превращение этилового спирта в ароматические углеводороды на цеолитном катализаторе типа HZSM-5, причем, в зависимости от структурирующей добавки, меняется распределение продуктов конверсии.

Полученная фракция на второй технологической стадии гидрируется с превращением ароматических соединений в нафтеновые углеводороды, обладающие большей теплотворной способностью и октановым числом.

Высококремнеземный цеолит типа HZSM-5 (H-5) был синтезирован исходя из щелочных алюмокремнегелей. В качестве структурообразующих добавок использовались побочные продукты производства капролактама: гексаметилендиамин (H-5-G), спиртовая фракция (H-5-SF) и «Х-масло» (H-5-XM) Модификацию цеолита осуществляли растворами азотнокислых солей цинка, железа, галлия и циркония [2].

Для получения авиационного керосина ароматическую фракцию подвергали гидрированию в автоклаве. В качестве катализатора использовали 3% Pt на активированном угле фирмы «Aldrich».

*Таблица 1*

**Физико-химических и эксплуатационных показателей образца синтетического топлива из биосырья**

Показатель	Нормы ТТ	Нормы РТ по ГОСТ 102227-86	Фактические данные топлива из биоэтанола
Плотность при 200°C, кг/м <sup>3</sup> не менее	755	755	790
Фракционный состав а) температура начала перегонки °С, не ниже б) температура конца кипения °С, не выше	135 280	135 280	135 196
Кинематическая вязкость, сСт а) При минус 20°C, не более б) При минус 40°C, не более	8,0 -	8,0 -	2,19 3,7
Низшая теплота сгорания, кДж/кг, не менее	43120	43120	43100
Высота не коптящего пламени, мм не менее	25	25	31
Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> не более	0,7	0,2...0,7	0,1
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле °С, не ниже	28	28	25
Температура начала кристаллизации °С, не выше	-60	-55	Ниже -60
Термоокислительная стабильность в статических условиях при 150°C, не более а) концентрация осадка, мг на 100 см <sup>3</sup> топлива б) концентрация растворимых смол, мг на 100 см <sup>3</sup> топлива в) концентрация нерастворимых смол, мг на 100 см <sup>3</sup> топлива	6 30 3	6 30 3	2,0 5,5 3
Массовая доля ароматических углеводородов, % не более	22	22	6,9
Концентрация фактических смол мг на 100 см <sup>3</sup> топлива, не более	4	4	3,0
Массовая доля серы, % не более	0,1	0,1	Отс.
Массовая доля меркаптановой серы, % не более	0,001	0,001	Отс.

Жидкую фракцию, полученную на первой стадии конверсии этанола, помещали в автоклав. Температуру поднимали до 250°C, при интенсивном перемешивании подавали в реактор водород.



## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Полученный образец продукта после гидрирования был исследован в Центральном институте авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ) для определения его физико-химических свойств и соответствие эксплуатационных характеристик по ГОСТу 10227-86 (табл. 1).

### Литература

1. Третьяков В.Ф., Тальшинский Р.М., Илолов А.М., Будняк А.Д.// Нефтехимия. – 2016. – Т. 56. – №3. – С. 1
2. Пат. 2330719 РФ. 2008. Ерофеев В.И., Третьяков В.Ф., Коваль Л.М., Тихонова, Н.В., Лермонтов А.С., Бурдейная Т.Н.

### ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

**А.А. Ильина, Т.В. Петренко**

Научный руководитель старший научный сотрудник Т.В. Петренко  
*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Нефтегазовые ресурсы континентального шельфа давно стали основными источниками увеличения добычи нефти и газа. В настоящее время доля углеводородов, добываемых на континентальном шельфе, составляет более четверти мирового объема добычи, и продолжает возрастать. Более 85 % общих ресурсов нефти и газа российского шельфа сосредоточено в арктических морях, поэтому совершенно очевидно, что Арктический сегмент Земли в будущем станет главным объектом пополнения запасов нефти и газа, как для России, так и для других государств. Поэтому интерес арктических стран к разработке природных ресурсов Арктики будет только возрастать [1]. Одним из направлений улучшения качества нефтепродуктов и глубины переработки нефти, является глубокое изучение элементного состава углеводородного сырья. Важной характеристикой нефти является микроэлементный состав, который значительно влияет на процессы ее переработки и дальнейшее использование нефтепродуктов. Большинство элементов, находящихся в нефти даже в микроколичествах, являются каталитическими ядами, дезактивирующими промышленные катализаторы нефтепереработки [2, 3]. Для экспрессного рутинного анализа минерального сырья, в том числе природных материалов, широко используется метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, который отличается малой величиной фонового сигнала, низким уровнем шумов, высокой стабильностью, отсутствием матричных эффектов и мешающих влияний со стороны материалов атомизатора, а также позволяет одновременно определять большое количество элементов [3].

Целью работы является сравнительная характеристика содержания металлов в нефтях российской Арктики методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.

Важную роль в удержании и смене ассоциаций микроэлементов в нефтях играют гетероатомы. Так, во всех нефтях наблюдается большее содержание Fe, Na, и в меньшем количестве присутствуют Mg, Mn, Sn. Удивительным является наличие высокого содержания Pb в Арктической нефти по сравнению с остальными пробами. Никель - ванадиевое число позволяет определить источник нефтяного загрязнения. Эти элементы входят в состав порфириновых комплексов и являются

## АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ

устойчивыми характеристиками нефти. Содержание этих микроэлементов изменяется в интервале 0,07 – 1,5 ppm сырой нефти для ванадия и 0,2 – 5,9 ppm - для никеля. Наибольшее содержание никеля и ванадия наблюдается в нефти месторождения Русское. По данным таблицы 2 можно рассчитать соотношение V/Ni. Наибольшая величина характерна для Нурминской нефти (0,40), а наименьшая – для битуминозной Русской нефти (0,25). Al и Si являются одними из главных золообразующих элементов, и их содержание менее 0,1 % следует относить к микроэлементам. Их содержание изменяется в широких пределах, но среднее соотношение Al/Si в арктических нефтях составляет 0,14. При этом надо учитывать практически полное отсутствие Al в некоторых образцах. Довольно равномерно содержание Ti для всех видов нефтей. Однако из этого ряда выпадает Арктическая нефть, в которой количество Ti минимум в 30 раз ниже, чем в других нефтях.

*Таблица 1*

*Микроэлементы в составе нефтей*

Элементы	Концентрация микроэлементов, ppm									
	Арктическая	Заполярная	Нурминская	Юрхаровская	Уренгойская 1	Уренгойская 2	Уренгойская 3	Гыданская	Новопортовская	Русская
<b>Al</b>	0,468	-	0,406	-	-	0,180	0,895	-	6,121	1,443
<b>Ca</b>	0,437	0,069	0,768	-	0,311	0,098	-	3,574	1,798	6,442
<b>Cd</b>	0,085	-	0,865	-	-	0,036	0,043	-	0,040	-
<b>Cu</b>	2,322	0,471	0,497	-	0,265	0,006	-	-	0,019	0,024
<b>Fe</b>	5,603	0,493	2,144	0,041	1,663	0,709	0,657	4,460	8,918	25,12
<b>Mg</b>	0,041	0,024	0,123	-	0,006	0,031	0,028	0,019	1,259	0,322
<b>Mn</b>	0,017	0,008	0,112	0,022	0,034	0,001	-	0,065	0,068	0,331
<b>Na</b>	59,79	-	60,19	-	-	23,84	28,12	-	205,9	-
<b>Ni</b>	0,242	-	0,241	-	-	-	-	-	1,690	5,887
<b>Pb</b>	0,836	-	-	-	0,049	-	0,009	-	-	-
<b>Si</b>	13,19	7,079	8,365	6,826	14,57	4,583	8,225	10,90	13,56	8,217
<b>Sn</b>	-	0,189	-	0,710	-	-	-	0,193	-	0,202
<b>Ti</b>	0,003	0,099	-	0,014	0,060	0,039	0,054	0,154	0,369	0,323
<b>V</b>	0,076	-	0,097	-	-	-	-	0,176	0,486	1,519
<b>Zn</b>	0,168	0,339	0,305	-	0,280	0,038	0,133	0,041	0,148	0,836

Также интересным представляется то, что в Юрхаровской нефти отсутствуют многие микроэлементы (Al, Ca, Cd, Cu, Mg, Na, Ni, Pb, V, Zn), а содержание Sn самое высокое. Таким образом, в ходе данной работы была проведена сравнительная характеристика содержания металлов в нефтях российской Арктики методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. Результаты исследований показали наличие следующих микроэлементов в составе нефти, которые можно расположить в следующий ряд по уменьшению содержания: Na > Fe > Si > Ni > Ca > Al > Cu > V > Pb > Zn > Cd > Mg > Ti > Mn, т.е. в наибольшем количестве присутствуют такие металлы как натрий, железо и кремний.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

### Литература

1. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Поиск, разведка и освоение месторождений нефти и газа на шельфе Арктики. / Богоявленский В., Богоявленский И. // Бурение и нефть.-2011.-№7-8.-URL: <http://burneft.ru/archive/issues/2011-07-08/7> (дата обращения: 30.05.2016)
2. Королева Ю.В. Микроэлементы в нефтях месторождений Калининградской области / Королева Ю.В. // Вестник РГУ им. И. Канта.- 2007. Вып. 1. Естественные науки.- С. 68-72.
3. Хаджиев С.Н., Шпирт М.Я. Микроэлементы в нефтях и продуктах их переработки.- М.: Наука, 2012. – 222с.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ШТОКМАНОВСКОГО ГКМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ФИШЕРА-ТРОПША

**А.Д. Кондратенко, А.Б. Карпов, И.В. Мещерин**

Научный руководитель профессор Ф.Г. Жагфаров

*Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия*

Около 25% мировых запасов нефти и газа, а также богатые залежи других полезных ископаемых располагаются на дне Северного Ледовитого океана.

Штокмановский проект – одно из самых приоритетных направлений развития российской промышленности и в целом стратегический проект для активной разработки арктического шельфа России. Начальные геологические запасы месторождения оцениваются в 3,9 трлн м<sup>3</sup> газа и 56 млн. т газового конденсата. Фактором сдерживания реализации Штокмановского ГКМ в настоящее время являются риски экономической эффективности проекта, связанные с большими капитальными вложениями, составляющее по оценке в [1] в 22,85 млрд \$.

По результатам проектных работ 1-й фазы реализации проекта (всего планировалось три фазы), выполненного по заказу компании «Штокман Девелопмент АГ» (ШДАГ) в 2012 г., была принята технологическая структурная конфигурация освоения месторождения, при которой пластовый флюид, добытый через спаренные донные плиты, по гибким добычным райзерам направляется от донной плиты на плавучую установку корабельного типа.

На ее борту производится первичная сепарация пластового флюида, отделение воды и механических примесей. Газ и конденсат двухфазным потоком от судна доставляются на берег по морскому двухниточному магистральному трубопроводу на береговые объекты (установку комплексной подготовки газа и завод по сжижению природного газа) [2].

Однако в 2014 г. ОАО «Газпром» приняло решение по разработке корректировки обосновывающих материалов и рекомендаций для принятия решения о целесообразности дальнейшего инвестирования и разработки проектной документации. В качестве еще одного варианта коррекции проекта предлагается рассмотрение возможности производства синтетических жидких углеводородов и снижением стоимости сухопутных сооружений и морского трубопровода за счет расположения в море всех сооружений, связанных с добычей, подготовкой, производством и отгрузкой продукции. Вместо строительства морского трубопровода, завода получения сжиженного природного газа и берегового комплекса, создание второй морской платформы для завода по синтезу жидких углеводородов уменьшит капитальные затраты проекта на \$ 4,2 млрд. Несмотря на

то, что стадия синтеза жидких углеводородов в промышленном масштабе в России не реализована, имеется ряд успешно работающих лабораторных установок, разработанных в том числе при участии ведущих зарубежных инжиниринговых компаний.

Особым достоинством продуктов процесса Фишера–Тропша в отличие от продуктов, полученных из нефти, является практически полное отсутствие в их составе серосодержащих соединений, что устраняет образование токсичных оксидов серы при сгорании таких моторных топлив в двигателях и тем самым решает одну из наиболее актуальных экологических проблем использования нефтяных моторных топлив. Положительным также является незначительное содержание ароматических углеводородов, что особенно важно для дизельных топлив (таблица).

*Таблица*

***Сравнение синтетических и нефтяных топлив***

Показатели	ДТ Евро-5	Синт. ДТ	Показатели	Бензин Евро-5	Синт. нефтя
Цетановое число	>51	>60	Содержание серы, мг/кг, не более	<10	отс.
Содержание серы, мг/кг	<10	отс.	Содержание ароматики, % об.	<35	3,0
Полиароматические углеводороды, % об.	<11	<0,1	Содержание бензола, % об.	<1	0,1
Предельная температура фильтруемости, °С	-20...-38	-27	Давление насыщенного пара, кПа	45-100	55-80

На современном этапе малогабаритное производство СЖУ на морских платформах в отличие от действующих масштабных береговых заводов становится перспективным направлением офшорной добычи углеводородов. Морская транспортировка обеспечивается танкерами, которые могут перевозить всю линейку вырабатываемых СЖУ одновременно, что значительно повышает эффективность транспортной системы, а значит, более высокую конкурентоспособность производства. Таким образом, для разработки и освоения арктических месторождений газовая отрасль остро нуждается в простых и экономически эффективных технологиях конверсии природного газа в жидкие продукты, рассчитанных на эксплуатацию непосредственно в районах газодобычи, в том числе приполярных областях и на морском шельфе. Производство продукции по технологии Фишера-Тропша позволит вывести Штокмановский проект на более ликвидный глобальный рынок. Продукция данного производства может быть реализована по краткосрочным контрактам, что сокращает взаимосвязь между покупателем и продавцом и соответствует современным условиям развития рынков газа и требований европейских партнеров.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

### Литература

1. Мещерин И.В., Жагфаров Ф.Г., Лapidус А.Л., Карпов А.Б., Василенко В.Ю. Нефтегазохимия - ключ к освоению Арктики//Нефтегазохимия. – 2015. – № 2. – С. 16-20.
2. Штокмановское газоконденсатное месторождение. URL: <http://www.shtokman.ru/project/gasfield/> (дата обращения 16.04.2017).

### ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОКСОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДАМИ ОЛОВА, ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ПРЯМОГОННЫХ БЕНЗИНОВ В ВЫСОКООКТАНОВЫЕ БЕНЗИНЫ

К.М. Сосновская<sup>1</sup>, Я.А. Козленко<sup>1</sup>, Л.В. Величкина<sup>1</sup>

Научные руководители доцент Л.А.Егорова<sup>1</sup>, профессор В.И. Ерофеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В последние годы цеолитсодержащие катализаторы на основе модифицированных высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5 находят широкое применение во многих процессах нефте – и газохимии [1-14].

В данной работе представлены результаты термических исследований закоксованных цеолитных катализаторов 1–3 % (Sn:Bi=15:1)/Н-ЦКЕ-Г в процесса превращения прямогонных бензинов (ПБ). Синтез высококремнеземных цеолитов (Н-ЦКЕ-Г) проводили из щелочных алюмокремнегелей при 175–180 °С в течение 2-4 суток с использованием гексаметилендиамина в качестве органической структурообразующей добавки [5-6].

Модифицирование цеолитов Н-ЦКЕ-Г проводили методом пропитки цеолита солянокислым раствором солей системы Sn-Bi-O в определенном соотношении. Физико-химические свойства синтезированных и закоксованных катализаторов исследовали с помощью ИК-спектроскопии, рентгенофазового и термогравиметрического анализов. Согласно экспериментальным данным синтезированный катализатор соответствует типу MFI (ZSM-5).

Исследования по превращению ПБ проводили на проточной каталитической установке со стационарным слоем катализатора в области 350–425 °С, объемной скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup> и атмосферном давлении.

Анализ газообразных и жидких продуктов процесса превращения ПБ проводили газохроматографическим методом. В жидких продуктах превращения ПБ преобладают арены С<sub>6</sub>–С<sub>9</sub> (толуол и ксилолы), изопарафиновые и нафтенотные углеводороды [9]. Среди газообразных продуктов процесса превращения ПБ преобладают, в основном, пропан и бутаны. С ростом концентрации смешанных оксидов олова и висмута от 1 до 3 % в цеолитных катализаторах возрастает выход ароматических углеводородов до 32-34 %, а октановое число составляет 93-94 пункта по исследовательскому методу.

Количественную характеристику зауглероживания закоксованных цеолитных катализаторов, модифицированных смешанными оксидами олова и висмута, проводили по результатам термического анализа. Анализ образцов осуществляли на синхронном термоанализаторе STA 449 C Jupiter в воздушной атмосфере со скоростью нагрева 10 град/мин. Для оценки влияния концентрации

модифицирующей добавки на зауглероживание термический анализ проводили на трех образцах: 1–1 % (Sn:Bi=15:1)/99 % Н-ЦКЕ-Г, 2–3 % (Sn:Bi=15:1)/99 % Н-ЦКЕ-Г, 3–Н-ЦКЕ-Г.

Для всех образцов цеолитного катализатора, модифицированного смешанными оксидами олова и висмута, в исследуемом интервале температур 50 °С - 1000°С наблюдаются три температурные зоны (рис.1-2).

В низкотемпературной области 50-200 °С наблюдаемая потеря массы, очевидно обусловлена процессами десорбции воды и дегазацией из пор катализатора слабо связанных веществ (углеводородов), эндоэффекты с температурой максимума пика при 103–143 °С. Наибольшее количество десорбированных веществ - 3,7 % мас. наблюдается у образца №1, содержащего 1 % мас. Sn-Bi-O.

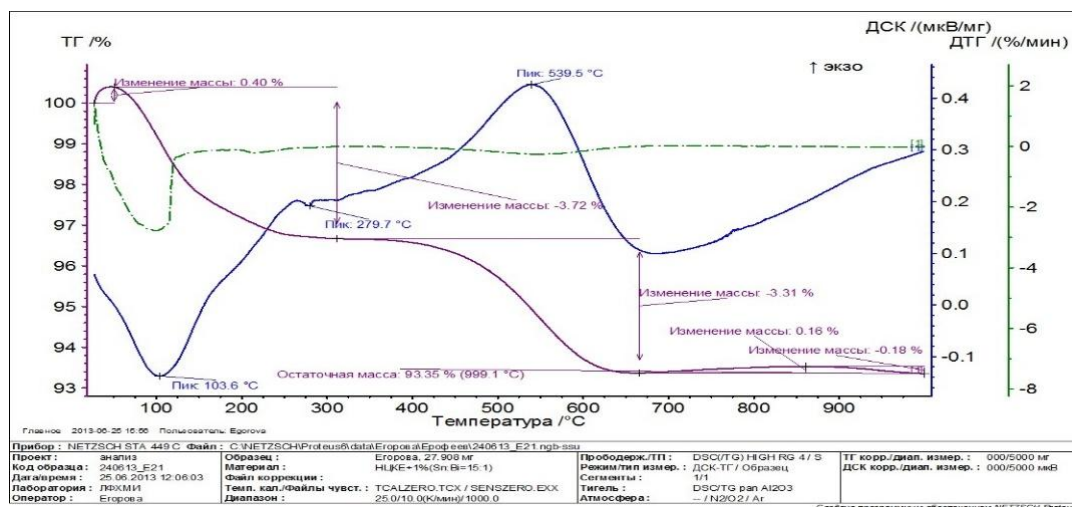


Рис. 1 Термогравиметрические кривые образца 1 % (Sn:Bi=15:1)/99 % Н-ЦКЕ-Г

В области температур 250 – 400°С наблюдается экзоэффект в виде слабо выраженного плеча с максимумом при 290-300 °С, происходит выгорание низкотемпературных форм коксовых отложений. В области 400-650 °С наблюдается сильный экзоэффект с максимум пика при 526-539 °С (содержание коксовых отложений от 3 до 5 %), что обусловлено выгоранием высокотемпературных (поликонденсированных) коксовых отложений (рис. 1-2).

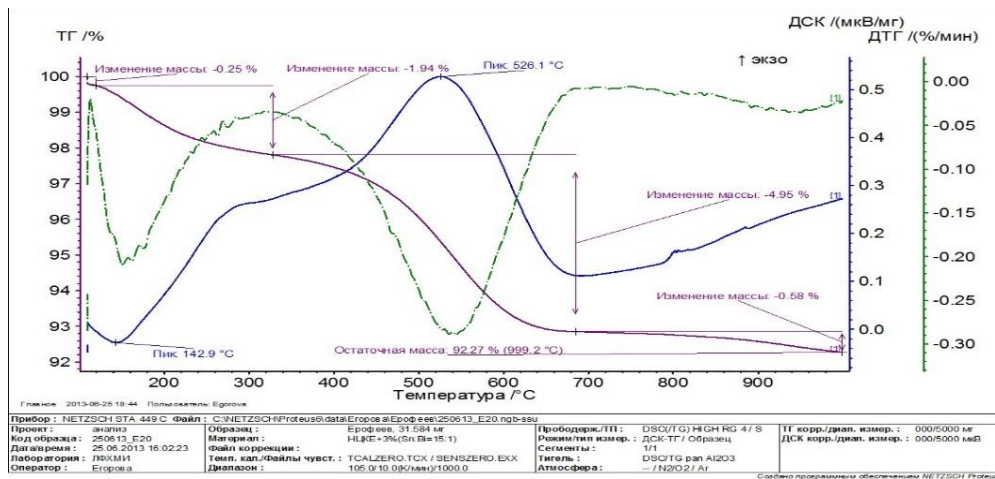


Рис. 2 Термогравиметрические кривые образца 3 % (Sn:Bi=15:1)/99 % Н-ЦКЕ-Г

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

---

Таким образом, с помощью термогравиметрического анализа исследованы закоксованные цеолитные катализаторы H-ЦКЕ-Г, модифицированные 1-3 % (Sn:Bi=15:1). Показано, что коксовые отложения с закоксованных катализаторов выгорают в двух областях температур: в области 250-400 °С и 400-650 °С.

### Литература

1. Восмеригов А.В. Превращение углеводородных фракций газового конденсата на цеолитсодержащих катализаторах / А.В. Восмеригов, Л.М. Величкина, Л.Л. Коробицына, Н.В. Антонова, А.И. Вагин, В.И. Ерофеев // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 1997. – № 2. – С. 16-19.
2. Ерофеев В.И. Комплексная переработка легкого углеводородного сырья в арены и высокооктановые бензины на цеолитсодержащих катализаторах / В.И. Ерофеев, И.С. Хомяков, Г.С. Боженкова, Е.В. Ерофеева, В.И. Снегирев // Газовая промышленность. – 2013. – № 12 (699). – С. 90-93.
3. Ерофеев В.И., Хомяков И.С. Конверсия прямогонных бензинов в высокооктановые бензины на цеолитах типа ZSM-5, модифицированных гетерополисиодинениями Мо // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-8. – С. 1364-1368
4. Медведев Ю.В. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе / Ю.В. Медведев, В.Г. Иванов, Н.И. Серета, Ю.И. Польшгалов, В.И. Ерофеев, С.Д. Коровин, М.В. Ерофеев, Э.А. Соснин, А.И. Суслов, В.Ф. Тарасенко, В.А. Истомина // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
5. Патент РФ № 2006112169/15, 12.04.2006. Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Синтетический цеолит и способ его получения // Патент России № 2313486. Оpubл.: 27.12.2007. Патент РФ № 2012130514/04, 17.07.2012. Ерофеев В.И., Егорова Л.А., Ерофеев М.В. Цеолитсодержащий катализатор, способ его получения и способ превращения прямогонной бензиновой фракции в высокооктановый компонент бензина с низким содержанием бензола // Патент России № 2493910. Оpubл.: 27.09.2013.
6. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabov Yu.V. Pyrolysis of straight-run Naphtha on ZSM-5 Zeolites modified with alkaline-earth metal cations // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 2. – P. 235 – 237.
7. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Kukharensko O.A. Effect of high-temperature treatment of Pentasils on their acid catalytic properties in conversion of straight-run Naphthas // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2001. – V. 74. – N 11. – P. 1846 – 1849.
8. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Ryabova N.V. Effect of high-temperature steam treatment of high-silica zeolites of the ZSM-5 type on their acidity and selectivity of formation of lower olefins from straight –run naphthas. // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – Issue 1. – P. 95–98.
9. Erofeev V.I., Adyaeva L.V. Transformations of straight-run Naphthas on Indium-modified pentasils // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – N 7. – P. 1083 – 1088. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2014. – V. 48. – N 1. – P. 71 – 76.
10. Erofeev V.I. Effect of UV Activation on acid and catalytic properties of zeolite-containing Catalysts in conversion of gas-condensate straight-run Gasolines to high-



- octane Gasolines / V.I. Erofeev, A.S. Medvedev, L.M. Koval, I.S. Khomyakov, M.V. Erofeev, V.F. Tarasenko // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2011. – V. 84. – N 10 – P. 1760 – 1766.
11. Erofeev V.I. Conversion of Gas-Condensate Straight-Run Gasolines to High-Octane Gasolines over Zeolite Catalysts Modified with Metal Nanopowders / V.I. Erofeev., A.S. Medvedev, I.S. Khomyakov, E.V. Erofeeva // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2013. – V. 86. – N 7 – P. 979 – 985.
12. Korobitsyna L.L. Physicochemical and catalytic properties of iron-containing Zeolites / L.L. Korobitsyna, L.M. Velichkina, N.V. Antonova, A.V. Vosmerikov, V.I. Erofeev // Russian Journal of Physical Chemistry. – 1997. – V. 71. – N 1. – P. 54 – 57.

**СОВМЕСТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОПАН-БУТАНОВОЙ ФРАКЦИИ И ГЕПТАНА НА ZSM-5**

**О.Д. Кошкина<sup>1,2</sup>, Л.М. Величина<sup>2</sup>**

Научный руководитель доцент Л.М. Величина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Совместная переработка газообразных и жидких углеводородов открывает новое направление в процессах производства моторных топлив, которое относится к классу ресурсосберегающих технологий. Данное направление решает важную проблему переработки насыщенных углеводородных газов и является более перспективным по сравнению с прямой переработкой по причине снижения жесткости условий и вовлечению легких алканов в получение жидких бензиновых углеводородов за счет прямого внедрения легких молекул в молекулы продуктов. Процесс снижает интенсивность побочных реакций крекинга и гидрогенолиза алифатических компонентов бензинов при одновременном увеличении селективности целевых реакций [1-2].

*Таблица 1*

**Влияние температуры процесса на состав продуктов превращения пропан-бутановой фракции на ZSM-5**

Продукты, %	Исходный пропан- бутан	Температура процесса, °С			
		400	450	500	550
Метан	-	0,7	5,9	11,8	22,3
Этан	2,8	4,0	8,8	14,9	20,8
Этилен	-	0,1	0,5	1,2	2,9
Пропан	75,8	80,4	71,3	62,6	45,4
Пропилен	-	0,2	0,5	1,2	2,0
Изобутан	5,2	5,5	5,0	2,3	1,0
Н-бутан	16,2	7,6	6,0	3,2	1,5
Бутены	-	0,2	0,3	0,4	0,5
Изопентан	-	0,7	0,6	0,2	0,1
Н-пентан	-	0,4	0,3	0,2	0,1
Водород	-	0,1	0,4	1,3	2,1

Целью настоящей работы было изучение условий совместной переработки пропан-бутановой фракции и н-гептана на цеолите ZSM-5. Для проведения исследований методом гидротермального синтеза был получен цеолит структурного

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

типа ZSM-5 с силикатным модулем 40. Объем катализатора в реакторе проточной установки был равен  $5 \text{ см}^3$ , размер частиц цеолита составлял 0,5-1,0 мм, объемная скорость подачи н-гептана соответствовала  $4 \text{ ч}^{-1}$ , объемная скорость подачи пропан-бутана составляла  $100 \text{ ч}^{-1}$ , температура реакции варьировалась в интервале 300-550°C. Результаты исследования каталитической активности цеолита ZSM-5 в процессе превращения пропан-бутановой фракции представлены в таблице 1.

Заметное изменение в составе пропан-бутановой фракции на цеолите ZSM-5 начинается при 400°C и проявляется, главным образом, в уменьшении концентрации н-бутана и его превращении в другие продукты реакции. При температуре реакции 450°C начинаются незначительные превращения пропана и изо-бутана, а доля н-бутана в продуктах снижается почти на 10% масс. по сравнению с исходным газом. При 500 и 550°C все компоненты пропан-бутановой фракции претерпевают существенные изменения, их выход в продуктах реакции, за исключением этана, снижается. Доля этана, а также метана и непредельных газообразных углеводородов, с увеличением температуры процесса повышается, что вызвано значительной интенсификацией реакций термического крекинга и увеличением скорости отрыва и переноса протона в молекулах исходного сырья. Это подтверждает и повышение выхода водорода с увеличением температуры реакции.

При переработке н-гептана на ZSM-5 в газообразных продуктах реакции в интервале температур 300-550°C больше всего образуется нормальных алканов от метана до пентана, максимальная концентрация приходится на пропан (таблица 2). Среди газообразных изоалканов обнаружены изобутан и изопентан, ненасыщенные алканы представлены этиленом, пропиленом и бутенами.

Повышение температуры процесса способствует увеличению выхода н-алканов и алкенов с одновременным снижением доли изоалканов. Совместная конверсия н-гептана и пропан-бутана повышает долю газообразных н-алканов, вероятно, привнесенных пропан-бутановой фракцией сырья. Концентрация изоалканов снижается, а выход алкенов  $\text{C}_2\text{-C}_4$  увеличивается по сравнению с газообразными продуктами, полученными при переработке н-гептана.

При температуре 300°C превращается 20% н-гептана, выход жидкости составляет 94%. Увеличение температуры до 550°C приводит к 92% конверсии н-гептана, а выход катализата уменьшается до 17%. Совместная конверсия н-гептана и пропан-бутановой фракции при 300°C приводит к снижению величины конверсии н-гептана до 17%. Повышение температуры реакции до 350°C в случае совместной конверсии не приводит к резкому увеличению доли превратившегося н-гептана, она возрастает до 24%, в то время как в аналогичных реакционных условиях без пропан-бутана конверсия н-гептана достигает 70%.

С увеличением температуры процесса характерно уменьшение концентрации н-алканов, главным образом, за счет конверсии н-гептана, и повышение выхода аренов в катализатах.

Максимальный выход изо- и циклоалканов отмечен при температуре 350°C при использовании в качестве сырья н-гептана и температуре 400°C при конверсии н-гептана с пропан-бутаном. Повышение температуры процесса для обоих видов сырья снижает активность катализатора ZSM-5 в реакциях изомеризации и циклизации, доля алкенов в катализатах незначительна.

Величины конверсии н-гептана при температурах 450-550°C как в чистом виде, так и в смеси с газом, практически одинаковы, а выход жидкой фракции немного выше в случае добавления пропан-бутана в реакционную среду.

Наибольшая разница в количестве образующегося катализата характерна для 350 и 400°C, при использовании пропан-бутана в качестве компонента сырья удалось увеличить выход жидкости для указанных температур на 20 и 7% соответственно.

Селективность образования алканов изостроения максимальна при 300°C, она составляет 29,5% в случае переработки н-гептана и 26,5% при совместной конверсии углеводородного сырья. С повышением температуры реакции селективность по изоалканам для обоих типов сырья снижается, но при использовании смеси н-гептана с пропан-бутаном эта характеристика существенно выше аналогичных значений для н-гептана.

Таблица 2

**Влияние температуры процесса на состав продуктов превращения н-гептана и продуктов совместной конверсии пропан-бутановой фракции и н-гептана на ZSM-5**

Продукты, %	Температура процесса, °C					
	300	350	400	450	500	550
<b>Сырье: н-гептан</b>						
<i>Газообразные:</i>						
Н-алканы C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	68,1	70,7	77,8	83,2	84,2	85,8
Изоалканы C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	30,7	28,0	20,7	13,7	12,4	9,9
Алкены C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	1,2	1,3	1,5	3,1	3,4	4,3
<i>Жидкие:</i>						
Н-алканы C <sub>3</sub> -C <sub>12</sub>	87,2	47,3	19,2	18,5	14,5	13,1
Изоалканы C <sub>4</sub> -C <sub>10</sub>	5,9	17,4	11,3	7,2	5,7	4,7
Арены C <sub>6</sub> -C <sub>12</sub>	5,0	32,3	67,0	72,3	77,8	79,6
Циклоалканы C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	0,8	2,6	2,1	1,4	1,3	1,1
Алкены C <sub>4</sub> -C <sub>10</sub>	1,1	0,4	0,4	0,6	0,7	1,5
Конверсия н-гептана, %	20	70	82	89	91	92
Селективность по изоалканам, %	29,5	24,9	13,8	8,1	6,3	5,1
Селективность по аренам, %	25,0	46,1	81,7	81,2	85,5	86,5
Выход катализата, %	94	60	45	20	18	17
<b>Сырье: пропан-бутановая фракция и н-гептан</b>						
<i>Газообразные:</i>						
Н-алканы C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	73,6	74,8	75,1	81,1	87,3	87,7
Изоалканы C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	24,5	23,1	22,3	15,2	7,9	5,2
Алкены C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	1,9	2,1	2,6	3,7	4,8	7,1
<i>Жидкие:</i>						
Н-алканы C <sub>3</sub> -C <sub>12</sub>	90,3	86,2	41,2	12,3	12,0	11,6
Изоалканы C <sub>4</sub> -C <sub>10</sub>	4,5	6,1	14,5	12,6	11,9	11,0
Арены C <sub>6</sub> -C <sub>12</sub>	2,3	5,1	41,0	72,8	73,9	75,5
Циклоалканы C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	1,3	1,7	2,5	1,5	1,3	1,0
Алкены C <sub>4</sub> -C <sub>10</sub>	1,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
Конверсия н-гептана, %	17	24	76	87	89	93
Селективность по изоалканам, %	26,5	25,4	19,1	14,5	13,4	11,8
Селективность по аренам, %	13,5	21,3	54,0	83,7	83,0	81,2
Выход катализата, %	97	80	52	24	21	20

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Селективность по аренам для обоих типов сырья возрастает с увеличением температуры реакции и при превращении н-гептана в интервале 300-400°C значительно превосходит селективность по аренам в этом температурном интервале при совместной переработке н-гептана с пропан-бутаном. При температурах 450-550°C эти различия практически нивелируются.

Таким образом, совместная конверсия смеси пропан-бутана и н-гептана позволяет увеличить выход жидких продуктов реакции – высокооктановых компонентов моторных топлив, повысить в них долю изоалканов и снизить концентрацию аренов, что отвечает современным тенденциям развития нефтепереработки.

### Литература

1. Пашков В.В., Голинский Д.В., Удрас И.Е., Паукштис Е.А., Белый А.С. Сопряженная ароматизация смеси бутана и гексана на алюмоплатиновых катализаторах // Нефтехимия. - 2011. - Т. 51. - № 4. - С. 296-302.
2. Пашков В.В., Голинский Д.В., Удрас И.Е., Киреева А.С., Паукштис Е.А., Буяльская К.С., Гуляева Т.И., Белый А.С. Синтез и исследование систем Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, модифицированных элементами III (Ga) и IV (Ge, Ti, Zr) групп, в реакциях совместного превращения пропана и н-гептана // Кинетика и катализ. – 2014. – Т. 55. - № 1. – С. 82-89.
3. Голинский Д.В., Виниченко Н.В., Пашков В.В., Удрас И.Е., Кроль О.В., Талзи В.П., Белый А.С. Неокислительное превращение метана и н-пентана на алюмоплатиновом катализаторе // Кинетика и катализ. – 2016. – Т. 57. - № 4. – С. 508-515.

### УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА АРКТИЧЕСКИХ МАСЕЛ ИЗ ГУДРОНА ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Лыонг Ван Фо<sup>1</sup>, Ю.В. Савиных<sup>1,2</sup>

Научный руководитель профессор Ю.В. Савиных<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Сокращение запасов легких нефтей сырья во всем мире предъявляет к предприятиям, осуществляющих нефтепереработку, более жесткие требования по глубине переработки исходной нефти. Известно положительное воздействие на выход светлых фракций из тяжелых нефтяных остатков магнитных полей, СВЧ-воздействия, механоактивации [1, 7].

Целью данной работы являлось исследование возможности увеличения светлых фракций из тяжелого нефтяного остатка – гудрона при последовательном воздействии на его эмульсию ультразвука, кавитации и УФ-облучения.

Приготовление эмульсии. К 600 мл воды добавляли хлорид кальция до концентрации 4%, ПАВ (гексадецилтриметиламмоний бромид) до концентрации 0,7%, соляную кислоту до pH=3 и при температуре 60 °С в ультразвуковом диспергаторе добавляли 60 г гудрона с целью получения 10%-ной эмульсии «гудрон в воде». Диспергирование битума проводили на лабораторной установке Ultrasonic TS-4М мощностью 1 кВт на резонансной частоте 21350 Гц (разработка Института общей и неорганической химии РАН).

В ультразвуковом диспергаторе выдерживали смесь 20 мин. до получения однородного состояния смеси. Полученную эмульсию вносили в кавитационную установку, представляющую собой вращающийся стакан (18 об./сек), имеющего на внутренней поверхности выступы.

После 20 мин. обработки отбирали пробу, остаток в этом же реакторе подвергали действию УФ облучения эксилампой при длине волны 222 нм и мощности излучения 13 мВт/см<sup>2</sup>. Исходный гудрон и образцы, полученные при каждом виде обработки, разделяли на асфальтены, смолы и масла по стандартной методике [6].

Полученные результаты (таблица) показывают, что при получении эмульсии под действие ультразвука в присутствии поверхностно-активной добавки (ПАВ) происходит увеличение выхода светлых фракций (масел) на 10,8%. Механизм увеличения выхода масел состоит из двух процессов.

*Таблица*

*Выходы продуктов при последовательной обработке гудрона*

Продукты	Выход, % масс.			
	Исходный гудрон	Диспергирование ультразвуком	Кавитационное воздействие	УФ воздействие
Асфальтены	8,4	6,2	6,0	5,5
Смолы	43,8	35,4	32,8	23,4
Масла	47,8	58,6	61,2	65,1

Гудрон рассматривается как сложная дисперсная система с дисперсной фазой из асфальтенов, окруженных сольватной оболочкой, состоящей из углеводов (масел). В результате образуются сложные структурные единицы, распределенные в дисперсионной среде, состоящей из масел и смол [4]. В первом процессе в результате УЗ-обработки гудрона происходит разрыв межмолекулярных связей асфальтеновых комплексов, что приводит к образованию более мелких блоков, стабилизированных смолами.

Разрушение под действием ультразвука сольватных углеводородных оболочек, экранирующих полярные группы асфальтеновых комплексов, способствует их выделению в несвязанную фазу [2].

Во втором процессе ПАВ, проникая в мицеллу, разрушают полярную структуру дисперсии за счет их адсорбции на асфальтенах, что также приводит к освобождению сольватированных масляных компонентов.

При гидродинамической кавитации [3] также происходит дополнительное выделение масел на 2,6 % за счет дополнительного разрушения комплекса асфальтены-смолы-масла.

При УФ-облучении также происходит дополнительное выделение масел на 3,9 % за счет фотодиссоциации молекулярных систем [5].

#### Литература

1. Болотов В.А. Особенности проведения высокотемпературных химических реакций под действием сверхвысокочастотного поля /В.А.Болотов, Ю.Д.Черноусов, Е.И. Удалов // Вестник НГУ, Сер.Физика.-2009.-Т 4.-С.78-83.
2. Волкова, Г.И. Влияние ультразвукового воздействия на поведение парафинистых нефтей / Г.И. Волкова, Р.В. Ануфриев, И.В. Прозорова, И.В.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

- Литвинец, Юдина Н.В. // Материалы VIII Международной конференции «Химия нефти и газа», Томск, 24-28 сентября 2012 г. – С. 303-305.
3. Ершов, М.А. Снижение вязкости нефти методом гидродинамической кавитации: дис. канд. тех. наук / М.А. Ершов. – Москва, 2011. – 178 с.
  4. Рогачев, М.К. Борьба с осложнениями при добыче нефти / М.К.Рогачев, К.В.Стрижнев // М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 295 с.
  5. Руденко, М.Ф. Некоторые результаты исследований по фотообработке углеводородного сырья / М.Ф.Руденко, М.И.Сурков, И.В.Савенкова // Вестник АГТУ.– 2008. – 6. – С. 148–151.
  6. Рыбак, Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов / Б.М.Рыбак // М.: Гостехиздат, 1962. – 888 с.
  7. Савельев, В.В. Влияние условий предварительной механоактивации горючих сланцев на выход и состав продуктов при термоллизе в среде воды / В.В. Савельев, А.К. Головкин, В.Ф. Камьянов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 3. – С. 52–59.

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ Мо-СОДЕРЖАЩИХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ИХ АКТИВНОСТЬ В РЕАКЦИИ НЕОКИСЛИТЕЛЬНОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

**Н.С. Маношкин<sup>1</sup>, А.А. Степанов<sup>2</sup>, Л.Л. Коробицына<sup>2</sup>**

Научный руководитель профессор А.В. Восмерилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Каталитическое превращение метана в ценные органические соединения представляет значительный интерес, как эффективный способ утилизации попутных нефтяных и природных газов, а также защиты окружающей среды. Наибольшую активность в процессе дегидроароматизации метана проявляют Мо/ZSM-5 катализаторы [1]. Условия получения катализаторов и их предварительной обработки оказывают существенное влияние на их активность и стабильность в данном процессе. Обычно для приготовления Мо/ZSM-5 катализаторов используют H-форму цеолита, которую получают путем декатионирования цеолита, предварительно прокаленного для удаления органического темплата.

В настоящей работе проведено исследование влияния способа приготовления Мо/ZSM-5 катализатора, полученного методом твердофазного синтеза с использованием Na-, NH<sub>4</sub>- и H-форм цеолита, на его физико-химические и каталитические свойства в процессе дегидроароматизации метана. Схема получения Мо/ZSM-5 катализаторов приведена на рис. 1.

Кристалличность полученных катализаторов определяли методом ИК-спектроскопии. Каталитические испытания образцов проводили на лабораторной установке проточного типа при атмосферном давлении, температуре реакции 750 °С и объемной скорости подачи метана 1000 ч<sup>-1</sup>. Продукты реакции (водород, этан, этилен, бензол, толуол, нафталин) анализировали методом газовой хроматографии. Для оценки каталитической активности образцов определяли конверсию метана, выход и селективность образования газообразных и жидких продуктов реакции.

Показано, что способ приготовления катализатора оказывает влияние на его кристалличность, что связано с числом термообработок, проведенных в процессе приготовления катализатора, а также с взаимодействием Мо с атомами алюминия кристаллической решеткой цеолита и его распределением на поверхности и в

каналах цеолита. Так, кристалличность Мо-содержащего катализатора после трех термообработок, проведенных в процессе его приготовления, снизилась до 77% по сравнению с исходным цеолитом, кристалличность которого составляла 100%.

Установлено, что каталитическая активность и стабильность Мо/ZSM-5 катализаторов также зависит от способа приготовления катализатора. На рис. 2 представлены данные по изменению конверсии метана в зависимости от продолжительности реакции на полученных Мо/ZSM-5 катализаторах в процессе неокислительной конверсии метана. Видно, что более высокую активность в процессе дегидроароматизации метана проявляет катализатор, приготовленный с использованием NH<sub>4</sub>-формы цеолита, прокаленного один раз (K3). Конверсия метана на этом катализаторе составила 13,4% за первые 20 мин реакции. С увеличением количества термических обработок в процессе приготовления катализатора наблюдается снижение его активности, что связано с уменьшением кристалличности образца в результате образования фазы молибдата алюминия [1].

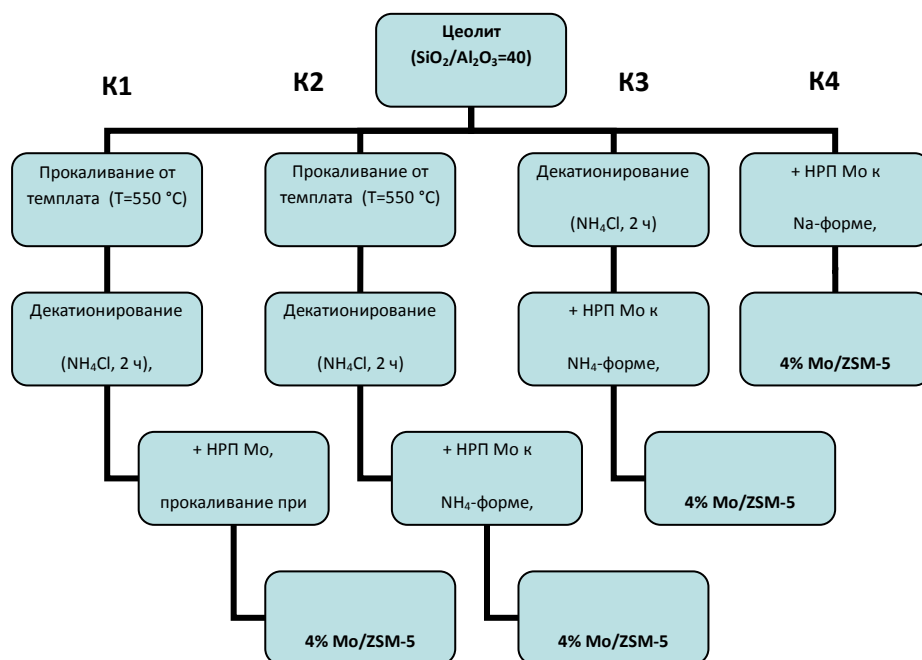


Рис. 1 Схема получения Мо/ZSM-5 катализаторов

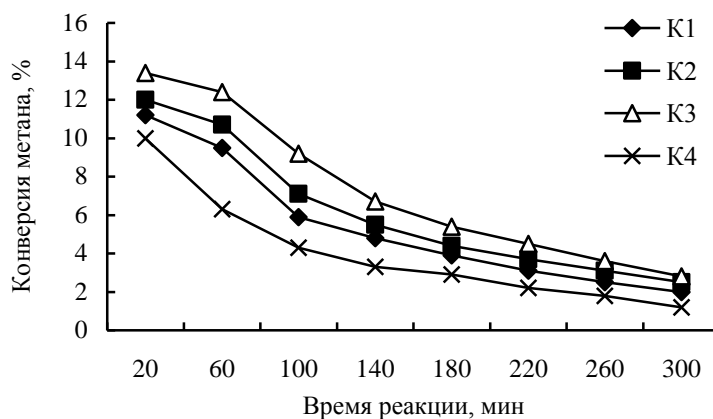


Рис. 2 Изменение конверсии метана со временем работы Мо/ZSM-5 катализаторов



## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

В результате проведенных исследований предложен способ приготовления Mo/ZSM-5 катализатора для процесса неокислительной конверсии метана, позволяющий оптимизировать технологию их приготовления за счет снижения энергозатрат и повышения экологической безопасности при производстве катализаторов.

### Литература

1. Ma S., Guo X., Zhao L., Scott S., Bao X. Recent progress in methane dehydroaromatization: From laboratory curiosities to promising technology // J. Energy Chem. – 2013. – V. 22. – P. 1-20.

### КОНВЕРСИЯ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ ФРАКЦИИ В АРЕНЫ НА ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ЦИНКА

**Д.С. Мигачева, В.В. Хасанов, В.И. Ерофеев**

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В настоящее время в нашей стране и за рубежом ведутся активные исследования в области переработки попутного нефтяного газа (ПНГ) в высшие углеводороды. Наиболее перспективными для процессов переработки низших алканов ПНГ в низшие олефины  $C_2-C_4$  и жидкие углеводороды могут быть модифицированные цеолитные катализаторы [1-9]. В настоящей работе исследовались цеолиты типа ZSM-5, модифицированные 1-5 мас. % ZnO, в процессе конверсии низших алканов  $C_3-C_4$  в жидкие углеводороды.

В работе цеолиты типа ZSM-5 получали из щелочных алюмокремнегелей при 175 °С в течение 2-4 сут с использованием спиртовой фракции (побочного продукта синтеза капролактама) в качестве структурообразующей добавки. Модифицирование цеолита ZSM-5 в количестве 1-5 мас. % ZnO проводили методом пропитки порошков цеолита заданным количеством водного раствора  $Zn(NO_3)_2$ , затем образцы катализаторов сушили при 110 °С и прокаливали при 600 °С в течение 6-8 ч. Каталитические исследования проводили в проточном реакторе, объем катализатора  $6\text{ см}^3$ , температурный диапазон реакции 550 – 600 °С, объемная скорость подачи сырья  $240\text{ ч}^{-1}$ , давление внутри реактора 1 атм. Состав исходного сырья был следующим (мас. %): метан – 0,2 %, этан – 2,8 %, пропан – 81,1 %, бутаны – 12,1 %. Проводилось 4 серии опытов для каждого образца: 1 для чистого и 3 для разной степени модификации катализатора – 0,5, 1 и 2 %. Каждая серия опытов разбивалась на 4 диапазона температур с 525 до 600 °С с шагом в 25 °С. Реакция для каждой температуры длилась 2 часа. Продукты реакции делились на газы и жидкости после охлаждения на водяном холодильнике. Газовая смесь определялась количественно на газовом хроматографе, затем уходила в атмосферу. Образовавшаяся жидкость взвешивалась, затем происходило определение пробы на газовом хроматографе.

Качественный и количественный анализы продукта и исходного сырья проводился с использованием метода газовой хроматографии с помощью газового хроматографа марки «Хроматек-Кристалл 5000М». Разделение газообразных продуктов проходило на насадочной колонке ( $l= 3\text{ м}$ ,  $d= 3\text{ мм}$ ), наполненной 8 %  $NaOH/Al_2O_3$ , на детекторе по теплопроводности (ДТП). Разделение жидких продуктов происходило на капиллярной колонке DB-1 ( $100\text{ м} \times 0,25\text{ мм} \times 0,5\text{ мкм}$ ) на

пламенно-ионизационном детекторе (ПИД), газ-носитель – гелий. Результаты исследования цеолитных катализаторов представлены в таблице.

Как видно из таблицы, степень конверсии низших алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> ПНГ повышается с увеличением температуры для всех образцов, кроме образца с 5 % ZnO, у которого наблюдается понижение степени конверсии при 600 °С. В газообразных продуктах реакции с ростом температуры наблюдается снижение содержания алканов (за исключением метана и этана) для всех образцов, что происходит в результате процесса крекинга и дегидрирования. В жидких продуктах с ростом температуры происходит увеличение содержания бензола в модифицированных образцах по сравнению с чистым цеолитом. Модифицированные образцы имеют более высокую селективность по бензолу, толуолу и нафталину. С повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 1 % ZnO выход жидкой фазы становится максимальным (56,8 мас. %) среди всех образцов при температуре 600 °С. Что касается фракции бензол-толуол-ксилолы (БТК-фракция), то выход данной фракции также повышается с ростом температуры и становится максимальным (42,4 мас. %) для того же образца при 575 °С.

Таблица

*Влияние температуры процесса на состав продуктов конверсии алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> ПНГ на цеолитном катализаторе ZnO/H-ЦКЕ-СФ при 240 ч<sup>-1</sup>*

Катализатор	H-ЦКЕ-СФ											
	чистый			1% ZnO			3% ZnO			5% ZnO		
Добавка	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
<b>Температура,</b>	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
<b>Конверсия, %</b>	<b>82,3</b>	<b>86,2</b>	<b>88,8</b>	<b>79,5</b>	<b>84,9</b>	<b>84,9</b>	<b>76,0</b>	<b>83,4</b>	<b>85,2</b>	<b>80,4</b>	<b>81,1</b>	<b>77,1</b>
<b>Газовая фаза (норм. %)</b>												
Метан	34,4	38,5	40,9	31,2	33,5	36,5	18,7	23,5	23,9	20,9	20,8	16,5
Этан	24,1	23,5	22,0	20,3	21,7	23,0	27,6	34,7	33,6	34,1	31,8	22,5
Этилен	3,7	5,6	7,9	3,2	4,2	5,7	1,6	1,8	2,7	1,3	2,1	3,4
Пропан	31,6	25,9	22,4	41,6	34,6	32,7	47,5	34,9	32,0	37,5	36,5	42,9
Пропилен	2,9	3,8	4,7	2,0	2,4	3,5	2,6	3,8	6,4	4,2	6,5	11,1
Изобутан	1,0	0,71	0,34	0,35	0,19	0,14	0,37	0,22	0,19	0,32	0,28	0,29
Бутан	1,4	0,99	0,63	0,95	0,54	0,48	1,3	0,69	0,71	1,2	1,2	1,8
<b>Жидкая фаза (норм. %)</b>												
Бензол	13,5	14,5	16,4	17,8	20,7	21,0	18,6	21,0	21,6	18,8	20,7	19,2
Толуол	36,9	37,6	39,8	40,9	40,4	37,8	42,2	41,5	39,0	40,0	40,0	38,9
Этилбензол	2,4	2,2	2,3	2,2	1,9	1,6	1,2	0,9	0,9	0,96	1,1	1,6
m-Ксилол	11,3	10,8	10,5	10,6	8,8	7,4	10,9	8,9	7,8	8,9	8,1	7,4
p-Ксилол	5,1	4,8	4,7	4,8	4,1	3,4	5,2	4,4	4,2	5,7	5,7	6,0
o-Ксилол	5,3	5,1	5,0	4,9	4,2	3,5	4,7	3,8	3,2	3,5	3,2	3,1
Псевдокумол	1,2	1,1	1,0	1,0	0,74	0,55	0,50	0,3	0,3	0,27	0,26	0,28
Нафталин	8,5	7,8	7,7	7,0	8,3	9,5	8,0	9,8	10,1	11,1	9,4	7,5
β-	5,4	4,7	4,2	4,0	4,3	5,9	4,1	4,7	6,2	6,3	5,7	5,7
α-	2,1	1,9	1,7	1,6	1,7	2,2	1,1	0,97	1,1	0,41	0,30	0,65
газовая фаза, %	<b>53,8</b>	<b>51,2</b>	<b>48,6</b>	<b>48,1</b>	<b>45,3</b>	<b>43,2</b>	<b>49,3</b>	<b>46,7</b>	<b>45,3</b>	<b>50,8</b>	<b>50,2</b>	<b>51,2</b>
жидкая фаза, %	<b>46,1</b>	<b>48,8</b>	<b>51,4</b>	<b>51,9</b>	<b>54,7</b>	<b>56,8</b>	<b>50,7</b>	<b>53,3</b>	<b>54,7</b>	<b>49,2</b>	<b>49,8</b>	<b>48,8</b>

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

В жидких продуктах с ростом температуры происходит увеличение содержания бензола в модифицированных образцах по сравнению с чистым цеолитом. Модифицированные образцы имеют более высокую селективность по бензолу, толуолу и нафталину. С повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 1 % ZnO выход жидкой фазы становится максимальным (56,8 мас. %) среди всех образцов при температуре 600 °С. Что касается фракции бензол-толуол-ксилолы (БТК-фракция), то выход данной фракции также повышается с ростом температуры и становится максимальным (42,4 мас. %) для того же образца при 575 °С.

Таким образом, исследование цеолитных катализаторов с добавлением оксида цинка показало, что модифицированные образцы обладают меньшей степенью конверсии по сравнению с чистым цеолитом, что может увеличить срок работы катализатора. Также модифицированные катализаторы имеют более высокую селективность по бензолу, толуолу и нафталину, применение модифицированных катализаторов позволило увеличить выход жидких продуктов до 10 % и БТК-фракции до 7 %. В заключение можно сказать, что использование добавок оксида цинка привело к улучшению свойств цеолитных катализаторов и к увеличению выхода ароматических соединений в процессе конверсии.

### Литература

1. Восмериков А.В., Ерофеев В.И. Исследование каталитической активности Ga – содержащих цеолитов в процессе ароматизации низших алканов. // Журнал прикладной химии. – 1994. – Т. 67. – Вып. 7. – С. 1152 – 1156.
2. Ерофеев В.И., Восмериков А.В., Коробицына Л.Л., Соловьев А.И. Превращение нефтяных газов на модифицированных цеолитных катализаторах // Нефтехимия. – 1990. – Т. 30. – № 4. – С. 496 – 500.
3. Erofeev V.I., Trofimova A.S., Koval L.M., Ryabov Yu.V. Acidity and catalytic properties of Cu-ZSM-5 in conversion of lower alkanes // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.
4. Медведев Ю.В., Иванов В.Г., Середа Н.И., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Коровин С.Д., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Суслов А.И., Тарасенко В.Ф., Истомин В.А. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
5. Trofimova A.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Lower Olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals. // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – pp. S537–S540.
6. Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Effect of high-temperature steam treatment on acidic and catalytic properties of Catalysts for Aromatization of lower Alkanes // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – P. 537 – 540.
7. Trofimova A.S., Erofeev V.I., Koval L.M. The Preparation of the lower olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites modified by Lithium // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2002. – V. 76. – N 6. – P. 922–925.
8. Trofimova A.S., Erofeev V.I., Koval L.M. Synthesis of lower olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.

9. Трофимова А.С., Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Получение низших олефинов из алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на цеолитах ZSM-5, модифицированных литием.// Журнал физической химии. – 2002. – Т. 76. – № 6. – С. 1034 – 1037.

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ В КИТАЕ**

**Нажису**

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
 г. Томск, Россия**

Комбинированные химические методы увеличения нефтеотдачи пластов широко применяются в мировой практике. В настоящее время существует много разновидностей комбинированных химических технологий повышения нефтеотдачи пластов такие как щелочное + полимерное заводнение (AP flooding), поверхностное активное вещество (ПАВ) + полимерное заводнение (SP flooding), щелочное + ПАВ + полимерное заводнение (ASP flooding). Среди них самым эффективным способом является ASP заводнение, который был разработан на основе щелочного заводнения, вытеснение нефти водными растворами ПАВ и полимерное заводнение [1]. С постепенным увеличением нефтеотдачи пластов за счет снижения поверхностного натяжения нефти вследствие применения ПАВ и дополнительных получаемых ПАВ в результате внутрипластовой реакции щелочи и кислотных компонентов нефти, и увеличения коэффициента вытеснения нефти. Кроме того, применение полимера уменьшает отношение подвижностей воды и нефти, и увеличивает коэффициент охвата пласта [2]. В настоящей работе рассмотрены опыт применения ASP заводнения на Китайских месторождениях, существующие проблемы и дальнейшие тенденции развития и исследования данных технологий. В течение последних двух десятилетий ASP заводнение активно исследовано и испытано на месторождении Дацин, Шенгли и Карамами в Китае [3-7]. ASP заводнение было изучено и тестировано на месторождении Дацин уже более 20 лет. Восемь пробных испытаний реализованы с 1995 г. Гидроксид натрия использовался в большинстве этих испытаний, также был испытан и карбонат натрия. Были испытаны несколько типов ПАВ, включая алкилбензолсульфонат, нефтяной сульфонат, лигносульфонаты, нефтяной карбоксилат и ПАВ синтезированного биологическим методом. Гидролизированные полиакриламиды с разной молекулярной массой использовались в процессе заводнения. [3] Базовые данные завершённого испытания ASP заводнения на месторождении Дацин показаны в таблице.

*Таблица*

**Статистика завершеного испытания ASP заводнения на месторождении Дацин**

№	Система размещения скважины (зач. /наг.)	Расстановка скважин (м)	Мощность пласта(м)	Эффективная проницаемость (Д)	Запасы (10 <sup>4</sup> т)	Увеличенная нефтеотдача
ASP 1	5-точечная (4/9)	106	10,5	0,509	11,73	21,40%
ASP 2	5-точечная (1/4)	141	8,4	0,589	8,40	25,00%
ASP 3	4-точечная (3/4)	75	13,1	0,567	5,04	23,24%
ASP 4	5-точечная (4/9)	200	7,0	0,658	24,01	19,40%
ASP 5	5-точечная (6/12)	250	12,9	0,512	110,42	20,63%

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Из таблицы видно, что нефтеотдача пластов, завершенных пяти проектов, увеличивается с 19 % до 25 % после ASP заводнения [4]. В начале 1980-х г. на месторождении Шенгли были проведены экспериментальные испытания ASP заводнения. Первое испытание было проведено в 1992 году на площади Gudong и закончили в 1994 году. До данного испытания нефтеотдача пласта достигала 54.4% и обводненность 99.3%. Главные данные залежи около площади дренирования следующие: пористость - 35%, проницаемость - 2,5 Д, температура пласта 58 °С. Число кислотности составляла 3,11 мг КОН/г в нефти. Характеристика породы, нефти и воды в пласте подходящая для применения ASP заводнения. Дополнительная добыча нефти составила 20667,7 тонн и нефтеотдача пластов центральной скважины №7 увеличилась на 13,4%. Данное испытание было ценным опытом для применения ASP заводнения на стадии высокой обводненности. Второе испытание ASP заводнения проходило на западной части площади Gudong. Средняя проницаемость и пористость данной части залежи составляла 1.52Д и 32%.

Нефтеотдача пластов при заводнении была 22,4% до испытания. Закачка химических реагентов была завершена в 2002 году и увеличила добычу нефти с 630 до 1490 баррелей в день. Обводненность уменьшилась с 96% до 83%, конечная нефтеотдача пластов увеличилась на 15,5% [5,6]. Экспериментальное испытание ASP заводнения было проведено на месторождении Карамами в 1995 году в гетерогенном коллекторе. При заводнении нефтеотдача пластов составляла примерно 50%, обводненность 99% до испытания ASP заводнения. После завершения испытания обводненность снизилась до 79%, нефтеотдача пластов увеличилась на 25% [7].

Основные недостатки и ограничения применения ASP заводнения следующие: большая потеря химических реагентов, сравнительно высокие эксплуатационные затраты, понижение приёмистости и более сложная эксплуатация оборудования [8]. Кроме того, в связи с применением высокой концентрации щелочи на большинстве полевых испытаниях ASP заводнения выявили следующие проблемы: серьезное солеотложение на стенках промыслового оборудования, которое уменьшает цикл работы скважины и увеличивает технические трудности и себестоимость; сильное эмульгирование выходящей жидкости и увеличение затрат на переработку. Несмотря на негативное влияние щелочи технология SP заводнения является наиболее перспективной комбинированной химической технологии для повышения нефтеотдачи пластов. В связи с этим рекомендуется усилить фундаментальные и прикладные исследования механизма вытеснения SP заводнения; разработать высокоэффективные и стабильные ПАВ для SP заводнения; усовершенствовать испытательные технологии на нефтяных месторождениях.

### Литература

1. Abass A. Olajire. Review of ASP EOR (alkaline surfactant polymer enhanced oil recovery) technology in the petroleum industry: Prospects and challenges // Energy. – 1 Dec. 2014. - V.77. – P. 963 – 982.
2. Ajay Mandal. Chemical flood enhanced oil recovery: A review // International Journal of Oil Gas and Coal Technology - January 2015. – V.9. – P.241.
3. Chang H.L., Zhang Z.Q., Wang Q.M., Xu Z.S., Guo Z.D., Sun G.Q., et al. Advances in polymer flooding and alkaline/surfactant/polymer processes as developed and applied in the People's Republic of China. // Journal of Petroleum Technology. - 2006;58(2): 84-9.

4. Pu H., Xu Q. An update and perspective on field-scale chemical floods in Daqing oilfield, China. 2009. SPE 118746
5. Qu Z.J., Zhang Y.G., Zhang X.S., Dai J.L., A Successful ASP (alkaline/surfactant/polymer) flooding pilot in Gudong oil field. In: Proceedings of 11th SPE/ DOE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa, OK, USA, 19-22 April 1998.
6. Wang C.L., Wang B.Y., Cao X.L., Li H.C., Application and design of alkaline-surfactant-polymer system to close well spacing pilot Gudong oilfield. // Paper SPE 38321 presented at the 1997 SPE Western Regional Meeting, 25-27 June, Long Beach, California.
7. Qiao Q., Gu H.J., Li D.W., Dong L., The pilot test of ASP combination flooding in Karamay oil field. // In: Paper SPE 64726 presented at the 2000 SPE International Oil and Gas Conference and Exhibition in China, 7-10 November, Beijing; 2000.
8. Zhu Y.Y., Zhang Y., Niu J.L., Liu W.D., Hou Q.F., The progress in the alkali-free surfactant-polymer combination flooding technique. // Petroleum exploration and development. -June 2016. - V.39. - N. 3. - P. 346-352.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ КОМПОНЕНТОВ ГУДРОНА В ПРИСУТСТВИИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ**

**Д.А. Нестерович<sup>1</sup>, Е.Б. Кривцов<sup>2</sup>, Ю.А. Иовик<sup>2</sup>, А.К. Головко<sup>2</sup>**

Научный руководитель к.х.н. Е.Б. Кривцов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Одной из важнейших проблем, связанной с переработкой вакуумных дистиллятов и остаточных фракций является высокое содержание в них смолисто-асфальтеновых веществ и гетероатомных соединений [1,2]. Значительная часть гетероатомных соединений, присутствующих в исходном сырье, концентрируется в высокомолекулярных компонентах остаточных фракций. Разработка методов деструкции смолисто-асфальтеновых компонентов с одновременным удалением серосодержащих соединений позволит существенно повысить эффективность термических процессов переработки тяжелого углеводородного сырья и, как следствие, получать нефтепродукты с низким содержанием высокомолекулярных и гетероатомных соединений и высоким содержанием дистиллятных фракций.

Цель данной работы: исследование состава и выявление основных закономерностей термической деструкции компонентов гудрона в присутствии карбоната кальция. В качестве объекта исследования был выбран гудрон Новокуйбышевского НПЗ, имеющий высокое содержание смолисто - асфальтеновых компонентов: смол – 33,6 % мас., асфальтенов – 5,7 % мас. Содержание масел составляет 60,7 % мас., серы - 3,04 % мас., что делает его неподходящим сырьем для получения бензинов и дизельных топлив. Крекинг гудрона проводился в реакторах объемом 12 см<sup>3</sup> при температуре 450 °С в течение 120 минут. Установлено, что исходный гудрон содержит значительное количество смолисто - асфальтеновых компонентов в своем составе, при термообработке происходит деструкция преимущественно смол с образованием твердого продукта и газа [3]. Состав продуктов крекинга гудрона Новокуйбышевского НПЗ в присутствии добавки CaCO<sub>3</sub> (мольное соотношение Ca:S = 1:10, 1:5, 1:1, 2:1, 3:1) представлен в табл. 1. Увеличение количества добавки приводит к значительному увеличению газо- и коксообразования, количество жидких продуктов крекинга

**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**

(“синтетическая нефть”) снижается. Количество асфальтенов снижается вследствие реакций уплотнения с образованием твердых продуктов.

*Таблица 1*

**Состав продуктов крекинга гудрона Новокуйбышевского НПЗ с добавкой CaCO<sub>3</sub>  
(450 °С, 2 ч)**

Мольное соотношение Ca:S	Содержание, % мас.					
	Газ	Жидкость	Кокс	Масла	Смолы	Асфальтены
Исх. гудрон	0	100	0	60,7	33,6	5,7
1:10	3,2	91,5	5,3	43,5	38,2	9,8
1:5	3,7	89,7	6,6	44,9	37,4	7,4
1:1	7,4	83,5	9,1	47,4	30,7	5,4
2:1	7,8	81,3	10,9	52,3	24,1	4,9
3:1	8,2	80,0	11,8	54,4	21,7	3,9

Степень деструкции смол не превышает 35 % отн., значительная доля масел (6 – 17 % мас.) также подвергается крекингу. Установлены изменения фракционного состава жидких продуктов крекинга гудрона в присутствии карбоната кальция (табл. 2). Применение добавки способствует увеличению глубины термической деструкции высокомолекулярных компонентов гудрона и значительному повышению содержания дистиллятных фракций (бензиновой и дизельной) в составе жидких продуктов крекинга.

С увеличением количества добавки содержание фракции н.к.–200 °С снижается, а дизельной, наоборот, увеличивается. Вероятно, это обусловлено изменением соотношения реакций конденсации и деструкции смолисто-асфальтеновых компонентов гудрона на поверхности карбоната кальция.

Наличие карбоната кальция благоприятно сказывается на содержании серы в получаемых бензиновых и дизельных фракциях. Установлено, что степень обессеривания продуктов крекинга увеличивается с увеличением количества добавленного карбоната кальция и достигает 30 % отн.

*Таблица 2*

**Фракционный состав продуктов крекинга гудрона Новокуйбышевского НПЗ  
с добавкой CaCO<sub>3</sub> (450 °С, 2 ч)**

Мольное соотношение Ca:S	Содержание, % мас.	
	Н.К. – 200	200 – 360
Исх. гудрон	0,00	1,4
1:10	10,1	10,5
1:1	8,7	24,5
3:1	8,1	18,1

Таким образом, при термохимической переработке гудрона в присутствии карбоната кальция удастся переработать остаточные нефтяные фракции с получением газа, легкокипящих жидких продуктов крекинга (содержащих более 50 % отн. топливных дистиллятов) и небольшого количества кокса.

Литература

1. Соляр Б.З. Аалдышева Э.З., Галлиев Р.Г., Хавкин В.А. Каталитический крекинг



- остаточного нефтяного сырья // Технологии нефти и газа. – 2009. – № 1. – 3–11 с.
- Zhen-Min Cheng, Yong Ding, Li-Qun Zhao. Effects of Supercritical Water in vacuum Residue Upgrading // Energy&Fuels. – 2009. – V.23. – P. 3178–3183.
  - Karpov Y., Krivonosova A., Krivtsov E., Golovko A., Krivtsova N. Heat Treatment Condition Influence on Novokuibyshevsk Vacuum Residue Component Composition // Procedia Chemistry. – 10 (2014). – P. 424 – 429.

**ИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-АЛКАНОВ C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub> НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМНЫХ ЦЕОЛИТАХ**

**Т.А. Никитина<sup>1,2</sup>, Л.М. Величина<sup>2</sup>**

Научный руководитель доцент Л.М. Величина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

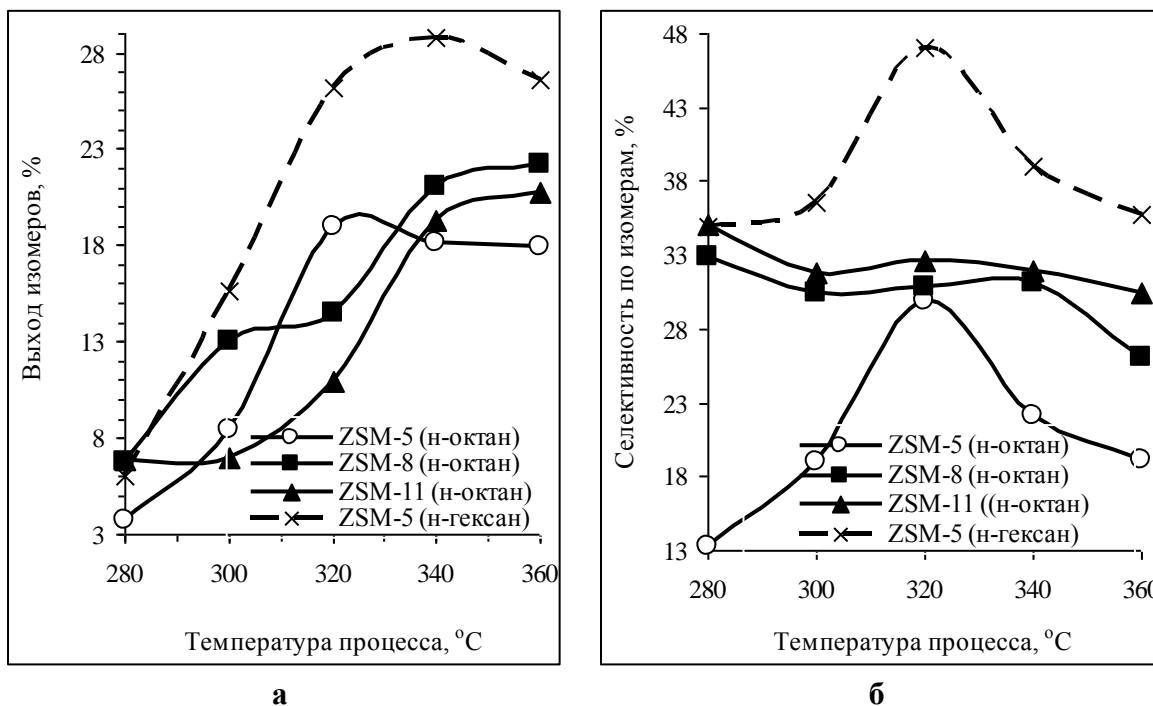
В настоящее время ведущие российские нефтегазовые компании «Газпром» и «Роснефть» имеют лицензии на освоение практически всего арктического шельфа. Работа техники в условиях экстремально низких температур и хрупкой экологической ситуации Арктики требует использования качественных моторных топлив. Основное количество бензинов в настоящее время получают в процессе каталитического риформинга, но в риформатах высока доля ароматических углеводородов, которые при сгорании в двигателях автомобилей образуют канцерогенные вещества. Альтернативным процессом получения бензинов с высокими октановыми характеристиками и низким содержанием ароматических соединений является изомеризация углеводородного сырья. Цеолиты в качестве катализаторов изомеризации позволяют вести процесс конверсии н-алканов в нестандартных условиях: без подачи водородсодержащего газа в реакционную среду, при атмосферном давлении, без применения благородных металлов и суперкислотных добавок.

Целью настоящей работы было определение взаимосвязи между типом используемого высококремнеземного цеолита (ZSM-5, ZSM-8, ZSM-11) и его активностью в процессе изомеризации алканов C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>. Высококремнеземные цеолиты семейства пентасил структурного типа ZSM-5, ZSM-8 и ZSM-11 с силикатным модулем 100 были получены гидротермальным синтезом в лабораторных условиях. Активность исследуемых цеолитов изучали на проточной установке с неподвижным слоем катализатора при температурах реакции от 280 до 360°C с шагом 20°C, атмосферном давлении и объемной скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup>.

В процессе превращения н-алканов на цеолитах семейства пентасил образуются газообразные и жидкие продукты реакции, содержащие все классы углеводородов: н- и изоалканы, арены и незначительное количество циклоалканов и олефинов. На рисунке показан выход алканов изостроения (а) и селективность их образования (б) при переработке н-гексана и н-октана на различных цеолитах в интервале температур реакции 280-360°C. На ZSM-5 при конверсии н-гексана выход изоалканов проходит через максимум при 340°C и составляет 28,8 мас. %, что значительно выше подобных характеристик при изомеризации н-октана. Изомеризация н-гексана протекает гораздо легче изомеризации н-октана. Повышение температуры процесса приводит к увеличению суммарного выхода углеводородов изостроения от 6,0% при 280°C до 28,8% при 340°C, затем их

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

концентрация снижается до 26,6% при температуре 360°С. Для ZSM-8 и ZSM-11 влияние температуры хотя и существенное, но все же не такое сильное. Так, уже при температуре 280°С содержание изоалканов различается и составляет 3,7 мас. % для ZSM-5 и 6,8 и 6,9 мас. % для ZSM-8 и ZSM-11. Концентрация изоалканов проходит через максимум при 320°С для ZSM-5 (19,0 мас. %), а для ZSM-8 и ZSM-11 наибольшее количество изоструктур образуется при 360°С (22,2 и 20,8 мас. % соответственно). Следовательно, цеолитные образцы ZSM-8 и ZSM-11 наиболее похожи по характеру образования и распределения изоалканов.



**Рис. 1** Влияние типа цеолита и температуры процесса на выход изоалканов (а) и селективность их образования (б)

Существенное значение при проведении реакции изомеризации н-алканов кроме выхода имеет селективность образования изоструктур. При начальной температуре реакции 280°С минимальную селективность показал ZSM-5 на н-октане, она составила 13,3%, в трех других случаях величина селективности различается незначительно: 32,9% на ZSM-8 (сырье – н-октан), 34,9% на ZSM-5 (сырье – н-гексан) и 35,0% на ZSM-11 (сырье – н-октан). Для цеолитов ZSM-8 и ZSM-11 при переработке н-октана эта температура реакции позволила достичь максимальной селективности образования изоструктур, дальнейшее повышение температуры снижает селективность и минимальными значениями при 360°С являются 26,1% для образца ZSM-8 и 30,5% для ZSM-11. Для цеолита ZSM-5 селективность образования изоалканов в случае переработки н-гексана значительно выше селективности на н-октане, хотя по температурам процесса наблюдается похожая картина. При 280°С селективность по изоалканам самая маленькая, с повышением температуры реакции до 320°С проходит через максимум при 29,9% для н-октана и 47,1% для н-гексана, дальнейшее увеличение температуры реакции до 360°С снижает эти показатели до 19,1% в случае н-октана и 35,7% в случае н-гексана. Таким образом, цеолитный катализатор ZSM-5 существенно отличается по селективности образования изоструктур от ZSM-8 и ZSM-11, на которых эта

величина существенно выше. На ZSM-5 изомеризация н-гексана протекает гораздо интенсивнее изомеризации н-октана, чему, видимо, способствует проявление стерических ограничений для более крупных молекул. Следовательно, максимальное количество изоалканов в процессе превращения н-гексана и н-октана образуется на цеолите ZSM-5 соответственно при температурах 320 и 340°C, а на образцах ZSM-8 и ZSM-11 наибольшее количество изооструктур при конверсии н-октана образуется при 360°C. По селективности образования изоалканов из н-октана образцы ZSM-8 и ZSM-11 близки, при этом они значительно превосходят цеолит ZSM-5.

### **ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМОХИМИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**А.Н. Очередыко, С.В. Кудряшов, А.Ю. Рябов**

Научный руководитель старший научный сотрудник С.В. Кудряшов  
*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Доля природного газа в мировом энергобалансе возрастает с каждым годом, поэтому прилагаются значительные усилия для разработки новых эффективных методов его переработки. В России в текущем десятилетии большое значение приобрела добыча газового конденсата (ГК) на арктических месторождениях. В сложных условиях переработка метан-бутановой фракции на месте добычи нецелесообразна, поэтому её используют для поддержания пластового давления. Однако в такой ситуации весьма полезными методами переработки  $C_1$ - $C_4$ -фракции ГК в ценные продукты прямо на месторождении могут оказаться плазмохимические, одной из целью которых является получение жидких продуктов. Эти методы реализуются при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, предварительная подготовка сырья, использование катализаторов не требуется, а процесс осуществляется в проточном режиме в одну стадию. Плазмохимические методы превращения метана главным образом сфокусированы на двух направлениях: конверсия в синтез-газ (сырьё для процесса Фишера-Тропша) и прямая конверсия в жидкие углеводороды, преимущественно в метанол. Большинство работ по получению углеводородов  $C_{2+}$  из метана выполнено с применением барьерного (БР) и коронного разрядов. Литературные данные о получении жидких углеводородов из метана в БР практически отсутствуют. Вероятно, это связано с тем, что конверсия газа сопровождается распространённым в плазмохимии образованием депозита на поверхности электродов реактора, в формировании которого в том числе участвуют и жидкие углеводороды, образующиеся в ходе реакции. В настоящей работе приведены результаты экспериментов по конверсии углеводородных газов в жидкие углеводороды под действием плазмы БР в присутствии воды. Использование воды позволяет добиться снижения интенсивности процесса образования депозита на поверхности электродов реактора. Выбор воды обусловлен её большей устойчивостью к деструкции под действием БР по сравнению с жидкими углеводородами, а продукты реакции с её участием легко идентифицировать.

Следует отметить, что смесь образующихся углеводородов  $C_{5+}$ , растворенных в воде, проанализирована с применением метода микроэкстракции. Идентификация компонентов микроэкстракта выполнена с применением хромато-масс-спектрометра Thermo Scientific DFS, оснащенного колонкой Trace TR-50MS. В

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

результате экспериментов показано, что конверсия индивидуальных углеводородов увеличивается от метана к н-бутану с 9,5 до 12,8 %.

Это соответствует энергозатратам на превращение исходного углеводорода от  $\sim 46$  до  $35$  эВ·молекула<sup>-1</sup>. Энергозатраты на превращение метана в БР не противоречат литературным данным, находящимся в диапазоне от 38 до 58 эВ·молекула<sup>-1</sup>. К сожалению, данных по энергозатратам на превращение пропана и н-бутана в БР в литературе не найдено. Основными газообразными продуктами превращения метана являются водород ( $\sim 60$  %) и этан ( $\sim 29$  %), а также алканы C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>  $\sim 10$  %, алканы C<sub>5+</sub>  $\sim 1$  %. В небольших количествах обнаружены этилен и пропилен с суммарным содержанием  $\sim 0,6$  %, метанол  $\sim 0,2$  %. В случае превращения пропана и н-бутана набор продуктов практически остаётся прежним, но существенно изменяется состав смеси: наблюдается существенный рост селективности образования алканов C<sub>5+</sub> до  $\sim 14$  и  $24$  % для пропана и н-бутана, соответственно. Известно, что конверсия углеводородов под действием БР в отсутствие воды всегда сопровождается образованием депозита на поверхности электродов реактора. Однако добавление воды ингибирует этот процесс, что подтверждается ИК-спектрами отражения с поверхности высоковольтного электрода. Спектр, полученный в случае конверсии чистого метана, содержит интенсивные полосы валентных колебаний СН<sub>n</sub>-групп, характерные для материалов из аморфного гидрогенизированного углерода. При конверсии метана в присутствии воды такие полосы в спектре отражения с поверхности электродов отсутствуют, что свидетельствует о снижении интенсивности процесса образования депозита на их поверхности. Добавка воды в виде жидкости позволяет «закрыть» поверхность стенок реактора от конденсации на них продуктов реакции, а жидкие углеводороды, образующиеся в процессе превращения газов, смываются водой, что позволяет исключить возможное повторное воздействие плазмы разряда на них.

В составе микроэкстрактов обнаружены алканы C<sub>6</sub>-C<sub>10+</sub> преимущественно изомерного строения, в следовых количествах найдены олефины. Суммарное содержание жидких углеводородов в составе продуктов реакции увеличивается с ростом молекулярной массы исходного газа и составляет 13,4 % для метана, 26 % для пропана и 36,6 % для н-бутана. В случае превращения метана основными компонентами микроэкстракта являются гексаны ( $\sim 22$  %) и гептаны ( $\sim 28$  %), суммарное содержание углеводородов C<sub>8</sub>-C<sub>10+</sub> составляет  $\sim 50$  %. С увеличением молекулярной массы исходного алкана доля углеводородов C<sub>8</sub>-C<sub>10+</sub> в составе микроэкстракта возрастает: для пропана  $\sim 74$  %, н-бутана  $\sim 80$  %. При добавлении к метану пропана или н-бутана в количестве 10 % содержание углеводородов C<sub>5+</sub> увеличивается, а распределение углеводородов по числу атомов углерода в жидких продуктах становится равномернее. Дальнейшее увеличение их доли в смеси делает процесс превращения по составу продуктов всё более похожим на превращение их в чистом виде (без добавления к метану).

Таким образом, конверсия углеводородов C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> в условиях плазмы БР сопровождается образованием жидких углеводородов. Использование воды позволяет избежать нежелательного образования депозита на поверхности электродов реактора. Образующиеся жидкие углеводороды имеют схожий набор во всех случаях, в основном представленный C<sub>6</sub>-C<sub>10+</sub>-алканами изомерного строения. Суммарное содержание жидких углеводородов в составе продуктов реакции составляет для метана – 13,4 %, пропана – 26 % и н-бутана – 36,6 %. Добавка к метану пропана или бутана в количестве 10 % приводит к увеличению содержания жидкой части в продуктах. Полученные результаты обосновывают перспективность

применения плазмохимии для получения ценных продуктов в арктических условиях.

Литература

1. Belmonte T., Arnoult G., Henrion G., Gries T. Nanoscience with non-equilibrium plasmas at atmospheric pressure // *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2011. – V. 36. – I. 44. – P. 363001.
2. Hoeben W., Boekhoven W. Partial oxidation of methane by pulsed corona discharges // *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2014. – V. 35. – I. 47. – P. 355202.
3. Il'ina A.A., Ryabov A. Yu., Chuikin A. V., Velikov, A. A. A new method of the solid-phase microextraction of organic compounds from water using a centrifuge // *Journal of Analytical Chemistry*, 2015. – V. 2. – I. 70. – P. 125–129.
4. Indarto A., Coowanitwong N., Choi, J.-W., Lee H., Song H.-K. Kinetic modeling of plasma methane conversion in a dielectric barrier discharge // *Fuel Processing Technology*, 2008. – V. 2. – I. 89. – P. 214–219.
5. Istadi A. Co-generation of synthesis gas and C<sub>2</sub>+ hydrocarbons from methane and carbon dioxide in a hybrid catalytic-plasma reactor: A review // *Fuel*, 2006. – V. 5–6. I. 85. – P. 577–592.
6. Jo S., Kim T. Lee D.-H., Kang W.-S., Song Y.-H. Effect of the Electric Conductivity of a Catalyst on Methane Activation in a Dielectric Barrier Discharge Reactor // *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 2013. – V. 1. – I. 34. – P. 175–186.
7. Kobayashi K., Kulinich S. A., Ito T. Methane conversion in surface- and volume-type dielectric barrier discharges generated in the presence of metal-mesh electrodes // *Journal of Applied Physics*, 2014. – V. 12. – I. 116. – P. 123301.
8. Lü J., Li Z. Conversion of natural gas to C<sub>2</sub> hydrocarbons via cold plasma technology // *Journal of Natural Gas Chemistry*, 2010. – V. 4. – I. 19. – P. 375–379.
9. Nozaki T., Goujard V., Yuzawa S., Moriyama S., Ağıral A., Okazaki K. Selective conversion of methane to synthetic fuels using dielectric barrier discharge contacting liquid film // *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2011. – V. 27. – I. 44. – P. 274010.
10. Nozaki T., Okazaki K. Non-thermal plasma catalysis of methane: Principles, energy efficiency, and applications // *Catalysis Today*, 2013. – V. 211. – P. 29–38.
11. Oshima K., Shinagawa T., Sekine Y. Methane Conversion Assisted by Plasma or Electric Field // *Journal of the Japan Petroleum Institute*, 2013. – V. 1. – I. 56. – P. 11–21.
12. Petitpas G., Rollier, J.-D., Darmon A., Gonzalez-Aguilar J., Metkemeijer R., Fulcheri L. A comparative study of non-thermal plasma assisted reforming technologies // *International Journal of Hydrogen Energy*, 2007. – V. 14. – I. 32. – P. 2848–2867.
13. Pushkarev A.I., Zhu A.-M., Li X.-S., Sazonov R. V. Methane conversion in low-temperature plasma // *High Energy Chemistry*, 2009. – V. 3. – I. 43. – P. 156–162.
14. Scarduelli G., Guella G. Mancini I., Dilecce G., De Benedictis S., Tosi P. Methane Oligomerization in a Dielectric Barrier Discharge at Atmospheric Pressure // *Plasma Processes and Polymers*, 2009. – V. 1. – I. 6. – P. 27–33.
15. Tatarova E., Bundaleska N., Sarrette J. Ph., Ferreira C.M. Plasmas for environmental issues: from hydrogen production to 2D materials assembly // *Plasma Sources Science and Technology*, 2014. – V. 6. – I. 23. – P. 63002.
16. Zhang K., Eliasson B., Kogelschatz U. Direct Conversion of Greenhouse Gases to Synthesis Gas and C<sub>4</sub> Hydrocarbons over Zeolite HY Promoted by a Dielectric-Barrier

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Discharge // Industrial & Engineering Chemistry Research, 2002. – V. 6 – I. 41. – P. 1462–1468.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГИДРОАРОМАТИЗАЦИИ МЕТАНА НА ПРОМОТИРОВАННЫХ Mo/ZSM-5 КАТАЛИЗАТОРАХ

**А.А. Степанов, Л.Л. Коробицына**

Научный руководитель профессор А.В. Восмерилов  
*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Неокислительная конверсия метана в ценные химические продукты представляет значительный интерес как перспективный процесс для переработки природного и попутных нефтяных газов, основным компонентом которых является метан. Наиболее активными катализаторами для этого процесса являются высококремнеземные цеолиты семейства пентасил, модифицированные ионами переходных металлов.

Для увеличения времени стабильной работы этих катализаторов используют дополнительное введение в их состав различных металлов [1, 2]. В настоящей работе приведены результаты исследования влияния добавок наноразмерных порошками (НПП) Ni, Ag, Fe и Cu к катализатору Mo/ZSM-5 на его активность и стабильность в процессе превращения метана в ароматические углеводороды.

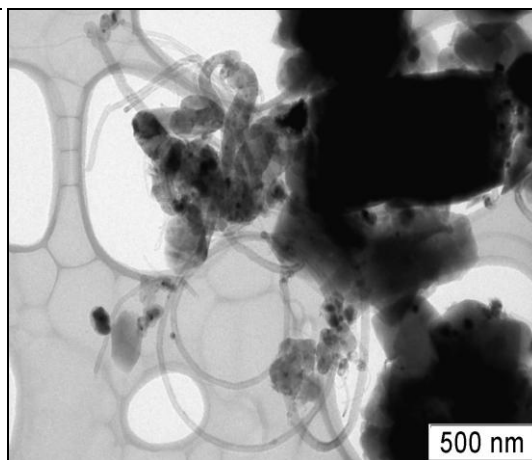
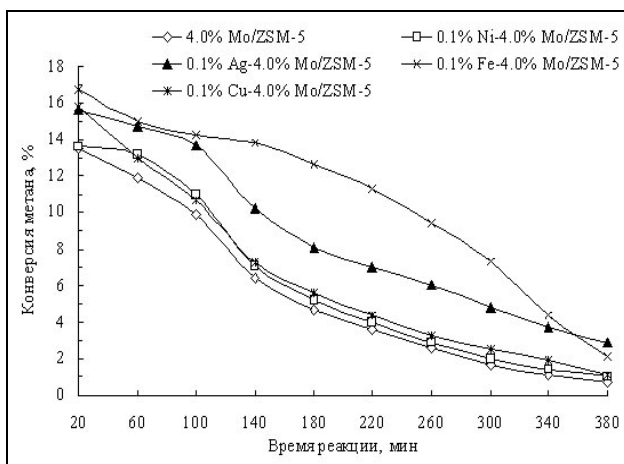
Катализатор Mo/ZSM-5 готовили методом твердофазного синтеза путем механического смешения H-формы цеолита структурного типа ZSM-5 ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=40$ ) и наноразмерного порошка молибдена в вибромельнице в течение 2 ч. Полученную смесь прокаливали на воздухе при 540 °С в течение 4 ч. После этого к смеси добавляли наноразмерный порошок соответствующего металла и перемешивали в вибромельнице в течение 2 ч. Содержание Mo в катализаторе составляло 4.0 мас. %, а содержание Ni, Ag, Fe или Cu – 0.1 мас. %.

Каталитические испытания проводили на лабораторной установке проточного типа при атмосферном давлении, температуры реакции 750 °С и объемной скорости подачи метана 1000 ч<sup>-1</sup>. Катализатор объемом 1.0 см<sup>3</sup> с размером частиц 0.5-1.0 мм помещали на кварцевую решетку реактора, нагревали в токе гелия до температуры реакции и выдерживали при данной температуре в течение 10 мин, затем прекращали подачу гелия в реактор и начинали подавать метан (степень чистоты 99.9 об. %). Продукты реакции (водород, этан, этилен, бензол, толуол, нафталин) анализировали методом газовой хроматографии. Для оценки каталитической активности образцов определяли конверсию метана, выход и селективность образования газообразных и жидких продуктов.

Снимки просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения (ПЭМВР) получали на электронном микроскопе JEM-2010 (JEOL, Япония) с разрешением по решетке 0.14 нм при ускоряющем напряжении 200 кВ. Изображения высокого разрешения периодических структур анализировали с применением метода Фурье.

Из приведенных на рис. 1 данных, видно, что добавка второго металла увеличивает активность и стабильность Mo/ZSM-5 катализатора. Наибольшей активностью характеризуется образец 0.1% Fe-4.0% Mo/ZSM-5, максимальная конверсия метана на нем достигается в первые 20 мин реакции и составляет 16.7%. Наименьшей активностью в первые 20 мин реакции обладает катализатор 0.1% Ni-4.0% Mo/ZSM-5, конверсия метана на нем составляет 13.6% и не значительно превышает степень превращения метана на исходном образце 4.0% Mo/ZSM-5

(13.5%). В ходе реакции конверсия метана на всех исследуемых катализаторах постепенно снижается.



**Рис. 1** Зависимость конверсии метана от времени работы Mo/ZSM-5 катализатора, содержащего НПП Ag, Cu, Ni и Fe

**Рис. 2** Снимки углеродных нитей в катализаторе 0,1% Ni-4,0% Mo/ZSM-5 после 380 мин реакции

С использованием метода ПЭМВР установлено, что на отработанном в течение 380 мин в реакции дегидроароматизации метана катализаторе 0.1% Ni-4.0% Mo/ZSM-5 образуются углеродные нанотрубки, которые дезактивируют активные центры катализатора, что приводит к быстрой потере его активности (рис. 2).

Анализ состава газообразных продуктов конверсии метана показал, что в их составе содержатся этан и этилен, суммарный выход которых не превышает 1.5 %. На всех исследуемых катализаторах выход газообразных продуктов в начале процесса увеличивается, а к концу – уменьшается.

В составе жидких продуктов конверсии метана содержатся, преимущественно, бензол и нафталин. Наибольший выход бензола (6.9%) достигается в первые 20 мин реакции на катализаторе 0.1% Fe-4.0% Mo/ZSM-5. На всех изученных катализаторах выход бензола уменьшается со временем реакции.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что добавление второго металла в Mo/ZSM-5 катализатор приводит к увеличению активности и стабильности катализатора.

Это связано с тем, что в катализаторе происходит образование биметаллических активных центров (Me-Mo), которые препятствуют выходу алюминия из кристаллической решетки цеолита и уменьшают скорость образования кокса в процессе реакции.

Наибольшее влияние оказывает добавка нанопорошка железа, что, вероятно, обусловлено образованием дополнительного количества, наряду с Mo-содержащими центрами, металлических центров для активации метана и дальнейшего превращения промежуточных продуктов в ароматические соединения.

#### Литература

1. Мамонов Н.А., Фадеева Е.В., Григорьев Д.А., Михайлов М.Н., Кустов Л.М., Алхимов С.А. Металлцеолитные катализаторы дегидроароматизации метана // Успехи химии. – 2013. – Т.82. – № 6. – С. 576-585.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

2. Abdelsayed V., Shekhawat D., Smith M.W. Effect of Fe and Zn promoters on Mo/HZSM-5 catalyst for methane dehydroaromatization // Fuel. – 2015. – V. 139. – P. 401-410.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ НИЗШИХ АЛКАНОВ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> В АРЕНЫ НА ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СУЛЬФИДОМ ЦИНКА В.В. Хасанов<sup>1</sup>, Джалилова С.Н.<sup>1</sup>, Л.А. Богданкова<sup>2</sup>, В.И. Ерофеев<sup>1</sup>

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

В современной нефтегазохимической промышленности одной из главных актуальных проблем является утилизация и химическая переработка попутных нефтяных газов. Одним из наиболее перспективных методов переработки попутного нефтяного газа (ПНГ) является процесс конверсии на цеолитных катализаторах [1-9]. Целью данной работы является изучение влияния добавок солей ZnS различной концентрации на каталитическую активность цеолитов в процессе конверсии попутного нефтяного газа.

В настоящей работе высококремнеземные цеолиты типа ZSM-5 получали из щелочных алюмокремнегелей при 175 °С в течение 2-4 сут с использованием спиртовой фракции (побочного продукта синтеза капролактама) в качестве структурообразующей добавки. В качестве модификатора использовался сульфид цинка. Эксперименты проводили в проточном реакторе  $V_{\text{вн}} = 30 \text{ см}^3$  с неподвижной фазой катализатора, объем катализатора  $6 \text{ см}^3$ . Температурный диапазон реакции 525 – 600 °С, объемная скорость подачи сырья  $W = 240 \text{ ч}^{-1}$ , давление внутри реактора  $P = 1 \text{ АТМ}$ . Состав исходного сырья был следующим (по массе): метан – 0,3 %, этан – 3,0 %, пропан – 80,9 %, бутан – 12,4 %. Проводилось 4 серии опытов для каждого образца: 1 для чистого и 3 для разной степени модификации катализатора – 1, 3 и 5 %. Каждая серия опытов разбивалась на 4 диапазона температур с 525 до 600 °С с шагом в 25 °С. Реакция для каждой температуры длилась 2 часа. Продукты реакции делились на газы и жидкости после охлаждения в водяном холодильнике и сепараторе. Качественный и количественный анализы продуктов реакции и исходного сырья проводился с использованием метода газовой хроматографии с помощью газового хроматографа марки «Хроматек-Кристалл 5000М». Разделение газообразных продуктов проходило на медной насадочной колонке ( $l = 3 \text{ м}$ ,  $d = 3 \text{ мм}$ ), наполненной 8% NaOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, на детекторе по теплопроводности (ДТП). Разделение жидких продуктов происходило на капиллярной колонке DB-1 (100 м \* 0,25 мм \* 0,5 мкм), определение веществ проводилось на пламенно-ионизационном детекторе (ПИД), газ-носитель – гелий, результаты исследований представлены в таблице.

Степень конверсии алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> ПНГ повышается с увеличением температуры для всех образцов в диапазоне температур 525-600 °С. Это в основном происходит в результате увеличения выхода непредельных углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> в газовой фазе и аренов с одним ароматическим кольцом (бензол, толуол, ксилолы) в жидкой фазе. Для всех образцов наблюдается увеличение содержания олефинов в газообразных продуктах реакции с ростом температуры, что объясняется реакциями дегидрирования и крекинга алканов при повышении температуры. В жидких продуктах в диапазоне температур 525 – 600 °С наблюдается увеличение содержания бензола для всех образцов, причем для модифицированных образцов



выход бензола тем выше, чем выше степень его модификации. Содержание толуола с увеличением температуры растет только для чистого образца; для модифицированных образцов выход толуола увеличивается только в диапазоне 525 – 550 °С, при дальнейшем увеличении температуры содержание толуола сокращается в диапазоне 550 – 600 °С для всех модифицированных образцов. У модифицированных катализаторов выход нафталина и его гомологов с ростом температуры заметно увеличивается. В результате анализа полученных данных можно заключить, что модифицированные образцы обладают большей селективностью по бензолу и нафталинам при высоких температурах по сравнению с чистым катализатором.

Таблица

*Влияние температуры процесса на состав продуктов конверсии алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на цеолитных катализаторах, модифицированных ZnS при 240ч<sup>-1</sup>*

Катализатор	Н-ЦКЕ-СФ											
	чистый			1 % ZnS			3 % ZnS			5 % ZnS		
Добавка	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
<b>Температура,</b>	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
<b>Конверсия, %</b>	<b>82,3</b>	<b>86,2</b>	<b>88,8</b>	<b>76,6</b>	<b>85,5</b>	<b>87,6</b>	<b>77,3</b>	<b>82,1</b>	<b>87,0</b>	<b>73,3</b>	<b>81,8</b>	<b>89,9</b>
<b>Газовая фаза (мас. %)</b>												
Метан	34,4	38,5	40,9	34,6	44,0	44,8	33,8	36,9	36,9	24,2	27,2	31,8
Этан	24,1	23,5	22,0	17,0	17,0	16,1	14,4	16,4	21,9	15,0	24,7	34,6
Этилен	3,7	5,6	7,9	2,4	4,0	5,7	3,3	3,9	4,4	3,4	3,2	3,5
Пропан	31,6	25,9	22,4	41,4	31,8	30,4	45,0	39,4	32,6	53,8	40,9	25,3
Пропилен	2,9	3,8	4,7	1,8	2,1	2,4	1,9	2,3	3,5	2,0	3,0	4,2
Изобутан	1,0	0,71	0,34	0,77	0,23	0,12	0,29	0,17	0,11	0,28	0,17	0,09
Бутан	1,4	0,99	0,63	1,4	0,53	0,35	0,94	0,54	0,34	0,95	0,46	0,24
<b>Жидкая фаза (мас. %)</b>												
Бензол	13,5	14,5	16,4	15,8	20,6	23,9	18,3	20,9	23,7	18,7	21,8	23,5
Толуол	36,9	37,6	39,8	39,6	40,8	38,0	41,4	40,0	39,8	41,0	40,9	39,0
Этилбензол	2,4	2,2	2,3	2,5	2,3	2,0	2,4	1,9	1,2	2,1	1,3	0,79
m-Ксилол	11,3	10,8	10,5	11,7	9,7	7,3	10,5	8,5	7,3	10,4	8,6	7,3
p-Ксилол	5,1	4,8	4,7	5,1	4,3	3,3	4,7	4,1	3,3	4,6	3,8	3,3
o-Ксилол	5,3	5,1	5,0	5,4	4,5	3,5	5,0	4,3	3,5	4,9	4,1	3,6
Псевдокумол	1,2	1,1	1,0	1,3	0,96	0,68	1,1	0,73	0,43	0,96	0,52	0,27
Нафталин	8,5	7,8	7,7	5,6	6,2	8,0	6,1	8,2	8,7	6,1	7,9	10,2
β-	5,4	4,7	4,2	3,9	3,5	5,6	3,4	4,1	4,2	3,6	3,9	4,7
α-	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	2,0	1,5	1,8	1,8	1,6	1,7	1,9
газовая фаза, %	<b>53,8</b>	<b>51,2</b>	<b>48,6</b>	<b>54,7</b>	<b>44,8</b>	<b>40,2</b>	<b>49,5</b>	<b>44,9</b>	<b>39,4</b>	<b>48,8</b>	<b>43,9</b>	<b>39,5</b>
жидкая фаза, %	<b>46,1</b>	<b>48,8</b>	<b>51,4</b>	<b>45,3</b>	<b>55,2</b>	<b>59,8</b>	<b>50,5</b>	<b>55,1</b>	<b>60,6</b>	<b>51,2</b>	<b>56,1</b>	<b>60,5</b>

С повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 3 % ZnS выход жидкой фазы становится максимальным (60,6 мас. %) среди всех образцов при температуре 600 °С. Что касается фракции бензол-толуол-ксилолы (БТК-фракция), то выход данной фракции также повышается с ростом температуры и становится максимальным (40,7 мас. %) для образца с 3 % содержанием ZnS при 600 °С.

## СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Таким образом, исследование цеолитных катализаторов с добавлением сульфида цинка показало, что модифицированные образцы обладают меньшей степенью конверсии по сравнению с чистым цеолитом, что может позволить увеличить срок работы катализатора до регенерации. Также модифицированные катализаторы имеют более высокую селективность по бензолу и нафталину по сравнению с чистым цеолитом. Применение модифицированных катализаторов позволило увеличить выход жидких продуктов на 15-17 %. В процессе исследования было выявлено, что образец с 3 % ZnS обладает наиболее селективными свойствами, т.к. происходит максимальное увеличение выхода жидкой фазы и, особенно БТК-фракции при температуре 600 °С. В результате можно сказать, что использование добавок сульфида цинка может привести к улучшению свойств цеолитных катализаторов и к увеличению выхода ароматических соединений в процессе конверсии.

### Литература

1. Восмериков А.В., Ерофеев В.И. Исследование каталитической активности Ga – содержащих цеолитов в процессе ароматизации низших алканов.// Журнал прикладной химии. – 1994. – Т. 67. – Вып. 7. – С. 1152 – 1156.
2. Ерофеев В.И., Восмериков А.В., Коробицына Л.Л., Соловьев А.И. Превращение нефтяных газов на модифицированных цеолитных катализаторах // Нефтехимия. – 1990. – Т. 30. – № 4. – С. 496 – 500.
3. Erofeev V.I., Trofimova A.S., Koval L.M., Ryabov Yu.V. Acidity and catalytic properties of Cu-ZSM-5 in conversion of lower alkanes // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.
4. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2014. – V. 48. – N 1. – P. 71 – 76.
5. Медведев Ю.В., Иванов В.Г., Середа Н.И., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Коровин С.Д., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Суслов А.И., Тарасенко В.Ф., Истомин В.А. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
6. Trofimova A.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Lower Olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals.// Russian Journal of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – pp. S537–S540.
7. Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Effect of high-temperature steam treatment on acidic and catalytic properties of Catalysts for Aromatization of lower Alkanes // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – P. 537 – 540.
8. Trofimova A.S., Erofeev V.I., Koval L.M. The Preparation of the lower olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites modified by Lithium // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2002. – V. 76. – N 6. – P. 922–925.
9. Trofimova A.S., Erofeev V.I., Koval L.M. Synthesis of lower olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites modified with Alkali Metals // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.
10. Трофимова А.С., Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Получение низших олефинов из алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на цеолитах ZSM-5, модифицированных литием.// Журнал физической химии. – 2002. – Т. 76. – № 6. – С. 1034 – 1037.

---

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ  
РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

**ТУРИСТСКОЕ ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ**

**Т.Н. Меньшикова<sup>1</sup>, И.А. Кауров<sup>2</sup>, Л.Б.-Ж. Максанова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*

В международном туризме одним из главных трендов развития является постепенное упрочение потребительской модели «3Е» (Excitement – Education – Entertainment). Это означает, что современный образ и стиль жизни людей, повышенный интерес к здоровому образу жизни, получение новых знаний и впечатлений задают новые требования к содержанию и организации отдыха и досуга. Туризм становится все более тематическим и специализированным. У России как страны с самой большой территорией в мире, с различными климатическими зонами, с богатейшими природными, биологическими ресурсами, объектами национального и мирового культурного и исторического наследия имеются колоссальные ресурсы, чтобы соответствовать новому тренду. В значительной степени это относится к Арктической зоне Российской Федерации, которая занимает 20% территории страны.

Путешествия в Арктику, которые будут развиваться под брендом «Доступная Русская Арктика» [1], представляют собой сочетание различных видов туризма, в том числе, познавательного, экстремального, экспедиционного, экологического, этнографического, круизов, охоты, рыбалки и др. В работах Н.М. Бызовой, Е.И., Голубевой, В.С. Кузнецова, Н.К. Харламповеой и др. [2] разработаны теоретические и практические подходы к решению проблем и определению перспектив туристского освоения регионов Арктики.

По оценкам экспертов, к числу основных конкурентных преимуществ развития туризма в арктических регионах России относятся: 1) богатейший природный потенциал с позиций наличия уникальных ландшафтов, природных явлений и объектов животного и растительного мира; 2) наличие больших площадей, не затронутых антропогенным воздействием природы; 3) наличие свободных территорий для строительства новых объектов; 4) наличие богатейшего историко-культурного и этнографического потенциала.

В последние годы в арктических регионах РФ среднегодовой темп роста количества туристов колеблется от 3% (Республика Саха (Якутия) до 20% (Ямало-Ненецкий АО). По мнению руководителя Ростуризма О.П. Сафонова, перспективность арктического туризма продемонстрирована на реализации пилотного российского проекта посещения Земли Франца Иосифа. Так, в 2014 году архипелаг посетили 790 туристов, а в 2015 году уже около 1300 человек из 46 стран [3].

Основываясь на классификации туристских мотивов известного австралийского ученого Ф. Пирса [4], рассмотрим характерные мотивы потребительского поведения туристов, посещающих Арктику.

Прежде всего, путешествующих в Арктику привлекает уникальная природа, возможность своими глазами увидеть этот удивительный и загадочный край,

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

постоять на «макушке Земли», почувствовать суровый климат и арктический холод. Растет интерес к активным видам отдыха, испытанию острых ощущений и физических нагрузок. К числу популярных туристских занятий относятся катание на собачьих и оленьих упряжках, прогулки на снегоходах, гольф на льду, экскурсии на горные вершины, охота и рыбалка, включая подледную. Так, популярность набирают арктический рыболовно-охотничий туризм на Ямале; охотничьи туры в Чукотский автономный округ.

Еще одним важным мотивом для путешествий в Арктику эксперты называют сближение человека с природой посредством наблюдения за уникальными природными явлениями, созерцания ледяных пейзажей; наблюдения за птицами и животными в среде их обитания в национальных парках и заповедниках. Примерами таких туров являются орнитологические туры; фотоохота на белого медведя; посещение лежбища моржей; наблюдения за северными сияниями или солнечными затмениями и др.

Популярность набирает развитие круизного туризма по реке Лена из Якутска до природного парка «Ленские столбы», вдоль Северного Морского пути, на Землю Франца Иосифа и на Шпицберген. С учётом того, что норвежские поселения Шпицбергена ежегодно посещают более 80 тысяч иностранных туристов, создание устойчивого круизного маршрута позволит привлечь значительную их часть в российский Баренцбург, а в последующем в ближайшие к архипелагу Шпицберген регионы Российской Федерации.

Значительный интерес у туристов вызывает изучение и погружение в окружающую действительность, расширение кругозора посредством знакомства с историческими фактами, самобытной культурой, верованиями и традициями народов, проживающих в Арктике: ненцы, поморы, саами, ханты, чукчи, эвенки, эскимосы и др. В ряде регионов возможно развитие паломнического туризма. При этом, если в Архангельской области речь идет о православном паломническом туризме, то в Якутии – о шаманизме.

Многие туристы посещают этнографические музеи, где можно ознакомиться с традиционными видами хозяйственной деятельности, обычаями и промыслами, а также с различными программами обучения ремеслам, принять участие в традиционных обрядах и праздниках, разучить национальные танцы, попробовать национальные блюда. Таким примером является финно-угорский этнокультурный парк в селе Ыб Республики Коми.

Тенденцией последних лет является событийный туризм, широко известный такими праздниками как день Оленевода (Ямало-Ненецкий автономный округ), праздник лета «Ысыхак» (Республика Саха (Якутия), саамские игры в Ловозере (Мурманская область) и др.

Несмотря на огромный туристско-рекреационный потенциал, существует немало проблем развития туризма в Арктике, которые обусловлены географической удаленностью, сложными климатическими условиями, безлюдностью территории, слабой транспортной обеспеченностью, отсутствием инфраструктуры, низким развитием предпринимательства. По мнению Ю.Ф. Лукина, «Проблема развития арктического туризма несомненно должна учитывать как потребности бизнеса (получение прибыли), самих туристов (отдых, эксклюзив, экзотика, драйв), так и национальные интересы российского государства, острую нужду в создании позитивного имиджа (образа) Российской Арктики [2. С. 68].

Предпринимаемые государством меры регулирования, направленные на реализацию туристской политики в Арктической зоне Российской Федерации,

должны содержать широкий комплекс законодательных, организационно-экономических, финансовых, информационных, инфраструктурных и кадровых инструментов достижения стратегических приоритетов и целей в этой сфере. Одним из важнейших приоритетов является сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата. Реализация данного принципа требует использования в Арктике уникальных технологических решений и наличия профессиональных кадров, поддержки малого и среднего предпринимательства, повышения уровня жизни населения, создания условий для закрепления молодежи.

### Литература

1. Доступная Русская Арктика. [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://strana.ru/journal/news/24389106> (дата обращения 21.03.2017 г.)
2. Арктический туризм в России / Отв. редактор издания Ю.Ф. Лукин. – Архангельск – Санкт-Петербург: Изд-во Северный (Арктический) федеральный университет, 2016. – 257 с.
3. Ростуризм: арктический туризм может дать такой же доход, как добыча полезных ископаемых // Петербургский Международный Экономический Форум 2016. [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://tass.ru/pmef-2016/article/3380634> (дата обращения 25.03.2017 г.)
4. Pearce Philip L. *Tourist Behaviour: themes and conceptual schemes*. Aspects of Tourism. Channel View Publications. – Clevedon, UK, 2005. – P. 241.

### **ЭКОНОМИКО-ПРОДУКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**М.В. Аксёнова, В.Е. Минеев, В.Е. Плешакова**

Научный руководитель доцент А.С. Федотов

**Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия**

Решение проблемы по обращению с нефтесодержащими отходами, которые образуются в процессе работы предприятий, относящихся к нефтегазовому комплексу, является достаточно сложной задачей. Исследователи обращаются к данной проблеме либо на заводах по переработки нефти, либо на заводах по её добыче, где велики объемы образования отходов и экономически оправдано эксплуатация мощного дорогостоящего серийного оборудования по разделению нефтесодержащих отходов. Также существуют и другие способы переработки нефтесодержащих отходов, путем их обезвреживания с использованием бактериальных штаммов и средств, но эти способы зависят от климатических условий местности, т.к. необходимо обеспечить цикл жизнедеятельности данных препаратов.

Климат Крайнего Севера характеризуется долгой зимой и коротким летом, что полностью исключает использование бактериальных препаратов для обезвреживания нефтесодержащих отходов. А с другой стороны, из-за небольших объёмов нефтехранилищ и перевалочных баз, в данной местности невыгодно в экономическом плане устанавливать стационарное оборудование по очистке нефтесодержащих отходов[1]. Поэтому нужно так важно разрабатывать новые технологии для обезвреживания и снижения класса опасности нефтесодержащих отходов для нефтебаз и нефтехранилищ распределительного типа, находящихся в

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

условиях Крайнего Севера. Для достижение данной задачи были рассмотрены и изучены следующие вопросы:

1) Анализ источников, из которых образуются нефтесодержащие отходы и их физико-химических свойства в процессе эксплуатации нефтехранилищ в районах Крайнего Севера, а также существующих теоретических и практических решений по переработке нефтесодержащих отходов.

2) Изучение безопасных технологий очистки емкостей от нефтешламов, а также обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов с низким содержанием механических примесей

3) Изучение безопасных ресурсосберегающих технологий по обращению с нефтесодержащими отходами и предложений по оборудованию мест захоронения данного типа отходов в условиях Крайнего Севера.

В качестве примера возьмем Архангельский терминал, который является нефтеперевалочным комплексом I категории, имеющим резервуарный парк, емкостью более 100 тыс. км<sup>3</sup>, самостоятельную железнодорожную ветку и сеть сливо-наливных эстакад. На его территории расположены очистные сооружения промливневой канализации, которые используются для очистки сточных вод, которые поступают с железнодорожных эстакад. Допустимые концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах регламентируются разрешительной документацией.

В сбрасываемых водах содержание нефтепродуктов не должно превышать 0,05 мг/л. Если происходит отклонение от установленных норм, то стоки приходится направлять повторно в систему очистки, что является дополнительными экономическими затратами.

Также актуальной темой является рассмотрение вопросов, которые связаны с разработкой новых безопасных способов и рекомендаций по очистке емкостей от нефтешламов и обезвреживанию нефтесодержащих отходов [1,2]. Для данной цели существует способ, который предусматривает использование специализированного устройства с учетом обеспечения безопасности проведения работ [3]. Принцип его работы заключается в том, что существует зачистное устройство, которое включает в себя шнековый транспортер (конвейер). Который имеет в своей верхней части гибкий шланг, предназначенный для удаления из емкости загрязненных веществ, а в нижней часть – шарнирно закрепленную секцию с конусным диффузором. Также устройство имеет вакуумный насос и механизм для перемещения в емкости. Шнековый транспортер создан из трудных и шнековых сборно-разборных секций. Оснащен шлангом для подачи в зону контакта с нефтешламом нефтепродукта, температура которого на 14-15 °С ниже температуры вспышки и конусного диффузора. Для удаления нефтешлама из емкости в зону его контакта с конусным диффузором подается нефтепродукт, который нагрет до температуры вспышки и за счет использования режущих элементов, шнекового транспортера вакуумного насоса очищают стенки и днище емкости от нефтешлама. После производится удаление зачистного устройства и нефтешлама из емкости, обезвреживание и отверждение нефтешлама в ходе его термической обработки и полимеризации.

Данное устройство для очистки емкостей от нефтешламов используется для нефтехранилищ распределительного типа с большим оборотом товарной продукции. Оно является актуальным для использования его в условиях Крайнего Севера.

Также существует способ захоронения промышленных отходов [4]. Для его применения на участке производят отрывку котлована и планировку дна и откосов выемки, а потом обезвоживание и перемешивание отходов с «тяжелой», нагрет и

термоокисление смеси с использованием, например, асфальтобетонной установки, укладку слоя смеси на дно и откосы котлована, создание в процессе полимеризации упрочненного гидроизоляционного экрана. После чего на горизонтальной поверхности экрана устанавливаются щиты многооборачиваемой опалубки, их заполняют термоокисленной смесью грунта с нефтью на всю глубину котлована. Емкости заполняют обводненным промышленным отходом, после чего возводят над котлованом откосы и экраны, упрочненные арматурными сетками защитное покрытие, а на это покрытие – различные по значению сооружения.

Оба вышеперечисленных способа подходят для условий Крайнего Севера. Способ с использованием специализированного устройства по очистке емкостей от нефтешламов предназначен для нефтехранилищ большого объема, и большим оборотом товарной продукции, т.к. для его установки и использования необходимы немалые экономические затраты. А способ захоронения нефтесодержащих отходов является оптимальным для нефтехранилищ с любой емкостью, т.к. он позволяет при оптимальных затратах обеспечить безопасность и рациональное использование ресурсов предприятий.

**Вывод.** Проведя анализ состояния обеспечения безопасности, при утилизации и складировании нефтесодержащих отходов выявили наиболее эффективные и безопасные методы переработки отходов нефтяной отрасли, которые адаптированы к условиям Крайнего Севера. Выявленные способы подходят как для нефтехранилищ с большим объемом и оборотом продукции, так для нефтехранилищ с небольшим объемом и оборотом продукции.

### Литература

1. Стахов, Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Москва, 1983. 263 с.
2. Яковлев, С.В., Скиридов, И.В., Швецов, В.Н., Бондарев, А.А., Андрианов, Ю.Н. Биологическая очистка производственных сточных вод. Процессы. Аппараты и сооружения. Москва, 1985. 208 с.
3. Пономарев В.Г. Образование и очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. Москва, 2009. 346 с.
4. Фредман В.М. Комплексная технология утилизации промышленных нефтешламов: автореф. Дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2002. 24 с.

### **МОНЕТИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**О.А. Антоненко**

Научный руководитель доцент В.Б.Романюк

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Монетизация экономики – это уровень обеспеченности национальной экономики деньгами и прочими ликвидными активами относительно Валовому внутреннему продукту (ВВП). Уровень монетизации определяет свободу и направление движения капитала в стране и уровень развития финансового рынка.

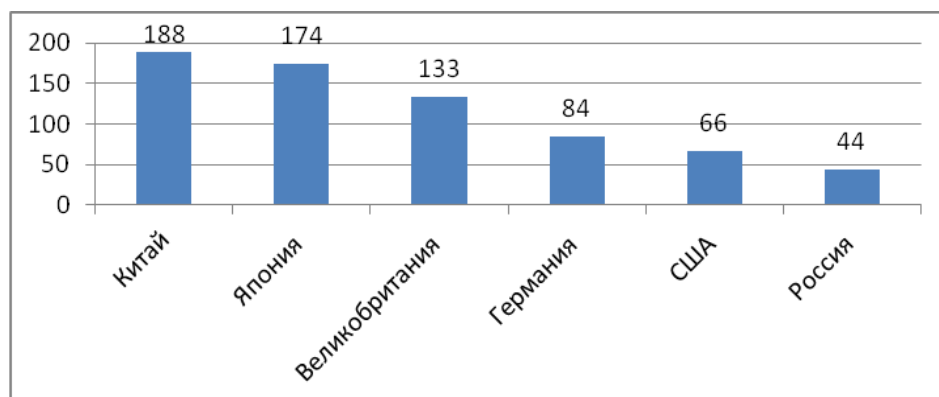
Для вычисления уровня монетизации экономики используется коэффициент монетизации. Он определяется как соотношение денежной массы (агрегата М2 или отдельно агрегатов М0, М1) к ВВП страны. С помощью данного показателя можно оценить не только общую обеспеченность экономики деньгами, но и за счет каких агрегатов происходит ее рост либо падение.

## СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ

Нормативное значение коэффициента монетизации – 50% и более. При его фактическом значении от 0 до 50% в стране отмечается недостаток денежной наличности, и велика вероятность появления денежных суррогатов.

В РФ по итогам 2014 года коэффициент монетизации составил 47,1% при среднемировом уровне 125%. Для развитых стран характерно его значение от 150% и выше (рисунок 1).

Противоположный монетизации показатель – демонетизация – определяется как процесс повышения доли бартера в экономике и вытеснения денег как средства платежа. Это характерно для слаборазвитых племенных и островных государств.



*Рис.1 – Коэффициент монетизации, в %*

Денежные средства являются ключевым компонентом при расчете уровня монетизации экономики. Они представляют собой информацию о возможностях экономических субъектов совершить хозяйственную или финансовую операцию. Денежная эмиссия в настоящее время зависит от способности банковской системы, экономики и государства генерировать долговые обязательства.

Низкие значения коэффициентов монетизации экономики России и высокие скорости денежного обращения свидетельствуют о слабом доверии экономических агентов к национальной денежной системе, что, как правило, является неизбежным следствием высокой инфляции, что подтверждается состоянием российской экономики. Рассмотренные авторами закономерности охватывают очень широкий набор стран с исходными фактическими данными, собранными в период роста мировой экономики и повышательного цикла цен на нефть. Однако с середины 2014 года начинается понижательный тренд цен на нефть, который негативно сказывается на экономике стран-экспортеров углеводородов.

Монетизация добычи углеводородного сырья связана, прежде всего, с развитием нефтехимии. Цели развития нефтехимии:

1. Монетизация углеводородного сырья;
2. Диверсификация экономики;
3. Альтернатива экспорту нефти;
4. Сектор для инвестиций нефтяных доходов;
5. Решение социальных проблем: занятость, рост образования и профессионального уровня;
6. Утилизация попутного нефтяного газа.

Четвертая часть углеводородов России будет добываться на Арктическом шельфе. О монетизации углеводородного сырья Арктического шельфа необходимо



задуматься уже сегодня и развивать модели развития нефтехимии к привязке к данному региону.

За 20 лет (1991-2013) Россия утратила лидерские позиции в мировой нефтехимии, в число мировых лидеров вошли Саудовская Аравия, Ю.Корея, Иран, а к 2020 г. добавится Индия. Перепроизводство природного газа в США («Сланцевая революция») при отсутствии возможности вывоза сырья (запрет на экспорт СПГ, отсутствие инфраструктуры) создали условия для возрождения и нового роста нефтехимии на базе дешевого этана.

Ю.Корея импортирует нефтяное сырье для нужд нефтехимии на сумму ~\$35 млрд., и производит из него продукцию нефтехимии с валовой выручкой ~ \$80 млрд., экспорт - \$48 млрд.

В Сингапуре рост мощностей нефтехимии в 2,5 - 4 раза в период 2000-2014 гг. (полиэтилен – до 2,4 млн т, полипропилен – до 1,6 млн т, МЭГ – 875 тыс. т).

Саудовская Аравия – пример стратегии максимального использования конкурентных преимуществ для создания современной промышленности. Фиксированная цена на этан \$1,5/mbtu (\$54/1000 куб.м), скидка 30% к мировой цене на пропан. Государственные компании SABIC (доля государства 70%) и Saudi ARAMCO (нефтяная монополия) инвестируют в развитие нефтехимии \$10-15 млрд в год. Создание нефтехимических кластеров с финансированием инфраструктуры государством (Джубайл, Янбу) Привлечение иностранных партнеров (технологии) – под гарантии поставки сырья по низким ценам и компенсации до 50% инвестиций из Фонда промышленного развития (Saudi Industrial Development Fund). Инвестиции в крупные комплексы (экономика масштаба) для конкурентоспособного экспорта в регионы Азии (Индия, Китай) и Европы. Пример – Sadara в Джубайле, крупнейший в мире нефтехимический комплекс.

Приобретение нефтехимических мощностей в Европе (доступ к технологиям и дистрибуции): пример – приобретение SABIC завода DSM в Нидерландах. Поддержка следующего передела: переработки пластиков (в 5 индустриальных парках).

По большинству базовых полимеров мощностей России не хватает для обеспечения внутреннего рынка. Доля импорта составляет от 20 до 88%. Потенциал импортозамещения первичных полимеров - \$5 млрд., готовых изделий из пластиков – более \$6 млрд.

Из 6 объявленных в России кластеров развития нефтехимии сегодня существует только один – Поволжский, остальные представлены 1-2 предприятиями и существуют только в планах.

Существующие сегодня планы развития нефтехимии, объявленные отдельными компаниями, «оптимистичны» с точки зрения оценки существующих проблем, но недостаточно амбициозны для превращения России в нефтехимическую «сверхдержаву». Без продуманной национальной Стратегии с учетом мирового опыта возможности реализации конкурентных преимуществ России в нефтехимии будут упущены.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

Литература

1. О неотложных мерах по укреплению экономической безопасности России и выводу российской экономики на траекторию опережающего развития: доклад / С.Ю. Глазьев. - М.: Ин-т экономических стратегий, Русский биографический ин-т, 2015. - 60 с.
2. По вопросу монетизации. Ответ Министерства экономического развития России [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://economy.gov.ru/minec/references/faq/201601110450>

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ ПРИ ОСВОЕНИИ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**Т.С. Бибилова**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Северная полярная область земного шара тесно связана с прилегающими урбанизированными территориями, с которых постепенно поступают загрязняющие вещества вместе с морскими, речными и воздушными потоками. Только в российской части Арктики более десятка районов, уровень загрязнения существенно превышающий допустимые нормы. В основном это части, которые связаны с нефтегазовым комплексом, например, Обская губа и Кандалакшский залив.

Все загрязнения обычно классифицируют по способу поступления агентов (загрязнителей) в окружающую среду, виду воздействия и по характеру воздействия:

- 1) механические — загрязнения окружающей среды агентами (загрязнителями), которые оказывают механическое воздействие;
- 2) химические — загрязнения химическими веществами, которые оказывают токсическое действие на живые организмы и вызывающие ухудшения химических свойств объектов окружающей среды;
- 3) физические — антропогенное воздействие, которое вызывает негативное изменение физических свойств окружающей среды;
- 4) радиационные — антропогенное воздействие ионизирующего излучения радиоактивных веществ, которое превышает природный уровень радиоактивности;
- 5) биологические

Арктическая экосистема в большой степени чувствительна к антропогенным воздействиям и очень медленно восстанавливается после неразумного вмешательства. В настоящее время интерес к экологическим проблемам Арктики высок. Несмотря на то, что Арктике характерен суровый климат, здесь открываются уникальные перспективы освоения энергетических ресурсов. Ещё В 1970-х годах началось экологическое загрязнение Арктики, в то время, как начали освоение Северного морского пути. Негативное влияние на экологию Арктики оказали деятельность Северного флота ВМФ России, испытания ядерного оружия на архипелаге Новая Земля, сибирские химические комбинаты.

Основной проблемой для арктической зоны является проблема утилизации промышленных отходов, которых вокруг промышленных предприятий скапливается огромное количество.

Также, существуют большие риски в освоении арктического шельфа, который располагает колоссальным энергетическим потенциалом.

Таблица 1

*Экологические риски, связанные с добычей углеводородных ресурсов на шельфе Арктики*

Вид деятельности/экологический риск	Возможные последствия
Бурение нефтяных скважин	Выброс в атмосферу и водную среду загрязняющих веществ, сброс пластовых вод
Аварийные разливы нефти	Залповые выбросы жидких и газообразных углеводородов из скважины
Сжигание НПП (нефтяного попутного газа)	Образование неустойчивых и тонких пленок вокруг платформ на морской поверхности
Выбросы парниковых газов	Из-за выброса большого количества парниковых газов, таких как CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> , а также NO <sub>x</sub> возможно изменение климата
Выбросы летучих органических углеродов неметанового ряда в результате испарения сырой нефти при ее хранении или перегрузке на терминалы	При повышении концентрации озона в приземном слое появляется риск нанесения вреда здоровью людей и растительности
Длительная эксплуатация нефтяных месторождений	Из-за проседания пород на больших территориях существенно повышается уровень сейсмологической опасности
Танкерная транспортировка углеводородов	Разливы при выполнении погрузочно-разгрузочных работ
Трубопроводная транспортировка углеводородов	Аварийные ситуации (разливы нефти)
Аварийность на морских платформах	Экологическая катастрофа, которая связана с уничтожением морской и прибрежной флоры и фауны

Нефтедобыча обуславливает губительные последствия для Арктики и прилегающих северных районов, нанося непоправимый ущерб флоре и фауне. Нефтяное загрязнение пока имеет локальный, ограниченный характер, но из-за того, что в последнее десятилетие возросли темпы развития нефтегазовой отрасли и планы по освоению арктического шельфа, масштаб деградации окружающей среды в Арктике грозит перерасти из локального в общезональный.

Литература

1. Международное экологическое сотрудничество в Арктике. [Электронный ресурс] — Режим доступа : [http://arctic-rf.ru/news/mejdunarodnaya\\_deyatelnost/mezhdunarodnoe-ekologicheskoe-sotrudnichestvo-v-arktike](http://arctic-rf.ru/news/mejdunarodnaya_deyatelnost/mezhdunarodnoe-ekologicheskoe-sotrudnichestvo-v-arktike)
2. Загрязняющие вещества [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://www.activestudy.info/klassifikaciya-zagryaznyayushhix-veshhestv/>

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

**ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ НАКОПЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
В РАЙОНАХ АРКТИКИ**

**Ю. В. Воловик**

Научный руководитель доцент В. Г. Мельникова  
*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

Экономическая значимость Арктики – это ее природоресурсный потенциал и морские биологические ресурсы, геополитическая составляющая заключается в особом географическом положении, а уникальность Арктического региона требует особых норм, которые позволили бы сохранить ее экосистему.

Основным источником загрязнения на шельфе Арктики является добыча и транспортировка нефти танкерами. Загрязнения, возникающие в результате деятельности нефтедобывающего комплекса, сбрасываются в акватории морей. Хотя разлив нефти происходит не часто, но приводит к катастрофическим последствиям. Зная, что загрязняющие вещества имеют способность к миграции за счет течений, ветров и других природных явлений, логично предположить, что ущерб может быть причинен и соседним с Арктикой регионам [2].

Также последствия оказывают негативное влияние на стабильность экосистемы арктического региона и на условия проживания на его территории населения, прежде всего малочисленных коренных народов Севера, ведущих традиционный образ жизни. Последствия причиненного вреда вызывают гибель рыбы, которая является основной пищей народов Севера.

В связи с этим для нашей страны, имеющей самое протяженное в мире арктическое побережье, сохранение и защита окружающей среды в Арктике является вопросом стратегической необходимости [3].

Учитывая огромные территории зоны Арктики, устранение накопленного вреда связано с значительным объемом инвестиций в восстановительные работы. Именно суммы необходимых затрат на устранение экологического ущерба предотвращение и ликвидацию, вынуждает органы государственной власти искать источники финансирования такой деятельности для обеспечения сохранения компонентов природной среды.

В. В. Путин на Международном форуме «Арктика – территория диалога» подчеркивал: «Наша цель – обеспечить устойчивое развитие Арктики, а это создание современной инфраструктуры, освоение ресурсов, развитие промышленной базы, повышение качества жизни коренных народов Севера, сохранение их самобытной культуры, их традиций, бережное к этому отношение со стороны государства» [1].

В Материалах парламентских слушаний "Круглый стол" в Совете Федерации, основной проблемой обозначается недостаточность законодательной базы, как для предотвращения техногенных загрязнений, так и для принятия мер по их ликвидации. Действующие нормативно – правовые акты в области охраны окружающей среды недостаточно учитывают территориальную специфику. Для ликвидации техногенных загрязнений в Арктике требуется объединение усилий всех заинтересованных субъектов. Необходимо масштабное частно – государственное партнерство.

Представляется необходимым принять Закон об Арктике, нормы которого позволят создать эффективный правовой механизм защиты морей от загрязнения нефтью. Существующее в этой области законодательство Российской Федерации разрозненно, не учитывает морскую специфику, и иногда акты противоречат друг

другу, что может приводить к их разнообразному толкованию и риску коррупции. Было бы целесообразно дополнить данные акты специальными нормами по стимулированию предотвращения негативных последствий и предусмотреть специальные меры государственной поддержки.

В этом вопросе был сделан первый шаг. Принят Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10 января 2002 года и Федеральный Закон от 21 июля 2014 года «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». С июля 2013 года, вступил в силу Федеральный закон № 287 «О внесении изменений в Федеральный закон «О континентальном шельфе Российской Федерации» и Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации». Им устанавливаются механизмы финансового обеспечения выполнения мероприятий, предусмотренных планом по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, возмещения расходов на привлечение дополнительных сил и средств.

Эксплуатирующая организация по осуществлению мероприятий по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов обязана создавать систему наблюдений за состоянием морской среды в районе осуществления своей деятельности; иметь финансовое обеспечение при осуществлении мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти, включая возмещение вреда, причиненного окружающей среде; иметь собственные аварийно – спасательные службы и (или) аварийно – спасательные формирования.

Можно сделать вывод, что для обеспечения экологической безопасности хозяйственной деятельности в Арктике создаются правовые условия, но этого пока не достаточно для полного решения данной проблемы.

В наш век прогресса было бы целесообразным решением выделить часть земель для открытия экологических парков и туризма, которые будут направлены на изучение окружающей природной среды и ее улучшение.

### Литература

1. Международный форум «Арктика – территория диалога». Владимир Путин принял участие в пленарном заседании IV Междунар. арктического форума от 29 марта 2017 г. [Электронный ресурс] // Президент России. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://kremlin.ru/events/president/news/54149> (дата обращения: 10.05.2017).
2. Валеева Э. И. Экологические и ландшафтные исследования [Электронный ресурс] : Региональный анализ антропогенной трансформации ландшафтов Ханты – Мансийского автономного округа / Э. И. Валеева, Д. В. Московченко // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. – 2001. – Вып. 2, разд. 2. – С. 73 – 77. – Электрон. версия печат. публ. – [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://bva.wmsite.ru/problemy-vzaimodejstviya/vypusk2/valeeva> (дата обращения: 10.05.2017).
3. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года // Министерство иностранных дел Российской Федерации. – Электрон. дан. – [Б. м., б. г.]. – [Электронный ресурс] — Режим доступа : [http://www.mid.ru/foreign\\_policy/official\\_documents//asset\\_publisher/CptICk6BZ29/content/id/294430](http://www.mid.ru/foreign_policy/official_documents//asset_publisher/CptICk6BZ29/content/id/294430) (дата обращения 10.05.2017).

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА  
НА КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ**

**Н.А. Герасимова, Ю.В. Шевчук, А.В. Галкина**

**Научный руководитель профессор Г.Ю. Боярко**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Одной из приоритетных стратегических задач в экономике России является освоение арктического шельфа. Из 6,2 млн. кв. км всей площади шельфа и континентального склона большая часть приходится на арктический регион. В феврале 2016 году Россия представила в ООН обновленную заявку на расширение шельфа в Арктике, учитывая дополнительные доказательства того, что огромный участок Северного Ледовитого океана – продолжение евразийского континента. Районы, на которые претендует Россия, охватывают шельф российских арктических окраинных морей и приполюсную часть океанического бассейна в составе комплекса Центрально – Арктических подводных поднятий. В него входят: хребт Ломоносова, котловина Подводников, поднятие Менделеева, Чукотская котловина и Чукотское поднятие. В заявке Россия указывает на то, что поданная в 2014 году заявка Дании и Канады существенно перекрывает районы, включенные в заявку России. После консультации с Данией и Канадой РФ по этому вопросу достигла понимания. Окончательная делимитация континентального шельфа РФ в Северном Ледовитом океане осуществится после принятия Комиссией рекомендации по заявке РФ.

На российском шельфе открыто 20 крупных нефтегазоносных провинций и бассейнов. Запасы 10ти из них являются доказанными. Крупнейшими осадочными бассейнами в Арктике являются Восточно-Баренцевый, Южно-Карский, Лаптевский, Восточно-Сибирский и Чукотский. Несмотря на то, что большая часть ресурсов нефти и газа принадлежит России: 41% всех неразведанных технически извлекаемых ресурсов нефти и 71 % газа, лидером в настоящее время по добыче нефти в Арктике является США, а по добыче газа – Норвегия.

В последнее время, РФ усилила активизацию по освоению добычи нефти и газа на шельфовых месторождениях. Существует разное отношение к тому, какие проекты в Арктике считаются шельфовыми. На континентальном российском шельфе, включая Арктику, недропользователями могут быть компании с государственным участием 50 % и более пятилетним опытом на нем. Частные допускаются только в составе совместных предприятий. В настоящее время выдано большое количество лицензий «Газпром»-24 лицензии, «Роснефть»-26, но освоение еще многих участков даже не началось. В данной статье рассмотрим два основных проекта «Газпрома». Добыча на континентальном шельфе Арктики в России началась в 2013 году в Печорском море на месторождение Приразломное. Освоение одного из крупнейших в мире газоконденсатных месторождений, Штокмановского в Баренцевом море, было отложено. Месторождение Приразломное было открыто в 1989 году и располагается в 60 км от берега. Извлекаемые запасы нефти превышают 70 млн. тонн. Главным акционером является Газпром. Выполнение всех технологических операций на месторождении обеспечивает морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная». Её строительство длилось с 1995 года по 2011. Платформа обошлась в 2 млрд. долларов, что в три раза больше запланированного уровня. Она отвечает самым жестким требованиям безопасности, приспособлена на максимальные в регионе ледовые нагрузки. Бурение первой скважины было начато в середине 2013 г., а в конце этого же года МЛСП

«Приразломная» начала добычу. Первая нефть была отгружена в апреле 2014 года с новым названием ArcticOil (ARCO). В настоящее время на месторождении эксплуатируется две добывающие и одна нагнетательная скважины. В 2016 г. «Газпром нефть шельф» ввела в промышленную эксплуатацию первую поглощающую скважину, для оптимизации процесса переработки промышленных отходов. В общей сложности проектом предусмотрен ввод в эксплуатацию 32 скважин. С момента начала добычи на «Приразломном» добыто более 10 млн. баррелей нефти. В марте 2016 года Федеральное агентство по недропользованию утвердило документ, согласно которому период стабильной добычи на Приразломном увеличен с 3 до 5 лет. Бурение за этот период позволит увеличить добычу нефти до 23,1 млн. тонн. На сегодня, Приразломное - единственный проект на российском арктическом шельфе, где ведется промышленная добыча нефти. Штокмановское месторождение открыто в 1988 году. Расположено в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря, примерно 600 км от Мурманска. Запасы месторождения по категории С1 составляют 3,9 трлн. куб. м газа и 56 млн. тонн газового конденсата. Разработка данного проекта предусматривает полный цикл его освоения (от исследований до переработки и транспортировки) и разделена на три фазы [1]. Штокмановское месторождение должно стать ресурсной базой для увеличения поставок российского газа, как трубопроводного, так и полученного с использованием СПГ-технологий (СПГ-сжиженный природный газ), на российский и международный рынки. В рамках первой фазы Штокмановского проекта в 2008 году было подписано соглашение о создании совместного предприятия. Компания специального назначения (Shtokman Development AG – ШДАГ), в которую вошли Газпром – 50 %, Statoil – 24 %, Total – 25 %, гарантирует применение наилучших технологий, безопасность и эффективное корпоративное управление. В 2012 г. Statoil вышла из проекта, передав свою долю Газпрому. ШДАГ отвечает за проектирование, строительство и эксплуатацию объектов первой фазы освоения месторождения. ООО «Газпром добыча шельф» (100-процентное дочернее общество ПАО «Газпром») по поручению «Газпрома» должен был заниматься реализацией второй и третьей фазы проекта. Сроки начала освоения первой фазы Штокмана несколько раз откладывались из-за изменения параметров проекта, необходимых для принятия окончательного инвестиционного решения. Реализацию 2 фазы проекта отложили на долгий срок, из-за сомнений в экономической эффективности проекта. В 2015 г. «Газпром» стал единственным владельцем компании Shtokman Development AG, что следует из сообщения газового холдинга. В сообщении отмечается, что доля «Газпрома» в Shtokman Development увеличилась с 75 % до 100 %. Сделка была проведена 7 июля. По словам главы Total, Штокмановский проект, который французская компания реализует в партнёрстве с «Газпромом», заморожен уже 2 года. В связи с этим Total решила сосредоточиться на «Ямал СПГ». Планировалось, что газ с месторождения будет доставляться танкерами в США, но позднее было решено поставлять газ в Европу по Северному потоку. Однако в настоящее время решается вопрос о возврате к СПГ транспортировке, теперь в Европу [2]. Запланированное строительство СПГ на 2019 год, как и освоение Штокмана, пока не поднимется цена на нефть, скорее всего откладывается на более длительный срок. По данным Министерства энергетики РФ, освоение месторождения ожидается не ранее 2025 года и будет зависеть от конъюнктуры мирового нефтегазового рынка.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

Литература

1. Информационно-политический портал Нефть России. [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://www.oilru.com/news/414434/> (дата обращения 13.04.2017).
2. Техническая библиотека. [Электронный ресурс] — Режим доступа : [http://neftegaz.ru/tech\\_library/view/4069-Shtokmanovskoe-gazokondensatnoe-mestorozhdenie-GKM](http://neftegaz.ru/tech_library/view/4069-Shtokmanovskoe-gazokondensatnoe-mestorozhdenie-GKM) (дата обращения 13.04.2017).

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ  
АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**Ш.А. Гермаханов**

Научный руководитель доцент В.Б.Романюк

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Развитие нового добывающего региона является сферой, развитие которой не может определяться одними лишь законами рынка. Государство, политика которого направлена на достижение цели организации энергетической безопасности страны и процветания граждан, обязано участвовать в управлении нефтегазовой промышленностью, учитывая нереальность широкого распространения на социально-экономические взаимосвязи, возникающие в процессе добычи углеводородных ресурсов, всех принципов рыночной экономики.

Одной из целей государственного регулирования развития геологоразведочных работ полезных ископаемых России, на современном этапе, является: критический анализ рыночных подходов к освоению углеводородных ресурсов. В настоящее время значительная часть экономических подходов, форм и методов освоения ресурсов, характерных для административно-плановой централизованной системы, потеряли свою актуальность в связи с утратой эффективности их применения.

Сегодня России необходимы новые подходы к управлению поиском, разведкой и добычей природных ископаемых с учетом сложившихся экономических преобразований и зарубежного. Анализ лицензионной деятельности позволяет выявить ряд тенденций, существенно влияющих на развитие отрасли в целом:

- невыполнение условий лицензионных отношений, диспропорции пакетов лицензий между операторами проектов,
- резкое снижение активности проведения геологоразведочных работ и т.д.

Такие тенденции явились результатом сложившейся лицензионной политики, допускающей:

- выделение участков недр в пользование на без проведения конкурсов на право владения лицензионным участком для его разработки;
- отсутствие системы мониторинга исполнения условий лицензионных соглашений;
- несовершенство законодательной базы.

Для создания конкурентоспособных условий освоения шельфовых месторождений, со стороны государства необходимо идентифицировать основные риски, возникающие при реализации нефтегазовых проектов, оценить их влияние на экономическую эффективность проектов, а также создать необходимые нормативно-правовые условия, нивелирующие данные риски. Принципиальная схема комплексного интегрированного управления природопользованием изображена на рис.1[3]. Комплексное управление подразумевает воздействие не на



процессы, происходящие в природе, а на организацию человеческой деятельности таким образом, чтобы она находилась в гармонии с природой.

Существующий традиционный подход к выдаче ведомственных разрешений на секторальное природопользование должен смениться процессом, в котором главным становится общее перспективное видение использования целых географических областей и регионов. Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) перспективы развития шельфовой добычи углеводородов в Российской Федерации обусловили необходимость формирования новых методов государственного регулирования нефтегазовым комплексом добывающего региона, нацеленных на эффективное и безопасное освоение шельфовых месторождений, а также на решение социально-экономических проблем, возникающих на различных этапах освоения месторождений;

2) огромные запасы углеводородных ресурсов Арктического шельфа позволяют говорить о существенном для страны рентном потенциале, несмотря на удаленность и суровые климатические условия. При разумной фискальной политике освоение нефтегазовых месторождений на Севере России может стать не только выгодным вложением инвестиций и источником получения рентных доходов для государства, но и основой регионального социально-экономического развития. Основным резервом инвестирования в развитие материально-технической базы отрасли должны стать средства, получаемые государством за пользование морскими углеводородными ресурсами, являющимися государственной собственностью;

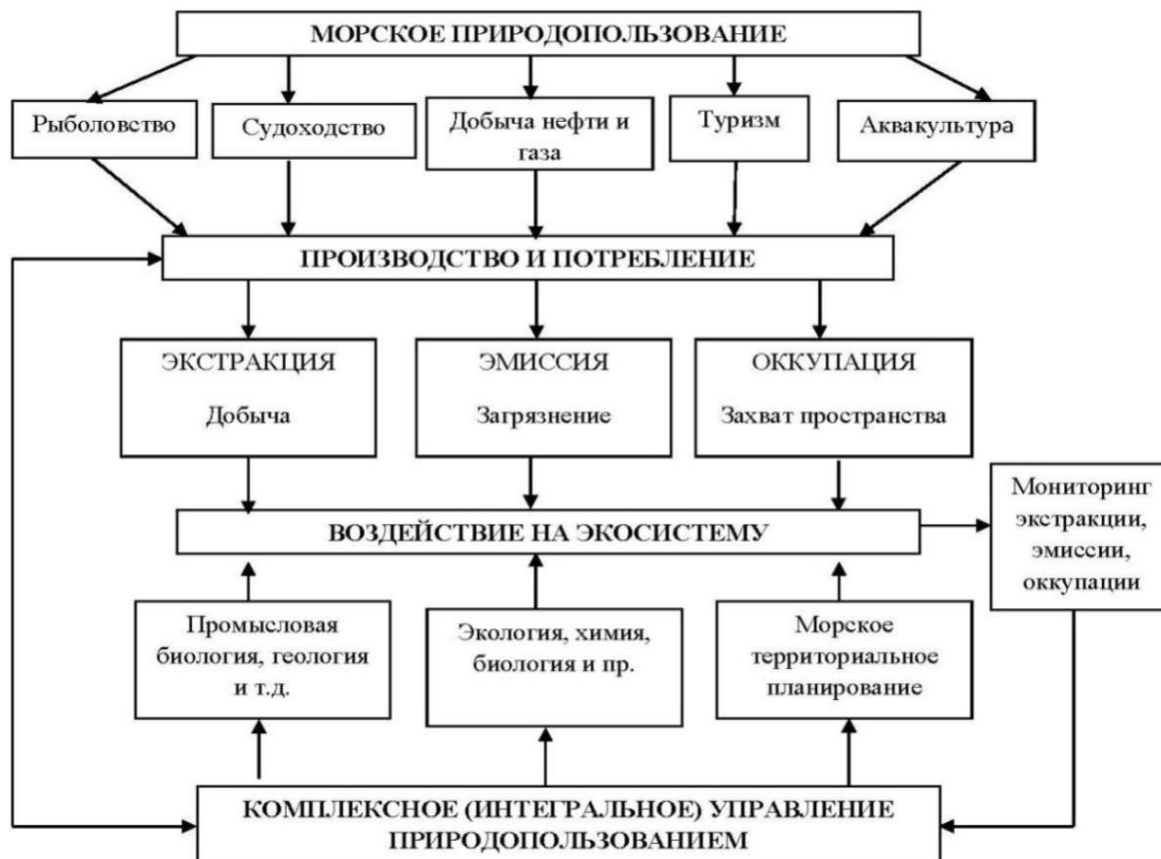


Рис. 1. Принципиальная схема комплексного интегрированного управления природопользованием

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

3) формирование и развитие производственной (сервисной) инфраструктуры в новых добывающих регионах является необходимым условием эффективного и безопасного освоения морских месторождений и выступает важнейшей составляющей государственной экономической политики, направленной на устойчивое развитие нефтегазового комплекса как локомотива экономического развития нового добывающего региона;

4) морское природопользование сегодня являет собой сложную и противоречивую картину. Задача комплексного управления ставится не как вовлечение или освоение новых территорий, примыкающих к прибрежной зоне, а как задача развития управленческих инициатив, направленных на улучшение условий всех видов экономической деятельности, объединенных географически в данном регионе.

Таким образом, комплексное управление подразумевает воздействие не на процессы, происходящие в природе, а на организацию человеческой деятельности, чтобы она находилась в гармонии с природой.

Литература

1. Фадеев А.М. Совершенствование экономических подходов к управлению освоением морских углеводородных месторождений Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2012. 269 с.
2. Тоскунина В.Э. Программно-функциональный подход к освоению нефтегазовых ресурсов новых регионов: автореф. дис. ... д.э.н. СПб., 2007. 3. Bellona.Ru – экологические новости. [Электронный ресурс] — Режим доступа : [www.bellona.ru](http://www.bellona.ru).
3. Матишов Г.Г., Денисов В.В. Экосистемы и биоресурсы европейских морей России на рубеже XX–XXI веков: препр. Мурманск: ООО «МИП-999», 2000. 124 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОГОВОРНЫХ И СОГЛАСОВАННЫХ ТАРИФОВ  
НА ТРАНСПОРТИРОВКУ НЕФТИ МАГИСТРАЛЬНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ**

**И.С. Гривцова, Т.С. Глызина**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Система магистрального транспорта России подвержена постепенным изменениям. Динамичность развития системы магистральных трубопроводов обусловлена как изменением направления экспорта, так и освоением новых месторождений нефти и газа в совокупности с падением уровня добычи в старых нефтегазовых регионах.

Подтверждением данной тенденции является ряд крупных проектов строительства магистральных трубопроводов. К таким проектам можно отнести нефтепроводы, расположенные на северных территориях:

- нефтепровод «Куюмба-Юрубчена- Тайшет» пропускной способностью 15 млн. т/г. Трубопровод будет соединяться с ВСТО. Запуск первой очереди был произведен в ноябре 2016 года. Строительство второй очереди планируется завершить к 2020 году;

- нефтепровод Заполярье – Пурпе – Самоотлор. Запуск был осуществлен в ноябре 2016 года. Пропускная способность трубопровода составит 45 млн. т/г;

Одним из актуальных вопросов при реализации проектов строительства трубопроводов является установление тарифа на транспортировку нефти. Тарифы на услуги по транспортировке нефти представляют совокупность ставок, которые дифференцированы по основным операциям, возникающими в рамках деятельности нефтетранспортной компании. Помимо этого выделяют следующие виды ставок:

- Ставка согласованного (договорного) тарифа;

Применение тарифа обусловлено необходимостью проведения мероприятий по расширению пропускной способности трубопровода либо повышению надежности его работы. Данная ставка является дополнительной и суммируется с базовой ставкой тарифа. Согласованный тариф используют в случае, если расходы на осуществление указанных мероприятий не были заложены в ставку действующего тарифа. Необходимое условие для установления согласованного тарифа – согласие всех грузоотправителей, которые пользуются участком трубопровода, на котором устанавливается данный тариф.

Эффективность применения данной ставки достигается при точном планировании объемов транспортировки нефти за период [1].

Согласованный тариф устанавливается на определенный объем перекачки нефти, его действие оканчивается после того, как грузоотправитель выполнит свои товарные обязательства.

Величина ставки согласованного тарифа представляет собой совокупность ставок, установленных традиционным затратным методом, и ставки, представляющей собой отношение необходимых для реализации мероприятия по расширению суммы средств к объему перекачки.

- долгосрочного тарифа;

Применение долгосрочного тарифа обусловлено дефицитом собственных средств нефтетранспортной компании для финансирования проектов по увеличению пропускной способности трубопровода либо нового строительства. Данный вид тарифа соответствует интересам как нефтетранспортных так и грузополучателям и грузоотправителям. Он дает возможность получения прибыли, а также возмещение кредитов, финансирующих инвестиционный капитал.

Установление долгосрочного тарифа возможно по фиксированной ставке при согласии грузоотправителя и грузоперевозчика на срок не менее трех лет. В части цель установления долгосрочный тариф совпадает с согласованным. При установлении долгосрочного тарифа не должен нарушаться принцип равнодоступности к системе магистрального транспорта. Критерием для заключения долгосрочного договора является текущая и перспективная загрузка тарифного участка трубопровода. Данный тариф не может быть установлен на участке с дефицитом пропускной способности [2].

- сетевого тарифа.

Сетевой тариф устанавливается на перекачку 1 тонну нефти для оптимизации грузопотока отдельных маршрутов нефтепроводов, которые имеют несколько пунктов поставки нефти. В случае установления сетевого тарифа на всем маршруте вне зависимости от его протяженности, действует одна ставка.

Можно выделить следующие предпосылки для применения данного вида тарифа [2]:

- дифференцированный и гибкий подход к текущей тарификации нефтетранспортных предприятий АК «Транснефть»

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

- создание благоприятных условий работы новых нефтетранспортных маршрутов;
- ценовое стимулирование грузоотправителей к максимальному использованию трубопроводного транспорта при поставках нефти на внутренний и внешний рынок.

Данный вид тарифа может применяться в сочетании с рассмотренными выше.

Начиная с 2015 года увеличение тарифов Транснефти составляет менее 90% от инфляции предыдущего года (6,75% вместо ожидаемых 7,5%). Решением ФАС рост тарифов на транспортировку нефти в 2016 году составил 5,76% против ожидаемых компанией 10,71%. В виду этого, Транснефть была вынуждена изменить программу капиталовложений в части капитального ремонта магистральных трубопроводов и перенести часть расходов с периода 2016-2017 гг на 2018-2020 гг. В случае, если в дальнейшем тарифная политика, проводимая ФАС, не изменится, все большую актуальность будет приобретать ставка договорного тарифа.

### Литература

1. Коршунов А.В. О договорных и долгосрочных тарифах // Трубопроводный транспорт нефти.-2005.-№5.-с.32-33.
2. Сериков, В поисках источника финансирования. // Трубопроводный транспорт нефти.-2013.-№4.-с.6-17.
3. Гончарова Н., Серикова И.П.. Об эффекте заморозки. // Трубопроводный транспорт нефти.-2015.-№1.-с.20-26.
4. Энергетическая стратегия России до 2035.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ АРКТИЧЕСКИХ ВОД В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**А. И. Данилов, А. В. Ваганов**

Научный руководитель доцент В. Г. Мельникова

*Национально исследовательский Томский государственный университет,  
г.Томск, Россия*

В XXI веке внимание мирового сообщества приковано к проблемам окружающей среды. Право на благоприятную окружающую среду – одно из основополагающих прав человека, важнейших компонент деятельности по обеспечению устойчивого развития, который закреплен в Декларации по окружающей среде и развитию 1992 г.

Значение Арктического региона в последние годы неуклонно возрастает, связано это с расширением эксплуатации минерально-сырьевых ресурсов. Вместе с этим приходят и экологические проблемы.

Большая часть нефтяных углеводородов в Арктике удаляется вследствие переноса воды со льдом. Таким образом, путь загрязнений пролегает практически через весь арктический бассейн [3]. Результатом этого будет перераспределение поступающих загрязнений.

В условиях Арктики при разливе нефти в море, биохимического разложения не происходит, нефть попросту консервируется – токсичность сохраняется.

Большую опасность разлива нефти в Арктическом регионе составляют климатические условия. Если утечка не будет ликвидирована в короткие сроки – вода попросту покроется льдом, в этом случае удалить ее практически невозможно.

С правой точки зрения арктический бассейн отличается от других морских пространств, в том числе как район экологической безопасности, то есть территория на которой, введен режим защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [1]. Таким образом, приарктические государства могут реализовывать свои полномочия с учетом традиций, которые сложились в процессе освоения данных территорий.

Впервые об охране арктических вод задумались канадские законодатели. В 1970 г. был принят Закон о предотвращении загрязнения арктических вод, прилегающих к континенту и к островам Канадской Арктики[2]. Данным законом были установлены строгие ограничения некоторых видов деятельности, которые могут иметь своим результатом нарушение экологической безопасности в зоне 200 миль от побережья Канады, например, предусматривается категории специальных судов «А» и «В» для перевозки нефтяных продуктов.

За нарушение данного закона была предусмотрена уголовная ответственность в виде крупного штрафа. Например, владелец судна, по чьей вине были сброшены загрязняющие вещества, наказывается штрафом до 100 тыс. долларов.

В отечественном законодательстве еще в советский период был издан Указ Президиума Верховного Совета СССР «Об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера и морских районах, прилегающих к северному побережью СССР». В данном документе предусматривалось усиление охраны природы Северных районов, а также создание заповедников и заказников.

В Российской Федерации были разработаны проекты федеральных законов «Об арктической зоне Российской Федерации», «Об обеспечении экологической безопасности арктической зоны Российской Федерации». Однако работа над этими документами затянулась, и в конечном итоге не были приняты. Но был разработан и принят Национальный план действий «Защита морей арктического региона от антропогенного загрязнения» до 2020 года. В законе о недрах, также нет положений о восстановлении морской среды, которая была загрязнена в результате разработки континентального шельфа.

В настоящее время разрабатываются все новые и новые месторождения в районах Арктики, в хозяйственное ведение вовлекаются огромные территории. Влияние нефти на данный регион будет зависеть от утечек и аварий, связанных с нефтью.

В связи с этим мы предлагаем разработать Федеральный закон “Об охране Арктических морей”. Схожий с законом “Об охране озера Байкал”. В нем нужно обозначить зону Арктических вод, а именно Арктический бассейн, который составляет большую его часть.

Основными принципами данного закона должны являться:

- Совершенствования технологий в отдельных сферах хозяйственной деятельности. Например, замена нефти биотопливом и двигателями на электрической тяге.
- Обязательности экологической экспертизы для всех видов хозяйственной и иной деятельности.

Создать четкую систему страхования экологических рисков, которые позволят успешно развивать шельфовые месторождения. Установить отдельную ответственность за нарушение экологического режима в зоне Арктических вод.

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

Определить виды хозяйственной деятельности, реализация которых в зоне Арктических вод недопустима без осуществления экологического аудита и страхования экологических рисков.

Необходимо установить нормативы предельно допустимых вредных воздействий на уникальную экологическую систему Арктических вод. Например, предельно допустимый объем выбросов и сбросов вредных веществ опасных для экологической системы данного региона, в том числе и нефти. Закрепить методики оценки и порядка возмещения вреда, причиненных уязвимым арктическим экосистемам.

Следует также подчеркнуть, что разработке данного закона необходимо опираться на мировой опыт.

### Литература

1. Барсегов Ю.Г. Мировой океан: право, политика, дипломатия. – М., 1983. – С. 83.
2. Законодательство Канады по вопросам предотвращения загрязнения прилегающих арктических морей: сб. / вввод. ст. А.К. Жудро, В.А. Кисилева; сост. и пер. В.А. Ки-силев (науч. ред. пер.), И.Н. Ефимовский. – М.: Транспорт, 1976. – С. 5–57.
3. Корзун В.А. Конфликтное использование морских и прибрежных зон России в XXI в. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. – С. 152–153.

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ** **З.С. Ерёмко, Т.Б. Бардаханова**

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Т.Б. Бардаханова  
*Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, г.Улан-Удэ, Россия*

Освоение арктических регионов является важным геополитическим и социально-экологическим фактором развития России и требует разработки новых подходов к обоснованию эффективности инвестиционных проектов, реализуемых в сложных природно-климатических и эколого-экономических условиях. При традиционном анализе проектов недооценивается роль физических факторов окружающей среды [1]. Реализация проектов в районах с неблагоприятными природно-климатическими условиями связана с соблюдением специальных технических условий и требований безопасности возводимых объектов в этих условиях, что способствует удорожанию проекта [2]. Этому же способствуют такие экономические факторы, как низкая плотность населения, слабый уровень транспортной связанности территории, недостаточная обеспеченность производственной и социальной инфраструктурой и пр. Особого рассмотрения требуют экологические вопросы сохранения хрупких экосистем Арктики, ликвидации накопленного экологического ущерба в условиях возрастающих интересов к освоению арктических территорий, а также глобальных изменений климата. Нами предложена совокупность критериев для проведения расчета показателей эффективности инвестиционных проектов и оценки их приоритетности [3]. Предложен методологический подход к систематизации инвестиционных проектов, основанный на формировании целостной системы критериев эффективности и расчета интегрального индекса приоритетности (рис.1), апробированный на базе данных инвестиционных проектов Республики Бурятия [5].

Развитием рассмотренного выше подхода является применение методов многокритериального анализа для ранжирования проектов [4, 6]. Метод анализа иерархий является наиболее адекватным методом выявления предпочтений ЛПР. По каждому из критериев эффективности организуется процедура попарных сравнений альтернатив, в которых определяются соответствующие веса. Модель принятия решения строится так, что вначале методом попарных сравнений вычисляются веса критериев. Затем построчно заполняется набор таблиц значениями парных оценок альтернатив по каждому из критериев. Нами выделено шесть моделей многокритериального выбора, разбитых на две тройки, реализованные по аддитивной и мультипликативной схеме сравнительного анализа в порядке усложнения процедур принятия решения в каждой из троек: «простое попарное сравнение → построение взвешенной суммы → метод анализа иерархий». Автоматизация процесса анализа эффективности инвестиционных проектов позволяет упростить расчеты основных показателей каждого проекта. Осуществляется одновременная оценка большого количества разнородных проектов, в отношении большинства из которых не проводилась детальная проработка.



**Рисунок 1. Систематизация инвестиционных проектов на основе расчета индекса приоритетности проектов**

Создание информационной системы позволяет структурировать инвестиционные проекты по различным критериям, произвести качественную

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

оценку потенциала каждого инвестиционного проекта и предложить потенциальным инвесторам наиболее привлекательные проекты.

Литература

- 1 Бабурин В.Б., Горячко М.Д. География инвестиционного комплекса: учебное пособие. – Географический факультет МГУ, 2009. – 216 с.
- 2 Бардаханова Т.Б. Влияние природно-климатических факторов на удорожание проектов в жилищно-коммунальном хозяйстве // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2013. – № 8.
- 3 Бардаханова Т.Б., Горюнова З.С. Концепция разработки информационной системы оценки и отбора инвестиционных проектов // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 37 (316). – С. 51-57.
- 4 Беляев И.П. Основы теории принятия решений. - М.: МГСУ, 2005. – 275 с.
- 5 Ерёмко З.С. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016660572 «Формирование портфеля инвестиционных проектов».
- 6 Ерёмко З.С., Бальжанова Т.М., Бардаханова Т.Б. Использование методов многокритериального анализа для отбора экологически ориентированных инвестиционных проектов // Управление экономическими системами (электронный научный журнал). 2016.– №10 (92).

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**С.Д. Костарев, Г.А. Горбачев, П.В. Шешин**

Научный руководитель профессор Г.Ю. Боярко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

*Аннотация:* Рассмотрены перспективы освоения Арктического шельфа. Проведен анализ возможностей и целесообразность освоения арктического шельфа Россией, США, Канадой, Норвегией, Гренландией. Выделены основные проблемы при освоении шельфа .

*Ключевые слова:* Арктика, шельф, углеводороды, Печорское море.

В последнее время страны, имеющие арктический шельф, начали активно осваивать углеводородные ресурсы на арктических территориях. Хотя о наличии углеводородов на этих территориях было известно уже давно, только в последнее время их добыча стала экономически и технически целесообразна. По своим природным богатствам Арктика является уникальнейшей территорией, однако там практически не велась их добыча.

Более двадцати крупных нефтегазоносных бассейнов находятся в зоне арктического шельфа, принадлежащего РФ, десять из них являются доказанными. В западной части расположена значительная часть ресурсов, составляющая около 94% от общего объема, неразведанные запасы ее восточной части, расположенные вдоль континентального склона и в глубоководном арктическом бассейне, в большинстве относятся к предполагаемым или условным запасам.[1]

Если сравнивать условия и возможности для освоения арктических регионов можно выделить, что система налогообложения в России будет немного выгодней, чем в США и Канаде, т.к. в РФ введены специальные условия для арктических проектов. Наиболее благоприятными условиями обладает Гренландия, т.к. у этой страны наиболее легкий доступ к ресурсам, высокая перспектива открытия новых



месторождений, а также экономические перспективы. Однако, стоит отметить, что уровень затрат на разработку месторождений в Арктике достаточно высокий для всех стран.[2]

Таблица 1

**Оценка привлекательности стран с точки зрения использования возможностей для освоения арктических регионов**

	США	Канада	Гренландия	Норвегия	Россия
Режим налогообложения					
Доступ к ресурсам					
Конкуренция за ресурсы					
Уровень затрат					
Существующая инфраструктура					
Доступ к объектам инфраструктуры					
Доступ к рынкам					
Перспективы открытия новых крупных месторождений					
Перспективы раскрытия экономического потенциала месторождения					

- весьма благоприятные условия   
 - благоприятные условия   
 - не самые благоприятные условия  
 - неблагоприятные условия   
 - весьма неблагоприятные условия

Разные страны публикуют различные оценки углеводородных запасов Арктики, некоторые из них отличаются в несколько раз. Полноценные геологоразведочные работы на всех участках шельфа не проводились, следовательно, достоверность исследований оставляет желать лучшего.

Эксперты из геологической службы США предполагают, что на территории Арктики находится около пятой части неисследованных извлекаемых запасов нефти и природного газа. По их подсчетам примерные запасы нефти составляют 90 млрд барр, природного газа – 47,3 трлн куб. м, а также газового конденсата – 44 млрд баррелей. По оценкам американских экспертов из USGS (американская геологическая служба США) в Арктике находится до 13 % и до 30% неоткрытых мировых запасов нефти и газа. [3]

Лидирующую роль по запасам нефти и газа на арктическом шельфе занимает Российская федерация, на ее территории располагается до 41% запасов нефти и до 70% природного газа на шельфе. В таблице 2 приведены примерные данные по запасам разных стран на шельфе.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

*Таблица 2*

*Запасы нефти газа стран на арктическом шельфе*

	Нефть(%)	Природный газ(%)
1. Россия	41	70
2. США	28	14
3. Дания	18	8
4. Канада	9	4
5. Норвегия	4	4

На сегодняшний день в Арктике обнаружено 60 крупных месторождений углеводородов, 43 из которых принадлежат России, 11 принадлежит США, 6 — Канаде, 1 — Норвегии. Помимо углеводородов в Арктике находится уникальные запасы и прогнозные ресурсы редких металлов и других полезных ископаемых, таких как, платиновые и редкоземельные металлы, железо, титан, медно-никелевые руды, ниобий, полиметаллы, флюорит, фосфор, хром, золото и алмазы, олово, медь, ртуть, серебро и так далее. [1]

Колоссальные перспективы открывает освоение Арктики, но не нужно забывать, что ведение деятельности в этом районе связано с высокими рисками. Компании, занимающиеся разработками, должны доказать, что их деятельность будет безопасна для экологической составляющей данного региона. В данном регионе при добыче нефти и газа требуется повышенные меры безопасности, а также точные экономические оценки. На данный момент цены на нефть недостаточно высоки для обеспечения экономической рентабельности.

В таком случае разумно начинать с крупнейших месторождений нефти, газа и конденсата, промышленные запасы которых гарантируют инвестору не только возврат в кратчайшие сроки значительных затрат на создание и развитие добычной и транспортной инфраструктур, но и получение прибыли. На основе результатов привлекательности нефтегазовых месторождений с учетом некоторых издержек и приемлемой для инвестора внутренней нормы рентабельности (15 %) свидетельствуют, что геолого-геофизические работы всех уровней начиная с регионального на рассмотренных акваториях должны быть нацелены на освоение и разработку крупных месторождений.

Предоставляя льготы, государство поддерживает освоение Арктики: ставка по налогу на добычу полезных ископаемых составляет 0 % и пошлина на экспорт в декабре составляла \$ 107.3 за 1 тонну, а после введения льготы с 1 января 2017 г. снизилась до \$ 11.9 за тонну.[4]

С недавнего времени многие проекты реализуемые на арктическом шельфе столкнулись с проблемой падения цен на нефть. Существуют и другие проблемы, одни из которых разливы нефти в ледовых условиях, а также введение антироссийских санкций, которые повлияли на шельфовые проекты «Роснефти» и Газпром нефти», которые находятся в Печорском море.[4]

Запасы нефти и газа на Арктическом шельфе могут заменить углеводороды добываемые в Сибири, но ученые пришли к выводу, что в данный момент для добычи на шельфе нужны новые технологии, так как устаревшие методы могут нанести экологический ущерб.

По всей видимости, через некоторое время Арктический шельф станет для всего мира одним из главных объектов пополнения нефтегазовых запасов всего мира.

С каждым годом интерес к добычи на арктическом шельфе возрастает, поэтому борьба за нефтегазовые ресурсы в будущем обострится.

Освоение арктического шельфа – возможность экономического роста страны и здесь, помимо вовлечения в процесс добычи нефтегазовых компаний необходимо оптимизировать добычу и снизить все попутные риски. Так же необходимо создать государственную программу которая обеспечит гарантии защиты вложенных средств в геологоразведку арктического шельфа.

Для России арктический шельф это еще одна ступень к энергетическому лидерству в мире. Российская Федерация имеет все для проведения разведывательных работ и добычи нефтегазовых ископаемых в Арктике.

### Литература

1. Шарафутдинова Л. А. Перспективы освоения арктического шельфа Российской Федерации // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. XXXII междунар. студ. науч.-практ. конф.-2015.-№5(32).
2. Демарчук Л. Н. Перспективы освоения нефтегазовых месторождений Арктического шельфа // Молодой ученый. — 2014. — №19. — С. 292-294.
3. Конторович А.Э. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век / А.Э. Конторович // Наука из первых рук. 2015. № 1(61)
4. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года: проект. [Электронный ресурс] — [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://government.ru/news/432/>

### **ПРОБЛЕМА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НГК**

**С.Д. Костарев, Г.А. Горбачев, П.В. Шешин**

Научный руководитель профессор Г.Ю. Боярко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В рыночных условиях инвестиции играют решающую роль и являются одним из важных факторов планирования и развития производственной, коммерческой и инновационной деятельности.

Под инвестициями понимается осуществление накопления фондов предприятий, производственного потенциала, их влияние на текущие и перспективные результаты хозяйственной деятельности непосредственно. Согласно логике, наиболее эффективны инвестиции в новое, современное, модернизированное оборудование, поскольку вклад средств в устаревающие средства производства не даст ожидаемого определенного экономического эффекта. Неразумное использование инвестиций может привести к замораживанию ресурсов и дальнейшему сокращению количества выпуска продукции. Из этого следует, продуктивность использования инвестиций очень важна для экономики, поскольку расширение масштабов вложения средств без преимущества установленного уровня его производительности не приведет к устойчивому экономическому росту.

На данный момент риск капиталовложений в России сокращает значительную часть необходимых инвесторов, а в условиях экономического кризиса предприятия России очень жестко ощущают нехватку ресурсов и поэтому

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

инвестиционные вливания для предприятий нельзя переоценить. Без финансовых средств предприятия разорятся, что приведет к упадку экономики.

Обновление основных фондов как и структурная перестройка отраслей промышленности не происходят без капитальных вложений. Это основа расширенного производства, воспроизводства и обновления основных средств предприятий, сбалансированного развития отраслей национальной экономики. Создание перспективных ресурсов для промышленности, ускорение научно-технического прогресса и улучшение качества продукции, освоение новых товарных рынков – это не весь список вопросов, которые решаются инвестиционным вливанием. При этом происходит увеличение доходности и рыночной стоимости предприятий, регулируются вопросы по безработице. Путем поступления капиталовложений выполняется строительство жилья, прогрессирует социальная сфера, регулируются проблемы охраны природной среды и т.п.

По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [1] инвестиции в основной капитал в России в декабре 2015 года снизилось на 8,7% по сравнению с декабрем 2014 года - до 2 трлн 460,3 млрд руб. Падение показателя ускорилось после снижения на 4,9% в ноябре, на 5,2% в октябре, 5,6% в сентябре, 6,8% в августе. В целом за 2015 год инвестиции уменьшились на 8,4% и составили 14 трлн. 5,4 млрд. руб. В 2014 году инвестиции снизились на 2,5%, в 2013 году - на 0,2%. Снижение инвестиций в декабре оказалось хуже ожиданий - консенсус-прогноз "Интерфакса", подготовленный в конце декабря, предполагал сокращение показателя на 5,4%. То же самое касается показателя по году - консенсус-прогноз предполагал падение на 5,7%, передает Финмаркет. Падение инвестиций в октябре оказалось чуть лучше ожиданий экономистов: консенсус-прогноз аналитиков по динамике инвестиций (опрошенных "Интерфаксом" в начале декабря) предполагал снижение на 5,3%. Промышленное производство в декабре снизилось на 4,5%. За год - на 3,4%. Грузооборот транспорта в прошлом месяце увеличился на 3,6% - до 458,6 млрд. тонно-километров. За прошлый год грузооборот подрос на 0,2% и составил 5 трлн. 089,6 млрд. руб. Количество продукции сельского хозяйства в декабре составил 211,4 млрд. руб., что на 3,6% больше, чем в декабре 2014 года. В 2015 году показатель вырос на 3% - до 5 трлн. 37,2 млрд. руб. [2].

В настоящее время, в 2016 году, наблюдается серьезный системный кризис Российской экономики. В 2014 году, уже спустя год после того, как этот процесс приобрел системный характер, такая позиция вызывала удивление. Впрочем, обстоятельство, которое возникло в России, являлась предсказуемой.

Несоответствие относится исключительно к непрофессиональным, неразумным и, судя по всему, как минимум, возмутительно недобросовестным управлением ресурсами страны и искусственному усложнению внешнеполитической ситуации.

На фоне искусственно возникшей геополитической напряженности в действительности завершились внешние инвестиции, ощущение уменьшения капиталовложений получается через процесс реинвестиций в экономику для реализации нынешних проектов, наряду с этим разрушены отношения с потенциальными партнерами- Польшей и Турцией [3].

Китай не стал инвестиционным партнером. Завершился поток внешнего кредитования российских банков и предприятий, в прошлом году девальвация рубля к доллару составила более 72%. Системный кризис, конфликты и самоистязания привели к увеличению инфляции и, таким образом, уменьшению реальных доходов населения и потребительского спроса.

Общее недоверие и конфликт на всех уровнях взаимосвязей увеличивается как с США, так и с Европой, которая является самым важным экономическим партнером России. Российская экономика вступила в период депрессии, но выход из нее будет лишь через постепенное улучшение внешнеполитической ситуации. Товарооборот с Китаем имеет отчетливую негативную динамику и опустившийся в последний год почти на 30%. Китай действительно стал инвестировать в Российскую экономику, в данный момент, но это немного - около 9 млрд долларов накопленных инвестиций, на 12% больше, чем раньше.

Можно наблюдать лишь очаговое сопротивление кризису в определенных отраслях. Это, прежде всего, в области добывающей промышленности и в изготовлении товаров народного потребления. К примеру, заводы, которыми распоряжаются наши компании, растут на фоне падения рынка. Однако, это не означает, что системный кризис можно преодолеть очаговыми мерами.

В качестве положительного примера может выступить Кемеровская область. О том, что Кузбасс в последние годы неизменно входит в число лидеров Сибирского федерального округа по привлечению инвестиций, с достоверностью говорят сухие цифры статистики. По итогам 2014 года объем инвестиций в основной капитал Кемеровской области достиг 239,7 млрд рублей, или 110% к уровню 2013 года. По этому показателю регион занимает 14-е место в России и третье - в СФО. Доля инвестиций в основной капитал в ВРП по итогам прошлого года составила 33,6%.

Эксперты национального рейтинга состояния инвестиционного климата в субъектах РФ, который федеральное Агентство стратегических инициатив (АСИ) представило минувшим летом, поставили Кемеровскую область в исключительное положение перед другими сибирскими регионами. Кузбасс занял первое место в Сибири и 21 в стране по эффективности инвестиционной политики властей, созданию условий для привлечения инвестиций. Кемеровская область вошла в группу регионов с комфортными условиями ведения бизнеса. Для сравнения: Новосибирская область оказалась на 57 месте, а Иркутская — на 75. Ближе всех к лидеру подошла Томская область (23 место).

Среднее время получения разрешения на строительство в Республике Татарстан составляет 86 дней, в Республике Тыва — 268 дней, то показатель Кемеровской области — 114 дней. Губернатор Кемеровской области поставил задачу войти в десятку регионов с лучшей практикой привлечения и сопровождения инвестиционных проектов. Не вызывает сомнений, что губернатор **Аман Тулеев** сможет упрочить «инвестиционные позиции» региона в стране [4].

### Литература

1. Бирюков Д.В. Эффективность инвестиционных вложений эффективность инвестиций на макроэкономическом и региональном уровнях / Д.В. Бюриков // Креативная экономика. - 2010. - №2. - с. 4 – 10.
2. Нешиной А.С. Инвестиции: учебник / А.С. Нешиной. - М.: Дашков и Ко, 2009. - 372 с.
3. Архипов В.Е. Принципы эффективного инвестирования. М.: Инфра-М, 2001. – 48 с.
4. Кузьмин С. Перспективы России в развитии современных мирохозяйственных тенденций. // Экономист. - 2010. - № 1.
5. Манташян Г.Г. Деловой и инвестиционный климат в России // Горизонты экономики. - 2013. - № 6(11). - С. 47-50.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

**СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ К ОСВОЕНИЮ АРКТИКИ**

**А.В. Назаренко**

Научный руководитель ассистент Б.Капюжный

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В России к северным территориям относится около двух третей территории Российской Федерации. В тоже время в этих районах постоянно проживает 10,7 млн. чел. или 7,4% населения. В настоящее время в российской арктической зоне добывается и производится около 80% российского газа, более 90% никеля и кобальта, 60% меди, 96% платиноидов, 100% барита, производится продукция, составляющая 22% российского экспорта. Согласно прогнозам Минприроды РФ, в российской Арктике (площадь – 6,2 млн. кв. км или 21% всего шельфа Мирового океана) сосредоточены запасы в 15,5 млрд. т нефти и 84,5 трлн. куб. м газа – это примерно 20–25% общемировых запасов углеводородов. В настоящее время выявлено более 20 крупных нефтегазовых месторождений, и в 10 из них перспективность недр уже доказана. Если учесть, что нефтегазовые ресурсы в Западной Сибири истощаются, очевидно, что в стратегической, перспективе добыча сырья в Арктическом регионе должна будет расти [3, 6].

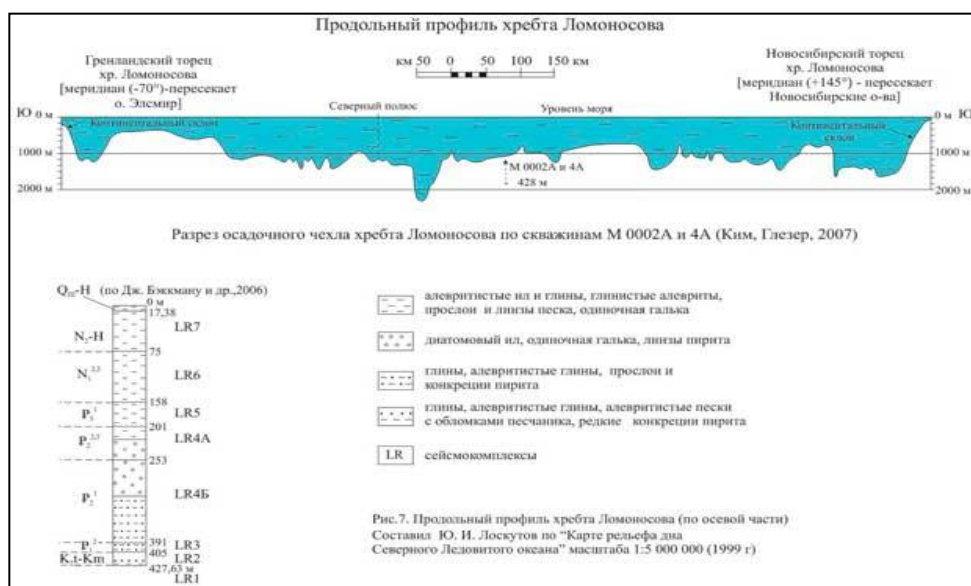
30 ноября 1995 г. Президент РФ подписал Закон о континентальном шельфе Российской Федерации, а в 1997 г. Россия ратифицировала эту Конвенцию. В результате СССР потерял 50 тыс. квадратных километров своих территориальных вод и сосредоточенные в них огромные ресурсы полезных ископаемых (в основном нефть и газ). К сожалению, Россия продолжает сдавать свои позиции в Арктике [7,8].

Сорок лет наши дипломаты бились над более выгодным разделом спорной акватории Арктики, а 15 сентября 2010 г. президент России Д. Медведев и премьер-министр Норвегии Й. Столтенберг, встретившись в Мурманске, договорились, а министры иностранных дел России и Норвегии подписали Договор о разграничении морских пространств и сотрудничестве в Баренцевом море и Северном Ледовитом океане и Приложение к нему. Это невыгодный для России договор, по которому она теряет около 240 тыс. км<sup>2</sup> акватории, в том числе ценнейший участок Баренцева моря в районе Шпицбергена (Сов. Россия, 2011, №31). Как заявил Й. Столтенберг, «наиболее перспективные месторождения (углеводородов. - Л.Ю.) оказались в норвежской части акватории». А министр иностранных дел Норвегии полагает, что приоритет Норвегии простирается в сторону СЛО и вообще - на всю Арктику. Напомним, что Норвегия является членом НАТО. Более подробно сведения об этой проблеме изложены в обстоятельной статье В. Зиланова «Сдадим ли Баренцево море?» в газете «Завтра» (2010, № 50). Ясно одно, что Норвегия от этого договора станет ещё богаче (по любым методикам подсчёта). Договор уже ратифицирован 8 февраля 2011 г. норвежским парламентом («Стортингом»). А 25 марта государственная Дума, в лице фракции «Единая Россия», обладающей большинством, послушно проголосовала за ратификацию Договора, не взирая, на мнение общественности, военных и Союза рыбаков, действуя по принципу кота из басни И. А. Крылова: «А Васька слушает да ест» [7, 8].

Сегодня в мире реализуется несколько стратегий освоения северных и арктических территорий (канадская, американская, норвежская, датско-гренландская, российская), основанных на различных концептуальных подходах и

характеризующихся географическими, социально-экономическими, политическими и культурными особенностями стран [1, 2].

Арктический геосинклинальный подвижный пояс земной коры, обрамляющий впадину Северного Ледовитого океана в настоящее время считается мало изученным объектом Земли. По заключению ученого тектониста Виктора Ефимовича Хаина в домезозойское время существовала так называемая Гиперборейская континентальная платформа, которая в настоящее время является ложем Северного Ледовитого океана. Гиперборейская платформа, как считают учёные, находилась к северу от Новосибирских островов, островов Врангеля, Аляски, Канадского Арктического архипелага и к востоку от подводного хребта Ломоносова. Эта гипотеза в настоящее время имеет много сторонников, так как Арктика в последние десятилетия изучается наиболее достоверными космическими методами съемок.



**Рис.1 Продольный профиль хребта Ломоносова**

Несмотря все предпринятые ранее усилия, невысокая активность разработки означает, что в целом континентальный шельф Арктики остается неразведанным. Хотя данные геологии и геофизики для региона выглядят очень привлекательно, разведке и добыче сырья в Арктике сопутствуют технические и коммерческие сложности. Суровый климат, ледовое покрытие во многих зонах создают сложности, преодолеть которые можно только высокой ценой. Инфраструктура очень локализована, а геологоразведочные предприятия всех государств должны мобилизовать оборудование и службы на больших расстояниях. Безопасность окружающей среды является приоритетной, снижение вероятности воздействия рабочих процессов на экологию потребует крупных вложений. Все эти сложности увеличивают период подготовки и влияют на коммерческое качество таких проектов.

Фотографическую съемку поверхности Земли с высот более 150-200 км принято называть космической. Космическая фотосъемка может быть осуществлена при помощи ПКК, ДОС и автоматических ИСЗ ручными камерами, фотографирующими автоматами и полу автоматами. Масштабы съемки зависят от двух важнейших параметров: высоты съемки и фокусного расстояния объектива. Космические фотоаппараты в зависимости от наклона оптической оси позволяют

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

получать плановые и перспективные снимки земной поверхности. В настоящее время используется фотоаппаратура с высоким разрешением, позволяющее получать КС с перекрытием 60% и более.

Радиолокационная съемка (РЛ) - важнейший вид дистанционных исследований. Используется в условиях, когда непосредственное наблюдение поверхности планет затруднено различными природными условиями: плотной облачностью, туманом, и т.п. Она может проводиться в темное время суток. При РЛ съемки обычно используется радиолокаторы бокового обзора, установленные на самолетах и ИСЗ. С помощью бокового обзора РЛ съемка осуществляется в радиодиапазоне электромагнитного спектра. Сущность съемки заключается в посылке радиосигнала отражающегося по нормали от изучаемого объекта и фиксируемого на приемнике, установленном на борту носителя. Радиосигнал вырабатывается специальным генератором. Время возвращения его в приемник зависит от расстояния до изучаемого объекта.

Инфракрасная (ИК), или тепловая, съемка основана на выявлении тепловых аномалий путем фиксаций теплового изучения объектов земли, обусловленного эндогенным теплом или солнечным излучением. Она широко применяется в геологии. Температурные неоднородности поверхности земли возникают в результате не одинокого нагрева различных ее участков. Солнечная (внешнее) и эндогенное (внутреннее) тепло нагревает геологические объекты по разному в зависимости от литологических свойств пород, тепловой энергии, важности альбедо и многих других причин.

Магнитная съемка из космоса ведётся с 1958 г., данные магнитных измерений автоматически передаются на землю для обработки на ЭВМ. Результаты обработки – кругосветные профили или карты главного магнитного поля земли. Источники магнитных аномалий, фиксируемые ИСЗ, расположены на больших глубинах, возможно, на границе ядро – мантия. Магнитометры установленные на АМС, дают возможность изучать магнитное поле планет солнечной системы. Результаты магнитометрической съемки из космоса представляют большой интерес для сравнительной геологии планет.

Лазерная съемка основана на использовании монохроматического излучения с фиксированной длиной волны. Постоянство длины волны лазера дает возможность уточнить параметры орбит Земли и других планет, фиксировать перемещение отдельных блоков в земной коре. Для геологических целей используется лидарная спектрометрия, входящая в группу активных съемок, использующая импульсный источник излучения – лазер. Лидарная спектрометрия – геохимическая съемка приповерхностных слоев атмосферы проводится для обнаружения в них микроэлементов или их соединений концентрирующихся над современно активными геологическими объектами. Сущность метода заключается в активном зондировании приповерхностных слоев атмосферы и регистрации результатов дистанционного спектрального анализа.

Положительные результаты геолого-геофизических исследований в Арктике дают возможность продолжить детальные и широкомасштабные исследования на всей акватории Российского шельфа.

В некоторых районах Арктического региона развитие добывающей промышленности дало очевидный положительный социальный эффект: была создана и введена в эксплуатацию транспортная инфраструктура (дороги, порты и аэропорты), организованы службы перевозки, розничная торговля и домостроение. Производство товаров в Арктике развито слабо и не



диверсифицировано, поэтому они в основном импортируются. Однако есть и несколько заметных исключений. Например, переработка рыбы осуществляется в Исландии и Гренландии, при этом большая часть конечных продуктов экспортируется. В отдельных регионах российского Севера, в частности на Кольском полуострове, обрабатывают и подготавливают на экспорт минералы. И, наконец, на севере Финляндии, в районе города Оулу, процветает производство электроники, в котором заняты несколько тысяч жителей [3,5].

Экономическая специализация Мурманской области включает добычу и переработку полезных ископаемых (железорудный, апатитовый, вермикулитовый, флогопитовый, лопаритовый, бадделеитовый и нефелиновый концентраты), промышленное производство меди, никеля, кобальта, полуфабрикатов благородных металлов, первичного алюминия, электроэнергии и химической промышленности, ловлю и переработку рыбы [1, 4].

### Литература

1. Алексеев А.Н. Проблемы кадрового потенциала агропромышленного комплекса регионов Крайнего Севера // Экономика. Предпринимательство. Окружающая среда. – 2009.
2. Дохолян С.Б. Основные направления развития корпоративной социальной ответственности бизнеса в России // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2015.
3. Дохолян С.Б. Социально-экологическая ответственность российских и западных компаний // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2015.
4. Козьменко С.Ю., Селин В.С. Геоэкономические процессы в Арктике и развитие морских коммуникаций: монография. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2014.
5. Морковкин Д.Е. Инновационное развитие экономики на основе использования механизмов государственно-частного партнерства // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». – 2015.
6. Морковкин Д.Е. Социально-экономические аспекты устойчивого развития экономики территорий // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2014.
7. Чилингаров А., Боярский В. Зачем нам Арктика? // Приложение к журналу «Сибирская нефть», № 8/2015.

### **ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**А.К. Парфинович<sup>1</sup>, Т.А. Дедкова<sup>1</sup>, Т.С. Глызина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Интерес к освоению арктической зоны России обусловлен данными геологоразведки, которые подтвердили наличие там колоссальных запасов полезных ископаемых. Так в Арктической зоне сконцентрировано большинство открытых в России уникальных и крупных месторождений углеводородов. На сегодняшний день в макрорегионе открыто 594 месторождения нефти, 159 месторождений газа, 2 месторождения никеля и более 350 месторождений золота [1]. Таким образом,

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

высокое значение Арктики требует соответствующего повышенного внимания со стороны государства и установления особого правового режима.

«Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» определяют главные цели, основные задачи, стратегические приоритеты и механизмы реализации государственной политики. Так, основными мерами по реализации государственной политики в области социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации являются государственная поддержка хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в Арктической зоне Российской Федерации, прежде всего в области освоения ресурсов углеводородов, других полезных ископаемых и водных биологических ресурсов, за счет внедрения инновационных технологий, развития транспортной и энергетической инфраструктуры, совершенствования тарифно-таможенного и налогового регулирования, а также стимулирования реализации новых проектов хозяйственного освоения арктических территорий путем их софинансирования за счет бюджетов различных уровней бюджетной системы Российской Федерации и внебюджетных источников [2].

Во исполнение «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» была принята «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», которая в качестве одной из основных целей преследует совершенствование системы государственного управления социально-экономическим развитием Арктической зоны. В свою очередь государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» имеет основной целью повышение уровня социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации. Она направлена на решение следующих задач: повышение геологического изучения территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, Арктики для получения геологической информации; воспроизводство МСБ; рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов.

Добыча минерально-сырьевой базы в Арктической зоне РФ представляет собой сложный процесс, включающий использование специальных высоко затратных технологий для добычи трудно извлекаемых значительных по объему запасов полезных ископаемых, находящихся в сложных горно-геологических условиях.

Таким образом, в целях привлечения инвесторов для поиска, разведки и добычи минерально-сырьевой базы государство должно создавать соответствующие механизмы экономического стимулирования. Экономическое стимулирование – представляет собой систему мер, по использованию материальных средств с целью побудить участников производства трудиться для создания общественного продукта [3].

В соответствии со статьёй 2 ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» в случае подтверждения отсутствия возможности геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых на условиях пользования недрами, не предусматривающих заключения соглашения, участок недр может быть включен в перечень участков недр, право пользования которым может быть предоставлено на условиях раздела продукции, при наличии определяемых Правительством Российской Федерации следующих условий:

– если разработка данного участка недр может обеспечить сохранение рабочих мест для градообразующей организации, а прекращение разработки данного участка недр приведет к негативным социальным последствиям;

– если разработка данного участка недр является необходимой для вовлечения в хозяйственный оборот полезных ископаемых, которые находятся на континентальном шельфе Российской Федерации и в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях и залегают в областях, где отсутствуют населенные пункты, транспортная и иная инфраструктура;

– если разработка данного месторождения требует использования специальных высоко затратных технологий для добычи трудно извлекаемых значительных по объему запасов полезных ископаемых, находящихся в сложных горно-геологических условиях.

Таким образом, к инвесторам в соответствии со статьёй 13 ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» при выполнении соглашения применяется особый порядок исчисления и уплаты налогов и сборов [4]. Так в соответствии со статьёй 346.35 Налогового Кодекса РФ:

– Инвестор освобождается от уплаты региональных и местных налогов и сборов в соответствии по решению соответствующего законодательного (представительного) органа государственной власти или представительного органа местного самоуправления;

– Суммы уплаченных инвестором налога на добавленную стоимость, платежей за пользование природными ресурсами, водного налога, государственной пошлины, таможенных сборов, земельного налога, акциза, а также суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду подлежат возмещению;

– Инвестор не уплачивает налог на имущество организаций в отношении основных средств, нематериальных активов, запасов и затрат, которые находятся на балансе налогоплательщика и используются исключительно для осуществления деятельности, предусмотренной соглашениями [5].

Также в соответствии со статьёй 18 ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» устанавливается, что инвестору гарантируется защита имущественных и иных прав, приобретенных и осуществляемых им в соответствии с соглашением.

На инвестора не распространяется действие нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации и правовых актов органов местного самоуправления, если указанные акты устанавливают ограничения прав инвестора, приобретенных и осуществляемых им в соответствии с соглашением, за исключением предписаний соответствующих органов надзора, которые выдаются в соответствии с законодательством Российской Федерации в целях обеспечения безопасного ведения работ, охраны недр, окружающей среды, здоровья населения, а также в целях обеспечения общественной и государственной безопасности.

Правовой анализ нормативно-правового регулирования недропользования позволяет сделать вывод о том, что существующий правовой механизм экономического стимулирования в рамках соглашения о разделе продукции найдёт своё применение в условиях недропользования в Арктической зоне Российской Федерации.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

Литература

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году // Государственный доклад Минприроды России. М. : НИА-Природа, 2016. – [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=286341> (дата обращения: 01.06.2017).
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу: утверждены Президентом РФ 18.09.2008 № Пр-1969.
3. Большая советская энциклопедия / С. И. Вавилов. – Издание 3-е, 1977. Т. 1. 634 с.
4. О соглашениях о разделе продукции: Федеральный закон от 30.12.1995 № 225-ФЗ (ред. от 05.04.2016) // СЗ РФ. – 1996. – № 1. – Ст. 18.
5. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.04.2017) // СЗ РФ. – 2000. – № 32. – Ст. 3340.

**ПРОБЛЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ  
НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

**Е.А. Провоторова, А.Г. Покровская**

Научный руководитель доцент И.В. Шарф

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Освоение арктических нефтегазовых ресурсов – масштабный и долговременный проект. Начало данного процесса было положено еще в советское время и продолжается в сложных условиях формирования новых политико-экономических реалий и статуса России в мире. Масштабность задачи обуславливает необходимость ее решения в общих рамках стратегического планирования экономического развития.

Существует множество документов, например: «Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года», «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года», «Стратегия освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа» - все эти документы лишний раз подчеркивают не только стратегическую важность развития нефтегазовых ресурсов шельфа для экономики России, но и задают количественные параметры и географию добычи углеводородов. По ходу освоения ресурсов, стратегии во многом корректируются, но главная цель остается неизменной – экстенсивный ввод в эксплуатацию целого ряда крупных месторождений в Печорском, Баренцевом и Карском морях в ближайшие 15-20 лет.

Согласно закону РФ «Об экологической экспертизе», все программы, проекты схем развития, долговременные планы должны сопровождаться получением экологической оценки последствий планируемой деятельности.

Процедура оценки воздействия на окружающую среду проектных решений и стратегическая экологическая оценка составляют в совокупности единую процедуру учета экологических требований при вмешательстве человека в окружающую среду.

Существует несколько характерных черт, отличающих стратегическую экологическую оценку от оценки воздействия на окружающую среду проектных решений с позиции экологической географии моря:

- неопределенность в развитии природных и социально-экономических процессов на протяжении реализации намечаемой деятельности;

- сложность выявления институционального и юридического статуса инициатора коммерческой деятельности (кто должен проводить стратегическую экологическую оценку);
- необходимость учета кумулятивных (интегрированных) воздействий от множества пространственно-распределенных, но однотипных объектов инфраструктуры нефтегазодобычи и/или разнотипных объектов и видов деятельности;
- достаточно большие пространственно-временные масштабы реализации планируемой деятельности;
- международные трансграничные аспекты охраны окружающей среды в долговременном аспекте.

Рассмотрим эти особенности поподробнее.

Во-первых, реализация любой стратегии осуществляется поэтапно. С точки зрения методологии стратегической экологической оценки простейшим вариантом оценки последствий реализации баренцево-карских месторождений выступает бинарная проектная оценка воздействия на окружающую среду, т.е. общая оценка воздействий двух месторождений.

Роль планирования и управления при проведении стратегической оценки возрастает за счет поэтапности реализации любой стратегии. В ходе выполнения проектных оценок воздействия на окружающую среду важнейшую роль играет традиционная информация об окружающей среде, предлагаемые проектные решения и, в меньшей степени, социально-экономические аспекты, которые характерны для морских пространств. При выполнении стратегической оценки возникает совершенно иная ситуация, а именно - необходимость определенных процедур для установления приоритетности различных стратегий природопользования. Выбор тех или иных вариантов действий должен базироваться на ясных и точных социальных нормах, которые должны функционировать как «решающие правила».

Стратегия освоения нефтегазового арктического шельфа должна включать анализ «своих» рисков для окружающей среды обязательно в комплексе с угрозами от других видов деятельности человека в регионе намечаемой деятельности.

Во-вторых, для стратегической оценки часто невозможно установить инициатора намечаемой деятельности. В случае с нефтегазовым освоением арктического шельфа в роли инициатора мог бы выступить ОАО «Газпром», крупные компании (Лукойл, Роснефть и др.), международные консорциумы РОИ федеральные министерства, т.е. те структуры и органы, которые стратегически планирует освоение крупных территорий (в данном случае - шельфа). Однако, в условиях трудного становления новой структуры государственных правительственных органов и прогрессирующего снижения государственного финансирования экологических программ и мероприятий необходимость финансового и организационного обеспечения стратегической оценки для разработчиков стратегий (политик, планов-программ) остается, мягко говоря, недоказанной и неактуальной.

Приоритетной целью разработки арктических запасов является обеспечение энергетической безопасности России. Доказанные запасы углеводородов в России еще велики, а ресурсы – еще больше, но истощение все же неумолимо, и все более актуальной для России становится разработка сложных и отдаленных месторождений, в том числе арктических. К примеру, в соответствии с прогнозом Института энергетических исследований РАН, суммарная доля добычи природного

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

газа на полуострове Ямал, расположенном за Северным полярным кругом, и на малонаселенных территориях Восточной Сибири и Дальнего Востока составляла в 2010 году лишь 5% российской добычи, а к 2035 году она может возрасти до 43%. Подобная динамика будет наблюдаться и в нефтяной отрасли.

Итак, стоит ли искать в Арктике нефть и газ, осваивая технологии разведки и добычи в северных морях или в условиях вечной мерзлоты на суше? Наличие огромных неразведанных ресурсов при ощутимом истощении действующих месторождений диктует положительный ответ на этот вопрос для России, то есть для российского государства и общества. России Арктика нужна особенно, все-таки у мира остаются способы заместить эти поставки. По оценке МЭА, лишь 2% мировых ресурсов нефти и 6% мировых ресурсов газа находятся в Арктике. Это много, но Арктику пока сложно назвать критическим фактором для мировой энергетической безопасности.

### Литература

1. Денисов В.В. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. - 502 с.
2. Кудрин А. Russia Beyond the Headlines. [Электронный ресурс]//Аналитический центр при правительстве РФ. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://ac.gov.ru/expert-in-media/02312.html> (дата обращения: 28.09.2016).

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТРУДОЗАТРАТ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН**

**С.С. Тугутова, Н.А. Родионова**

Научный руководитель старший преподаватель О.П. Кочеткова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

Управление затратами – это средство высокого экономического результата предприятия. Отметим, что управление затратами это не только их снижение. Оно включает также элементы управления.

Предметом управления затратами являются затраты предприятия во всем их многообразии. Особенности затрат как предмета управления: динамизм. Они находятся в постоянном движении, изменении; их рассмотрение в статике весьма условно и не отражает реальной жизни; многообразие, которое обуславливает многообразие способов, приемов и методов управления затратами; трудность измерения, учета и оценки – абсолютно точных методов измерения и учета затрат не существует; сложность и противоречивость влияния на экономический результат. Основные задачи управления затратами предпринимательской деятельности: выявление роли управления затратами как фактора повышения экономических результатов деятельности; определение основных методов управления затратами; определение экономических и технических способов и средств измерения, учета и контроля затрат на предприятии. В предприятия всегда имеются резервы для снижения затрат. Предприятие как объект управления – это сложная, динамичная, производственная, социально-экономическая, техническая и организационная система, открытая воздействию внешней среды. В производственном процессе организации объединяются различные вещественные элементы и людские ресурсы,

между которыми существует множество связей. Предприятие является многоэлементным образованием и делится, в зависимости от применяемого основания (признака) деления, на различные множества элементов (подсистемы).

В зависимости от объектов управления можно выделить подсистемы управления: производственными процессами, материально-техническими ресурсами, персоналом и др. К таким подсистемам можно отнести управление затратами организации, которое включает объект и субъект управления.

Объектом управления затратами являются собственно затраты организации, процесс их формирования и снижения. Субъектом управления затратами выступают руководители и специалисты организации и производственных подразделений, т. е. управляющая система. Таким образом, система управления затратами это целевая, многоуровневая система, где объект управления - затраты организации, а субъект управления затратами - управляющая система. Цели системы управления затратами рассматриваются в системе целей организации, которые могут различаться: по содержанию: производственные, социальные, экономические, научно-технические; по времени реализации: долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные; по виду управления: стратегические, тактические, оперативные; по значению: цели функционирования, развития организации и т.п. (могут быть выражены через одну глобальную цель, ибо предприятие является многоцелевой системой).

Была поставлена задача провести расчет норм времени на выполнение дополнительных работ, запланированных на 2016 год, с целью экспертного сопровождения геолого-геофизической базы данных (БД) и оперативной интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС) по вновь пробуренным скважинам. Дополнительные работы включают в себя: формирование базы геолого-геофизической информации и независимую обработку и интерпретацию данных ГИС.

В свою очередь формирование базы геолого-геофизической информации включает: подготовку получаемой геолого-геофизической информации для загрузки в корпоративную базу данных; контроль качества и достоверности загружаемой информации геолого-геофизической информации. Для выполнения поставленной задачи, необходимо выполнение следующих работ: ведение информационных баз данных, включающих каротажные данные в Las-формате, керновые данные, данные инклинометрии; экспертная оценка качества данных ГИС и их целостность; выделение актуальной геофизической информации; проверка петрофизических моделей; приведение к единому виду мнемоник, размерностей. Оценка трудозатрат для данного вида работ, имеет весьма условный характер, так как затраты времени на экспертную оценку качества данных ГИС зависят от множества факторов, таких как: тип скважины; тип коллектора; количество и мощность продуктивных интервалов; качество и год записи данных ГИС; разновидность методов в комплексе ГИС; отсутствие единого регламента предоставления данных ГИС и др. Для корректной работы базы данных необходимо разделять входящую информацию по соответствующим типам. Исходные данные – геофизическая информация, полученная с месторождения (файлы формата las). Исходные данные в свою очередь могут быть цифровыми, оцифрованными (причем иметь несколько копий, выполненных разными исполнителями в разное время), и записанными аналоговым способом на бумаге. Расчетные данные – геофизическая информация, полученная в результате обработки и интерпретации каротажных диаграмм (файлы формата las, таблицы). Попластовые данные – геофизическая информация, полученная в

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

результате обработки и интерпретации каротажных диаграмм, с постоянными значениями против пластов (таблицы).

За исходную модель расчета трудозатрат было принято известное месторождение, имеющее хорошо изученный геологический разрез, типичный для терригенных отложений Томской области. По состоянию на 2016г. на месторождении пробурено 50 скважин, из них: 8 – поисковые и разведочные; 38 – эксплуатационные; 4 – водозаборные. Формула расчета затрат времени на подготовку к загрузке в БД материалов ГИС по одной скважине будет иметь вид:

$$T = (T_a + T_o + T_{пм}) \cdot k_{осл}, \text{ где}$$

$T_a$  – время необходимое для анализа входных данных и выделения актуальной информации;

$T_o$  – время необходимое для обработки информации (приведения к общему оформлению, размерности, мнемонике);

$T_{пм}$  – время на проверку петрофизических моделей.

$k_{осл}$  – коэффициент осложнения, определяющий сложность загрузки геофизической информации в базу данных, зависящий от сложности геологического разреза, длины интервала исследования, полноты и качества исходного материала. ( $k_{осл}=1$  для эксплуатационной скважины, вскрывшей однопластовую залежь в терригенном разрезе, со стандартным набором каротажных кривых, не требующих исправлений/редактирования  $k_{осл}=2$  для поисково-разведочной скважины, вскрывшей сложную многопластовую залежь в карбонатном разрезе, с неполной или некачественной записью каротажных диаграмм).

Таким образом, по выведенным формулам был произведен расчет трудозатрат для подготовки геофизических данных по 38 эксплуатационным, 8 поисково-разведочным и 4 водозаборным скважинам исходного месторождения к загрузке в БД. По предварительным подсчетам для выполнения данной работы потребуется 331 человека-часов. (Таблица 1).

**Таблица 1**

**Результаты расчета трудозатрат для исходного месторождения**

	Тк, мин	То, мин	Тпм, мин	косл	Т, мин	Т, час	пскв	Т, час
эксплуатационные	222	60	60	1.1	376.2	6.27	38	238.3
поисково-разведочные	345	105	60	1.3	663	11.05	8	88.4
водозаборные	50	15	0	1	65	1.08	4	4.3
<b>ИТОГО</b>								<b>331.0</b>

Исходя из выше приведенной информации для успешной реализации проекта только в разрезе одного исходного месторождения по экспертному сопровождению геолого-геофизической базы данных, необходимо дополнительное привлечение одного сотрудника на 41,5 рабочих дня.



## АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ

На данный момент (по состоянию на 2016г.) в базе данных размещены материалы ГИС по 1104 скважинам различных месторождений и регионов требующих экспертной обработки.

Используя полученную расчетную модель исходного месторождения, был произведен предварительный расчет трудозатрат по всем загруженным в БД скважинам (таблица 2).

**Таблица 2**

**Результаты расчета трудозатрат для всех скважин, требующих загрузки в БД**

Регион	Тк, ч	То, ч	Тпм, ч	косл	Т, час	пскв	Тплан, час	Человеко-лет
Томский регион	4	1.3	1	1.1	6.93	168	1164.24	
Волго-Уральский регион	4	1.3	1	1.8	11.34	120	1360.8	
Тимано-Печорский регион	4	1.3	1	1.8	11.34	208	2358.72	
Республика Татарстан	4	1.3	1	1.5	9.45	487	4602.15	
Казахстан	4	1.3	1	1	6.3	108	680.4	
Саратовская область	4	1.3	1	2	12.6	13	163.8	
<b>итого</b>							<b>10330.11</b>	<b>5.23</b>

Таким образом, на обработку 1104 скважин потребуется 10330 человеко-часов (5.23 человека-года).

Оперативная интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС) по вновь пробуренным скважинам включает в себя: оценку качества ГИС; нахождение расчетных параметров, увязку, фильтрацию и нормировку кривых; обработку данных ГИС вновь пробуренных скважин по актуальным петрофизическим зависимостям, с разбивкой вскрытых отложений в соответствии с принятой на данный момент стратиграфической схемой (с привлечением специалистов геологического отдела); выделение литотипов; определение компонентного состава; определение характера насыщения, коэффициентов пористости и проницаемости по различным методикам; выдачу результатов интерпретации в виде попластовых значений; оформление таблиц, планшетов, пояснительной записки.

Затраты времени на обработку одной скважины по целевым объектам будут рассчитываться по формуле:

$$T = (T_k + T_o + T_l + T_{фес} + T_{отч}) \cdot k_{осл}, \text{ где}$$

$T_k$  – время на оценку качества данных ГИС;

$T_o$  – время на обработку данных ГИС по вновь пробуренным скважинам;

$T_l$  – время на выделение литотипов и определение компонентного состава;

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

$T_{фес}$  – время на определение ФЕС различными методами;  
 $T_{отч}$  – время на составление и оформление отчета;  
 $k_{осл}$  – коэффициент осложнения, определяющий сложность выполнения интерпретации в данной скважине и зависящий от типа разреза, интервала исследования, полноты исходного материала.

**Таблица 3**

**Результаты расчета трудозатрат для всех планируемых скважин, требующих оперативной интерпретации ГИС**

Тк, мин	То, мин	Тл, мин	Тфес, мин	Тотч, мин	косл	Т, мин	Т, час	пскв	Тплан, час	Человеко-лет
120	525	180	105	540	1.1	1419	23.65	39	922.35	
180	525	180	105	540	1.3	1755	29.25	19	555.75	
156	525	180	105	540	1.8	2386.8	39.78	17	676.26	
120	525	180	105	540	1.4	1806	30.1	1	30.1	
180	525	180	105	540	1.6	2160	36	4	144	
180	525	180	105	540	1.6	2160	36	2	72	
									<b>2400.46</b>	<b>1.29</b>

По предварительным подсчетам для выполнения запланированных работ по независимой обработке и интерпретации данных ГИС потребуется 2400 человеко-часа. (Таблица 3) В соответствии с производственным календарем на 2016 год количество рабочих часов на период с 01.02.2016 по 31.12.2016 – составляет 1855 часов. Следовательно, трудозатраты на выполнение данных работ оцениваются как 1.29 человека-года.

Таким образом, при формировании бюджета на год с учетом приема дополнительно 2-х специалистов для выполнения дополнительно планируемых задач необходимо определить стоимость договоров под них, которая рассчитывается по формуле:

$$\text{Цена договора} = \Phi ЗП \cdot K_{тр} \cdot K_{нр}, \text{ где}$$

$\Phi ЗП$  – годовой фонд заработной платы работника определенной квалификации;

$K_{тр}$  – расчетный коэффициент трудозатрат на данный вид/объем работ;

$K_{нр}$  – коэффициент накладных расходов, включающий административные затраты, командировочные расходы, расходы ИТ и прочие.

Результаты расчета  $\Phi ЗП$  приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Результат расчета фонда заработной платы специалистов**

Должность (специальность, профессия), разряд, класс (категория) квалификации	кол-во шт. ед.	Тарифн ая ставка (оклад) и пр., руб.	Надбавки, руб.	Всего в месяц, руб.	Всего в год,руб.
			Районный коэфф-т 30%, руб.		
Ведущий геофизик	1	61 892	18 568	80 460	965 515
Геофизик	1	50 000	15 000	65 000	780 000
<b>Итого</b>	<b>2</b>	<b>111 892</b>	<b>33 568</b>	<b>145 460</b>	<b>1 745 515</b>

Таким образом, стоимости договоров по данным работам составили:

1. Независимая обработка и интерпретация данных ГИС (ведущий геофизик):  
 $965,515 \text{ тыс.руб.} \cdot 1,29 \cdot 2,3 = 2864,68 \text{ тыс.руб.}$
2. Формирование базы ГИС (геофизик):  
 $780 \text{ тыс.руб.} \cdot 5,23 \cdot 2,3 = 9382,6 \text{ тыс.руб.}$

Литература

1. Бухалков М., Организация и нормирование труда- 2013 ISBN 978-5-16-006001-9.-384 с.
2. ПОСН 81-2-49, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ОТРАСЛЕВЫЕ СМЕТНЫЕ НОРМЫ на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ (издание второе, исправленное) Москва 2000
3. Назарова З.М., Е.Л.Гольдман, В.И.Комашенко и др. УПРАВЛЕНИЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ– М.: Высш. шк., 2004. – 508 с.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕСЕРВИСНОГО РЫНКА  
В РОССИИ И В МИРЕ**

**В.В. Чернов**

Научный руководитель доцент О.В. Пожарницкая  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия**

Нефтесервисный рынок – это один из наиболее быстро развивающихся мировых отраслей экономики. Имеющиеся данные, публикуемые как результаты деятельности крупных нефтяных корпораций, давно показали отметку совокупной выручки, превышающей 100 млрд. долларов. А развитие этой отрасли продолжает набирать обороты, происходит ежегодное увеличение инвестиций, вкладываемых в развитие данного сегмента рынка. Особое значение имеют инвестиции в разведку и добычу. На буровые работы приходится 70% от общих инвестиций в нефтегазодобыче.

## СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ

Нефтесервисные работы – это тот вид работ, который помогает в решении основных задач – эффективная добыча ресурса, с имеющихся скважин и повышение объема добычи различными путями. Таким образом, к нефтесервисным работам можно отнести разведку, бурение, геофизические работы, исследование пробуренных скважин, ремонт текущих, капитальный ремонт, нахождение путей интенсивной добычи, предоставление специализированного транспорта, а также обслуживание и ремонт оборудования для нефтяного промысла [1].

Для нефтесервисных услуг характерно то, что большая часть компаний, предоставляющие их – это компании крупных корпораций. Они зачастую создаются как самостоятельные, при этом деньги на их создание выделяются именно корпорацией, и выполняют они заказы этой организации, имея возможность заключать договора с другими заказчиками.

Как говорят исследователи, крупные корпорации заинтересованы в поглощении мелких нефтесервисных компаний, что ознаменует начало консолидации рынка. Хотя результаты 2015 г. не подтвердили эту гипотезу, на конец года так и не было заключено ни одной заметной сделки по слиянию или поглощению как на российском, так и на мировом нефтесервисном рынках, чего не произошло и в 2016 г. на мировом рынке [2].

Наблюдающаяся глобализация мировой экономики сделала актуальным и самым востребованным сегментом нефтесервисного обслуживания такое направление, как офшорное бурение. На него нацелены многие страны: Бразилия, Норвегия, Мексика и др.

Так как офшорное бурение считается по праву более тяжелым занятием, при этом приносящим и больший доход, то для нефтесервисных компаний это становится перспективным направлением.

Особый интерес офшорный вид бурения вызывает у европейских стран, имеющих доступ к шельфовой зоне Северного моря, Баренцева и др. Так же активно участвуют в этом страны БРИКС, которые в новом тысячелетии являются постоянным объектом заинтересованных взглядов, их уровень развития быстро стремится к наивысшей отметке, а из развивающихся они становятся развитыми.

Имеется и негативный элемент в функционировании этого сегмента. Выдавшиеся тяжелые годы, способствовали сокращению мировой добычи нефти, следствием чего явилось и уменьшение прибыли нефтесервисных компаний. Поэтому в 2014 - 2015 гг. сократилась как выручка, так и численность персонала мировых лидеров нефтесервисных услуг. Показатели по этим категориям были оценены компанией Deloitte (рис. 1) [2].

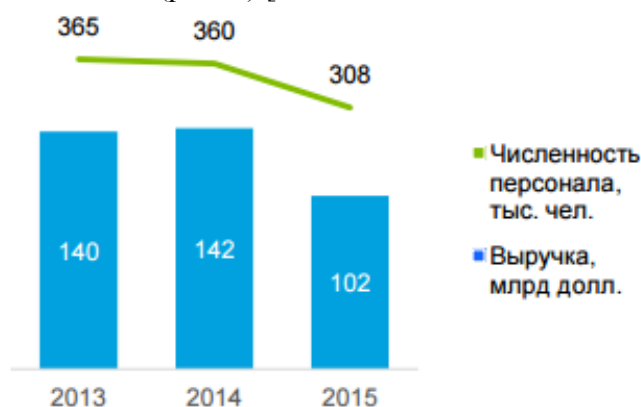


Рис. 1 Выручка и численность пяти мировых лидеров нефтесервисного рынка

Следствием таких результатов стало появление двух противоположных мнений на счет развития нефтесервисного рынка. Одни исследователи говорят, что ухудшение ситуации продолжится и дальше, другие считают, что пик кризиса миновал и прогнозируют увеличение выручки уже к концу этого года. Занять конкретную позицию по данному вопросу сложно, т.к. мировая экономика представляет собой быстро меняющуюся структуру. Так или иначе выборы 2016 года в США положили начало улучшению отношений между многими странами – лидерами по добыче нефти, поэтому не исключена возможность создания новых союзов, о которых не могли помыслить еще в начале 2016 года.

Но не зависимо от общих мировых тенденций, Россия имеет собственный путь развития. Это она показывает и в области нефтедобычи. Нефть для России традиционно является актуальной темой для обсуждений. В более широком кругу общественности рассматривают динамику цен на нее, объемы добычи, а специалисты затрагивают и вопрос развития нефтесервисных компаний, как основу функционирования всей отрасли.

На Россию, в первую очередь, повлияли санкции, оказав свое давление на все сферы жизни. После их введения каждый специалист стал рассматривать свою область с точки зрения «импортозамещения». Нефтесервис не был исключением. Крупные компании сразу опубликовали на своих сайтах задачу увеличения российского оборудования, снижение зависимости от импортной техники. А российские лидеры добычи решили возвращать нефтесервисные компании под свое влияние, исходя из того, что лучше «свое» держать «при себе». Если в период с 2007 по 2012 г. доля внутренних подразделений нефтяных компаний на рынке бурения сократилась с 59 до 40%, то с 2014 г. наблюдается возвращение процента этой доли.

Одним из наиболее обсуждаемых мероприятий явилось предложение Минпромторга о создании Национальной инжиниринговой нефтесервисной компании, объединяющей машиностроительные предприятия и научные центры [3].

В интервью на пресс-конференции Тетёкин В. Н. – член Комитета Госдумы по обороне в 2015 г. сказал: «Мы должны добиваться снижения доли иностранных компаний на нашем рынке до 3-5 процентов. Для осуществления данной задачи требуется только политическая воля. Нужно поставить вопрос таким образом, чтобы российские компании делали заказы на сервисные работы, и на оборудование, прежде всего, у местных компаний. Одновременно мы поднимем наше машиностроение, которое простаивает по причине отсутствия заказов. Я знаю, что нефтяники и газовики давно бьют тревогу по этому поводу, и убеждён, что на политическом уровне должна быть оказана максимальная поддержка в данном направлении» [4].

Невольно возникает вопрос, как это сделать путем выражения «политической воли», сократив 65% импортного оборудования на российском рынке до 3-5%. Для того, чтобы достичь такого же уровня технологичности, точности работы и объема поставок требуются не только большие инвестиции, но и долгое время.

Не беря во внимание чудотворное действие «политической воли», можно сделать вывод, что для решения данной проблемы было бы эффективным изменить организационные формы реализации нефтесервиса – создавать альянсы, партнерство и инсорсинг. Но российские компании поступили в точности наоборот, вернув уже «свободные» нефтесервисные компании под свою «опеку».

Из невозможности применения данного решения, специалисты крупных компаний устремили свои взгляды на оборудование китайского производства.

## СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ

Большинство компаний России еще в конце 2014 – начале 2015 гг. провело анализ возможных альтернативных поставщиков технологий и оборудования из Китая и Юго-Восточной Азии. Особое внимание привлекли разработки по направлениям, которые позволяют минимизировать возможные потери из-за снижения добычи на стареющих месторождениях. Так как именно эта проблема является не менее актуальной в нашей стране.

Но из-за сложившейся ситуации тенденции развития компаний стало тяжело предугадать, и по результатам 2016 г. деятельность компаний оказалась не одинаковой. Крупные компании по-разному отреагировали на события. Большинство лидеров рынка не планировали резкого сокращения капитальных вложений, что подтверждалось отсутствием в даваемых интервью негативных ожиданий.

Аудиторская компания Deloitte представила результаты по капиталовложениям нефтяных компаний за 2016 г. И уточнила, что большая их часть пошла на разведку и добычу (рис. 2) [2]



Рис. 2. Капитальные вложения компаний

Имеющиеся трудности, подтолкнули сократить объем доли на рынке единственную крупную нефтесервисную компанию России - EDC, с 28% до 21%.

Но можно отметить рост средних и малых нефтесервисных компаний, которые активно вступили в борьбу по задаче «импортозамещения».

Если говорить о первых месяцах 2017 г., то тенденции к сокращению объемов производства у нефтесервисных компаний не наблюдается. А так же, как было уже сказано выше, изменения 2016 г. – выборы и улучшение взаимоотношений со многими странами, позволяет говорить о возможности повышения уровня спроса на нефтесервисные услуги, но видимо, с применением импортного оборудования. Ведь за 3 кризисных года с 2014 г. по 2016 г. «политическая воля» не смогла увеличить отечественное производство и сократить уровень импортного оборудования на рынке нефтесервисных услуг России.

### Литература

1. Книга нефти: термин «нефтесервисные работы» / Электронная публикация. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://kniganefiti.ru> (Дата обращения: 02.03.2017)

2. Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка России – 2016 / Электронная публикация аудиторской компании Deloitte. [Электронный ресурс] — Режим доступа : [www.deloitte.ru](http://www.deloitte.ru) (Дата обращения: 02.03.2017)
3. Якунина, О.Г. Нефтесервис: особенности реализации на современном этапе // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна: Материалы Девятой Международной научно-практической конференции, Тюмень, 10-11 дек. 2014 г./ ТюмГНГУ; отв.ред О.А.Новосёлов – Тюмень, 2014. - С. 106 – 111.
4. Нефтесервисный рынок России душат западные компании / По материалам интернет-газеты ЮграИнформ, публикация политической партии «Коммунистическая партия российской федерации». - [Электронный ресурс] — Режим доступа : [kprf.ru](http://kprf.ru) (Дата обращения: 02.03.2017).

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**А.В. Шарапов**

Научный руководитель доцент А.А. Вазим

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Арктика многие годы была важной частью российской экономики. С давних времён регион был известен как источник пушнины, меди и других ценных ресурсов. Позже известен - как один из главных центров добычи полезных ископаемых. Однако, несмотря на долгие годы владения, Арктика по-прежнему является для России плохо изученной и весьма таинственной стороной. На сегодняшний день, зона Арктики исследована лишь на 30-35% в сухопутной части и на лишь 10% в морской [5]. Однако и этого достаточно для понимания гигантского промышленного потенциала региона: ориентировочные запасы нефти и газа только на арктическом шельфе составляют 400-650 миллиардов тонн, а гипотетические запасы оцениваются в 800-900 миллиардов [6].

Именно интерес к залежам нефти в этом регионе дал стимул серьёзному освоению Арктики в рамках Генеральной перспективы развития СССР в 60-70-х годах. По удивительному стечению обстоятельств, тактика освоения Севера в то время мало отличалась от той, что мы наблюдаем сегодня: точечное освоение исключительно интересных регионов, вахтовый метод поселений, минимальная инфраструктура, импортная техника [9]. Отсутствие комплексного освоения привело к отрицательному результату – эффективность разработки оказалась довольно низкой, последствия чего мы наблюдали в течении 90-х годов, когда несмотря на большие перспективы, Север находился в полузаброшенном состоянии, за исключением отдельно взятых мест. Сегодня тактика освоения идентична, за исключением некоторых отдельных регионов, вроде Ванкорского месторождения, где применяется методология комплексного освоения территории, с созданием постоянной инфраструктуры высокого уровня [10].

Впрочем, отсутствие комплексного подхода отнюдь не основная проблема в вопросе освоения Северных областей нашей страны, а лишь одна из множества сложнейших задач, решить которые в сегодняшних условиях будет чрезвычайно сложно. Все эти проблемы можно объединить в несколько подгрупп: природные, экологические, технические, политические, транспортные и экономические. Естественно, что они в значительной степени переплетаются друг с другом, и в

## **СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ**

---

данной статье мы кратко рассмотрим сущность каждой из них и возможные пути разрешения некоторых аспектов этих задач.

Наиболее сложной из них стоит, пожалуй, назвать чрезвычайно высокую стоимость проектов в арктическом регионе. По приблизительной оценке, стоимость добытой в Арктике нефти будет составлять 100-150\$ за баррель [5]. По меткому замечанию Н.Н. Федулова, покорение Арктики по сложности сравнимо с завоеванием космоса [16]. Чрезвычайно суровые условия требуют применения специальной техники, материалов и методологии разведки, бурения и добычи. Последние исследования в Карском море, проведённые Роснефтью, показали, что ледовая и штормовая угрозы были крайне недооценены, что ещё выше поднимает перспективную стоимость проектов [2].

В таких условиях особо стоит вопрос технического оснащения. Даже в советское время, при наличии сильного машиностроения, большая часть техники для арктических работ импортировалась. Сегодня ситуация мало изменилась. Исключением является геодезический флот – его удалось сохранить с советских времён в полном объёме, и на данный момент он слабо занят в стране, выполняя контракты за рубежом. Это позволяет считать его мощным потенциальным резервом, на случай возобновления массового освоения Арктики. К сожалению, обратная судьба постигла буровые флотилии – они полностью утеряны в 90-е годы, в период разрушения СССР, и в данный момент подобные задачи решают зафрахтованные суда из Китая и Южной Кореи [2]. В тоже время, резкое изменение геополитической ситуации заставило полностью приостановить работы на арктическом шельфе и значительно сократить их объём в сухопутной зоне Арктики. Санкции, введённые против российских компаний в 2015 году, распространились на нефтегазовое оборудование. Учитывая тот факт, что большая часть техники для арктических работ импортируется (в случае с шельфовым оборудованием на 100%), дальнейшая работа по их разработке в ближайшее время не представляется возможной. Технологическая отсталость в этом направлении крайне велика – экстренное импортозамещение здесь невозможно [3.С.8].

Схожая ситуация сложилась и на финансовом рынке. В ходе санкционной войны российские нефтедобывающие компании оказались отрезаны от зарубежных финансовых рынков, не имеют возможности получить долгосрочные займы за рубежом, в то время как в России этот рынок развит слабо. Единственной возможностью остаётся помощь государства в освоении Арктики, однако высокая социальная нагрузка не позволяет инвестировать в инфраструктурные проекты средства Резервного фонда. Н.Н. Федулов в качестве решения предлагает воспользоваться опытом Норвегии и Китая – допустить к разработкам иностранные компании, при условии локализации в стране центров обеспечивающего производства. Таким образом Норвегия, в частности, смогла создать своё машиностроение фактически с нуля [16]. Однако, данный подход несёт в себя некоторые геополитические риски, в виде экономической зависимости от прихотей иностранных инвесторам, даже если они принадлежат к союзным государствам.

Политические проблемы, которые мы уже вкратце затронули, представляют собой целый комплекс разносторонних сложных задач, требующих рассмотрения и постепенного решения.



*Политические проблемы освоения Арктики*

<p><b>Международно-правовые проблемы</b></p>	<p>Претензии ряда стран на различные части Арктики. В последнее время такого рода претензии выдвигаются даже от азиатских стран, не имеющих географической близости к региону. Для России принципиальным является вопрос о принадлежности хребта Ломоносова к континентальному шельфу. В 2001 году Комиссия ООН посчитала недостаточными приведённые доказательства [8], в связи с чем, России приходится довольствоваться границами, определёнными Женевской конвенции 1958 года: экономической зоной в 200 миль (370 километров от берега) и глубиной в 200 метров.</p>
<p><b>Экологические проблемы</b></p>	<p>Современная биологическая наука отводит Арктике весьма значительную роль в экосистеме Земли. В связи с чем значительные просчёты СССР в этой сфере во время освоения Севера (ядерные испытания, неконтролируемое загрязнение, 3 утерянные атомные подводные лодки) стали средством манипуляции для оппонентов в борьбе за Арктику [8]. Так, единственная российская нефтедобывающая платформа «Приразломная» была несколько раз атакована представителями движения «Гринпис», а любые мероприятия в этом регионе серьёзно отслеживаются Арктическим советом, на ближайшие 2 года возглавляемым США. Они, в свою очередь, именно экологическое регулирование поставили своей главной задачей на ближайшие 2 года [7].</p>
<p><b>Военно-стратегические проблемы</b></p>	<p>Арктика в силу географического положения имеет достаточно большой военно-политический вес. Однако, в силу тех же природных причин маловероятен факт, что она может стать активным театром боевых действий даже в случае «горячей войны». Россия, впрочем, остаётся единственной арктической державой, имеющей постоянную крупную группу войск, расквартированную в регионе, что в случае необходимости может быть полезно для укрепления влияния в Арктике [17].</p>
<p><b>Внутриполитические аспекты</b></p>	<p>Территория российской Арктики распределена среди нескольких регионов, между которыми существуют некоторые территориальные споры, которые, хоть и носят очень мягкий характер, тем не менее, должны учитываться при проведении внутренней политики [19].</p>

Транспортные проблемы составляют отдельную группу сложностей. Катастрофически не хватает современных аэропортов. Большие трудности возникают с дорогами, которые крайне сложно удерживать в надлежащем положении в таких тяжёлых условиях [13]. Наилучшим решением могли бы стать морские пути. В кулуарах давно идут разговоры о создании Национальной арктической транспортной линии или Северного морского пути [Рисунок], что помимо технической функции обеспечения добычи полезных ископаемых может служить более коротким путём в Европу для азиатских торговых судов, нежели

## СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ

Суэцкий канал. Подобный вариант, помимо всего прочего, может включить Россию в список государств, имеющих выгодное торговое положение, в то время как сейчас Российская федерация находится вдалеке от всех центральных морских торговых путей. Помимо всего прочего, это блестящая возможность дать стимул развитию промышленности и торговли на Дальнем Востоке.



*Рис. Северный морской путь и основные порты на его трассах*

Однако, судя по оценке специалистов такой проект по масштабам вложений и трудозатрат сравним со строительством БАМа – существующая инфраструктура, транспорты и правовое регулирование не способны обеспечить нормального функционирования Северного пути. Для создания оптимально работающей транспортной системы необходимо решить ряд задач [12]:

- Создать транспортную инфраструктуру: порты, базы МЧС, метеорологические станции, средства навигации.

- Разработать правила безопасности и систему страхования с учётом региональной специфики

- Увеличить ледокольный флот, поставить на поток строительство транспортных кораблей, адаптированных к условиям Севера. Несмотря на наличие в России крупнейшего в мире ледокольного флота, даже его возможностей недостаточно в таких масштабах. Число же «северных» кораблей вообще очень невелико, а их строительство постоянно откладывается из-за проблем в строительстве и модернизации судостроительных предприятий, что подтверждается вице-премьером Д. Рогозиным [6]

- Упрощение системы разрешений на передвижение в арктических водах

Как можно заметить, задача действительно чрезвычайно масштабная, решить которую в данный момент времени при имеющихся ресурсах России в одиночку будет достаточно сложно.

Из выше приведённого анализа можно заключить, что в ближайшее время в условиях столь большого количества трудностей не стоит рассчитывать на быстрое и масштабное освоение арктических территорий. На это нет ни материальных, ни интеллектуальных ресурсов. Точечное развитие региона так же, как продемонстрировал советский опыт, является тупиковой ветвью развития. Наиболее

вероятной и перспективной представляется модель предложенная Гавриловым В.П., Лобусевым А.В., Мартыновым В.Г., Мурадовым А.В., Рыжковым В.И. Данная модель представляет собой трёхэтапное освоение Арктики к концу текущего века. Первый этап представляет собой создание нескольких зон комплексного развития в наиболее технически доступных районах Арктики, которые в дальнейшем можно использовать как отправные точки для роста и освоения менее дружелюбных территорий. В это же время, параллельно предлагается проводить научные исследования при помощи баз в различных частях региона [5]. Считаю, что данный подход можно считать наиболее объективным и подходящим в современных условиях. Тем не менее, процесс можно было бы значительно ускорить, если бы международная обстановка была бы более спокойной, и для освоения Арктики, что безусловно является важной задачей для человечества в целом, можно было бы привлечь и внешние ресурсы.

### Литература

1. Богачев В.Ф., Веретенников Н.П., Соколов П.В. Региональные интересы России в концепции развития Арктики // Вестник Мурманского государственного технического университета. – Мурманск, 2015. - Т. 18. - № 3. - С. 373-376.
2. Богоявленский В.И, Богоявленский И.В. Освоение месторождений нефти и газа в морях Арктики и других акваториях России // Вестник Мурманского государственного технического университета. – Мурманск, 2015. - Т. 18. - № 3. - С. 377-385.
3. Большаков Я.А., Фридкин В.Н. Перспективы развития добычи углеводородов в арктическом регионе // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. – Москва, 2015. - № 1. - С. 6-11.
4. Бурцев И.Н., Бушнев Д.А., Котик О.С., Кузьмин Д.В., Машин Д.О., Бурцева И.Г. Нетрадиционные источники углеводородного сырья арктической зоны европейского северо-востока России как основа развития новых отраслей промышленности // Известия Коми научного центра УрО РАН. – Сыктывкар, 2015. - № 3 (23). - С. 71-78.
5. Гаврилов В.П., Лобусев А.В., Мартынов В.Г., Мурадов А.В., Рыжков В.И. Стратегия освоения углеродного потенциала арктической зоны РФ до 2050 г. и далее // Территория Нефтегаз. – Москва, 2015. - № 3. - С. 39-49.
6. Горкина Т.И. Океанический шельф как район нового освоения для мировой экономики // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – Москва, 2015. - № 3. - С. 19-28.
7. Журавель В.П. Арктический совет: представительство США // Современная Европа. – Москва, 2016. - № 2 (68). - С. 17-21.
8. Журавель В.П. Россия в Арктике. Будет ли госкомиссия её рулевым? // Арктика и Север. – Москва, 2016. - № 23. - С. 5-16.
9. Карпов В.П. Север и Арктика в «Генеральной перспективе» СССР: проблемы комплексного освоения // Уральский исторический вестник. – Екатеринбург, 2016. - № 1 (50). - С. 91-99.
10. Котомин А.Б. Ванкорский кластер: развитие нефтедобычи и трубопроводного транспорта нефти в восточной Арктике// Вестник Мурманского государственного технического университета. – Мурманск, 2015. - Т. 18. - № 3. - С. 428-433.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

11. Муленко В.В., Сапрыкина К.М. Экологические и экономические риски разработки и морских нефтегазовых месторождений крайнего Севера // Территория Нефтегаз. – Москва, 2016. - № 2. - С. 94-99.
12. Пегин Н.А. Национальная арктическая транспортная линия: проблемы и перспективы // Арктика и Север. – Москва, 2016. - № 23. - С. 32-40.

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА ПРЕДПРИЯТИЙ, ВЕДУЩИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
В АРКТИКЕ, НА НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**В.О. Шор**

Научный руководитель доцент В.Г. Мельникова  
**Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия**

Широкое внедрение наилучших доступных технологий (*далее – НДТ*) – одно из приоритетных направлений государственной политики РФ в области охраны окружающей среды [5]. Новые требования к хозяйственной и иной деятельности организаций в особенности актуальны применительно к российским районам Арктики, где незначительное антропогенное воздействие наносит им ощутимый вред. Производства там размещены в малонаселенных местностях с экстремальными природными условиями, в которых ведение хозяйственной и иной деятельности значительно затруднено.

Однако затраты на внедрение современных технологий на предприятиях могут быть достаточно велики, поэтому законодатель предусмотрел комплекс мер государственной поддержки, повышающих экономическую привлекательность перехода на НДТ. Наряду с прямым выделением средств в соответствии с бюджетным законодательством данный комплекс включает и иные меры.

С 1 января 2016 года из суммы платы организаций за негативное воздействие на окружающую среду вычитаются затраты на реализацию мероприятий по внедрению НДТ [2]. Также осуществляется содействие инвестиционной деятельности посредством предоставления инвестиционных налоговых кредитов в случае, если предприятия принимают меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду. [1, 2] Предприятия также могут получить субсидии из федерального бюджета на компенсацию части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в кредитных организациях РФ в 2014 - 2016 годах на реализацию инвестиционных проектов по внедрению НДТ. [2] С 2019 года у предприятий появятся право применять специальный коэффициент к основной норме амортизации и возможность получить от государства субсидии в случае создания или модернизации промышленной инфраструктуры с использованием НДТ по специальному инвестиционному контракту [2, 3].

Ввиду того, что переход на НДТ – процесс длительный, законодатель предусмотрел и поэтапное введение экономических стимулов. Одним из главных стимулов внедрения передовых технологий видится тот факт, что с 2020 года при исчислении платы за выбросы или сбросы загрязняющих веществ в пределах, равных технологическим нормативам или менее таких нормативов после внедрения НДТ на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, будет применяться коэффициент 0 [2, 4]. При этом с 1 января 2020 года в случае несоблюдения снижения объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в течение шести месяцев после наступления сроков, определенных планом мероприятий по охране окружающей среды или программой

повышения экологической эффективности, исчисленная за соответствующие отчетные периоды плата за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающие нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов или технологические нормативы, подлежит пересчету с применением коэффициента 100.

У субъектов хозяйственной деятельности могут возникать определенные трудности в использовании мер государственной поддержки. Во-первых, принятие справочников НДС идет очень медленными темпами и это затрудняет для хозяйствующих субъектов реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Во-вторых, в литературе отмечается, что для получения инвестиционного налогового кредита предприятиям необходимо подготовить большой пакет документов и в короткие сроки предоставить его в налоговые органы, что на практике трудно реализуемо [6]. Более того, процедура предусматривает в определенных случаях заключение согласованного с ФНС договора поручительства[6].

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Во-первых, представляется необходимым упрощение процедуры предоставления инвестиционного налогового кредита. Во-вторых, ввиду ресурсоемкости ведения хозяйственной и иной деятельности на территориях Арктики видится возможным разработка целевой программы по внедрению предприятиями наилучших доступных технологий, технической модернизации отраслей промышленности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду, с выделением бюджетных средств для финансирования соответствующих мероприятий. В-третьих, представляется, что без должного информирования организаций о существующих мерах экономической поддержки переход на НДС не будет своевременно обеспечен, следовательно, необходимо осуществлять деятельность по доведению соответствующих сведений до руководителей предприятий на федеральном региональном и муниципальном уровнях.

### Литература

1. Налоговый кодекс РФ [Электронный ресурс] : федер. закон от 31 июля 1998 г. N 146-ФЗ: (в ред. от 28 дек. 2016 г. N 475-ФЗ) // КонсультантПлюс : справ. правовая система.
2. О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 21 июля 2014 г. N 219-ФЗ: (в ред. от 3 июля 2016 г. № 358-ФЗ) // КонсультантПлюс : справ. правовая система.
3. О промышленной политике в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 31 дек. 2014 N 488-ФЗ: ( в ред. от 3 июля 2016) // КонсультантПлюс : справ. правовая система.
4. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 3 марта 2017 г. N 255: (в ред. от 3 марта 2017 г.) // КонсультантПлюс : справ. правовая система.
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. закон от 21 июля 2014 г. N 219-ФЗ: (в ред. от 3 июля 2016 г. N 358-ФЗ) // КонсультантПлюс : справ. правовая система.

**СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В АРКТИКЕ**

---

6. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Формирование спроса на экологические инновации: достаточна ли институциональная поддержка? // Проблемы современной экономики. 2015. №2 (54) С.15-27.

**ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СБЕРЕЖЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ АРКТИКИ**

**И.Н. Шульц**

Научный руководитель доцент В.Г. Мельникова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

Арктическая природа очень уязвима, особенно если сравнивать с другими регионами мира, поэтому осваивать этот регион необходимо, соблюдая повышенные экологические требования по охране и защите окружающей среды. Необходимо учитывать, что экологические системы Арктики очень хрупки, они легко повреждаются и крайне медленно восстанавливаются после внешнего вмешательства. Но хозяйственная деятельность государств и транснациональных компаний продолжается, что остро ставит вопрос о правовых механизмах сбережения уникальных экологических систем, что возможно только при условии согласования действий заинтересованных государств. Восемь Арктических стран совместно разработали «Стратегию защиты окружающей среды Арктики». Необходимость сбережения уникальных экологических систем Арктики освещалась как один из основных национальных интересов еще в 2008 году в документе "Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу". [1, С. 2]

Стратегия защиты окружающей среды Арктики призвана регулировать развитие таким образом, чтобы сохранить окружающую среду Арктики для будущих поколений и не нарушать природных процессов. В ней определяются первоочередные задачи и проблемы, которые требуется решить в настоящее время.

В "Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" [3, С. 2] текущее состояние социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации характеризуется возрастанием техногенной и антропогенной нагрузки на окружающую среду и увеличением вероятности достижения ее предельных значений в некоторых прилегающих к Российской Федерации акваториях Северного Ледовитого океана, а также на отдельных территориях Арктической зоны Российской Федерации, характеризующихся наличием особо неблагоприятных зон, потенциальных источников радиоактивного загрязнения, высоким уровнем накопленного экологического ущерба. Предусматриваются совершенствование нормативно-правовой базы в сфере формирования основ государственного управления Арктической зоной Российской Федерации, законодательного закрепления ее статуса как особого объекта государственного регулирования с уточнением перечня муниципальных образований, территории которых включаются в ее состав, а также в сфере установления особых режимов природопользования и охраны окружающей среды, государственного регулирования судоходства по трассам Северного морского пути.

Можно сделать вывод, что правовое регулирование общественных отношений в сфере охраны уникальных экосистем Арктики развиваются по двум

направлениям: 1) создание особо охраняемых природных территорий и 2) развитие системы мониторинга состояния окружающей среды.

1) Создание особо охраняемых природных территорий:

Известно, что культуры и само существование коренных народов основывались на бережном отношении к природе и рациональном использовании ее ресурсов. Целесообразно сохранять места их проживания, в том числе путем создания особо охраняемых природных территорий. Согласно плану мероприятий, в 2020 году планируется создание двух государственных заповедников Большое Токко (Республика Саха (Якутия)) и Медвежьи острова (Республика Саха (Якутия)). [2, С. 2] А в 2019 году национального парка Центрально-Чукотский (Чукотский автономный округ). В данный момент существуют заказники с аналогичными названиями планируемых заповедников. Заповедник позволяет обеспечить более высокий уровень защиты уникальных экосистем, так как объектом охраны в заповеднике является экосистема в целом и устанавливается соответствующий правовой режим.

Создание заповедников и других особо охраняемых природных территорий в Арктическом регионе должно обеспечить вклад в выполнение одной из мер в Стратегии защиты окружающей среды в Арктике - сохранение арктической флоры и фауны. [4, С. 4]

2) развитие системы мониторинга состояния окружающей среды:

В Стратегии предусматривается программа арктического мониторинга и оценки (АМАП) для контроля уровней влияния антропогенных загрязнителей во всех компонентах окружающей среды Арктики.

Мониторинг позволяет отслеживать изменения окружающей среды и понимать, к каким приводит хозяйственная деятельность в Арктике, а также какие изменения арктических экосистем являются результатом хозяйственной деятельности во всем мире.

Можно сделать вывод, что наряду с реализацией мер по рациональному использованию ресурсов Арктики, необходимо учитывать особенности арктических экосистем и продолжать деятельность по мониторингу и созданию особо охраняемых природных территорий. Это позволит своевременно отслеживать негативные изменения и принимать соответствующие меры.

### Литература

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс]: утв. Президентом РФ от 18.09.2008 N Пр-1969 // КонсультантПлюс : справ. правовая система.
2. План мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 22 декабря 2011 г. № 2322-р// КонсультантПлюс : справ. правовая система.
3. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. Президентом РФ// КонсультантПлюс : справ. правовая система.
4. Стратегия защиты окружающей среды Арктики. [Электронный ресурс]: Международный договор от 14 июня 1991 г.// – Электрон. дан.. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1902061>.

**Секция 12  
АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ  
(доклады на английском и немецком языках)**

**THE ARCTIC POPULATION MENTAL HEALTH INDICATORS  
D. Y. Almaz**

Scientific advisor associate professor V. A. Lobova  
*Ugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia*

Nowadays there are data on changes in working capacity and the state of attention of the people who work in the Arctic regions collected. Nevertheless, the problem has not yet been explored with regard to the youth. Also there are relatively few researches devoted to the study of the young people fatigability phenomenon and its connection to the depression, which some of the scientists consider to be especially high in the northern regions [2,3].

There were 63 persons (22 men and 41 women) of an average age of 22,94 in total participating in our research. All of them have been residing in the Arctic region for 12.32 years on average. The study was carried out as a part of the scientific expedition to the village Nyda, located in the territory of the Yamal-Nenets autonomous region. The young men and women surveyed belong to the Slavic group and came or were born by persons who had come to the sites of new oil and gas fields developing from the central part of Russian Federation.

The purpose of the work is to study the dynamics of young people mental health in the Arctic region. We used the digital proof test (V. N. Amatuni, 1969; L. I. Vasserman, M. V. Katysheva, 1997) [1]. This technique also provides an opportunity to assess the functional asymmetry of attention (AA) among the respondents. During the examination of depression as a factor which influences the working capacity dynamics, we used the scale of Self Rating Depression — SDS, adapted at the St.Petersburg Psychoneurological Research Institute (T.I. Balashova, 1988; W.W.K. Zung, N.S. Durham, 1965).

While analyzing mental health indicators, we took into account the individual parts of the digital proof test execution time. In addition, we examined the asymmetry of attention by assessing the execution quality (presence/absence of errors) of the right and left parts of the table. According to the data received, young people spend more time to pass the second part of the digital proof test sample in comparison with the first one. Significant differences between these indicators were received from both men and women. This fact indicates the decline in the youth's efficiency and the emergence of fatigability they demonstrate by the end of the test passing. It also reveals the adverse influence of Arctic factors on the human body, because either improvement or maintaining of the work (or passing) pace is considered to be normal.

According to the analysis, the negative downward tendency of the work capacity is more pronounced among men than among women. The first group has demonstrated the mental activity index to be higher than the second one (0.98 and 0.91 points) has. Moreover, this fact shows a clear reduction in the men's volitional attention, and its dynamic features in particular, as compared to the female respondents. This is also marked by the increase in the time spent to pass both 1st and 2nd parts of the digital proof test. The performance indicators of the 1st part of the digital proof test are 99.23 s for men and



89.12 s for women. Furthermore, we have noted the significant difference between the second part of the test execution time performed by the young men and by the young women. It has revealed that men evince relatively fast-growing exhaustibility, even when the loads are comparatively low (104.64 and 92.37 s) ( $p = 0.015$ ).

On the contrary, the depression indicators showed that women have lower mood than men do, and this is confirmed by the significant differences in these groups (37.32 and 31.64 points respectively) ( $p = 0.012$ ). We should note that the AA index has turned out to be 2 times higher among women than among men (1.32 and 0.60 points,  $p = 0.020$ ) after processing the results of the asymmetry of attention analysis. This fact indicates that women have the growing attention asymmetry. The more pronounced right type is also more common for the female respondents as compared to the male ones.

In correlation analysis of the youth, we have received significant correlation between the length of residence in the Arctic region on the one hand and the attention asymmetry as well as the test execution time and accuracy on the other. There were also significant correlations between depression and fatigability, attention, execution speed detected.

In particular, we have defined backward correlations between fatigability and depression ( $r = -0.479$ ) ( $p = 0.023$ ) among men. We have also detected the direct connection between the depression and the second part of the proof test execution time in this group ( $r = 0.274$ ). In addition, we have defined a direct link between the length of Arctic experience and the first and second parts of the proof test execution time while analysing the male respondents' results ( $r = 0.218$  and  $r = 0.232$ ). In turn, the research revealed the inverse relationship between depression and the asymmetry of attention among women ( $r = -0.367$ ;  $r = 0.018$ ). In addition, young men demonstrate an inverse relationship between the length of residence in the Arctic region and the errors in the right part of the proof test ( $r = -0.284$ ). Women's length of residence in the Arctic region is directly linked to the asymmetry of attention ( $r = 0.224$ ).

### Conclusion

1. Our research, which was carried out among the young residents of the Arctic region, has revealed the significant variations in the pace of work and the relevant increase of the second part of the proof test execution time.
2. Both young men and women have evinced the significant correlation between the length of residence in the Arctic region and the asymmetry of attention as well as the test execution time and accuracy of passing.
3. The analysis has also detected the significant differences between men's and women's depression indicators, with a strong connection between depression and mental health among men and depression and attention among women.

### References

1. Вассерман Л.И., Дорофеева С.А., Меерсон Я.А. Методы нейропсихологической диагностики. – СПб.: Стройлеспечать, 1997. – С. 278-279.
2. Лобова В.А. Психологическое благополучие личности в популяции северных этносов. – Ханты-Мансийск: Информационно-издательский центр ЮГУ, 2010. – 330 с.
3. Лобова В.А. Депрессия как социально – психологическое явление // Вестник университета. Социология и управление персоналом. – М., 2007. – № 1 (27). С. 70-75.

**СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ**  
**(ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)**

---

**RUSSIAN EXPLORATION OF ARCTIC: FROM HISTORY TO MODERNITY**

**Ju. Andreeva**

Scientific advisor assistant professor O.Latsevich

*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

The Arctic is the Northern polar region of Earth. This area has always attracted travellers and researchers who have overcome great difficulties, but penetrated to the North and opened a new Arctic Islands and archipelagos.

Russian discoverers have sailed to the Arctic Ocean and along its shores in the mid-15th century. A group of sailors with the merchant Fedot Popov and ataman Semyon Dezhnev walked around the Chukchi Peninsula and reached the Pacific Ocean in 1648.

1733-1742 - the Great Northern expedition worked in the waters of the Arctic ocean. It combined several expeditions and performed a lot of research in the Northern territory of Siberia from the mouth of the Pechora and Vaygach Island to Chukotka, under the leadership of Vitus Bering. For the first time the shores of the Arctic Ocean, island of Honshu, the Kuril Islands were marked on the map.

Semyon Chelyuskin devoted to the study of North-Eastern lands of Russia all his life, he served in detachments of the famous researchers of Vasily Pronchishchev, Khariton Laptev. 1741-1742. Great traveler traveled and described the Northern coast of the Taimyr Peninsula, where he found the most Northern point of mainland Asia, which called Cape Chelyuskin, in 1843.

Ferdinand Wrangel and Fyodor Matyushkin explored and mapped the mainland coast from the mouth of the Kolyma River to Kolyuchinskaya bay.

Stepan Makarov opened a new stage in the study and exploration of the Arctic ocean. According to his idea the world's first powerful icebreaker "Ermak" was built for scientific research of the oceans to the highest latitudes.

The "hydrographic expedition of the Arctic ocean" 1910-1915 on the icebreakers "Taimyr" and "Vaygach" was successful; it completed a detailed hydrographic inventory from Dezhnev's Cape to the mouth of the Lena, and built navaid.

1913 the expedition was asked to continue hydrographic inventory to the Taimyr Peninsula and make the navigation through the Northern sea route to Murmansk on favorable terms. But Cape Chelyuskin was covered with ice.

Arctic Ocean remained not understood, despite a number of expeditions in the early twentieth century, many of which have made major geographical discoveries.

The study and practical exploration of the Northern sea route had great national importance in Soviet times. 10 March 1921, Lenin signed a decree on the establishment of the Floating marine research Institute (Arikainen, 1984). This Institute has explored the Arctic Ocean with its seas and mouths of rivers, Islands and adjacent coasts of the RSFSR. 19 polar radio meteorological stations were constructed on the coast and Islands of the Arctic Ocean in 1923-1933.

In 1929, the famous polar researcher Vladimir Vize advanced the idea of the first polar drifting scientific stations. In those years Arctic basin with an area of 5-6 million square kilometers still remained as an unexplored area. And only in 1937 the idea of exploring the Arctic Ocean with drifting ice has become a reality.

Soon Russia became the leader in the development and exploration of the North Pole.

From 1991 to 2001 in the Arctic was not a single Russian drifting stations (the Soviet station "North pole 31" closed in July 1991), not a single scientist who would be involved in on-site collecting the necessary scientific data. The economic situation in Russia forced to suspend more than a half-century cycle of observations from the drifting

ice of the Arctic. Experimental new drifting station "North pole" was temporarily opened in 2001.

More than a dozen of international expeditions are currently working in the Arctic with Russia's participation.

Interest in participating in the active development of the Arctic zone is showing more and more States. This is due to global climate change, opening new opportunities to establish regular shipping in the Arctic Ocean, as well as greater access to natural resources in this vast region.

References

1. Arikainen, A. (1984) Transport artery of the Soviet Arctic. Moscow, AB: Nauka
2. Papanin, I. D.(1978) Ice and fire, Moscow, AB: Politizdat.

**RESEARCH METHODS OF SPACE OBJECTS AND THE CONTRIBUTION OF TOMSK SCIENTISTS INTO THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY**

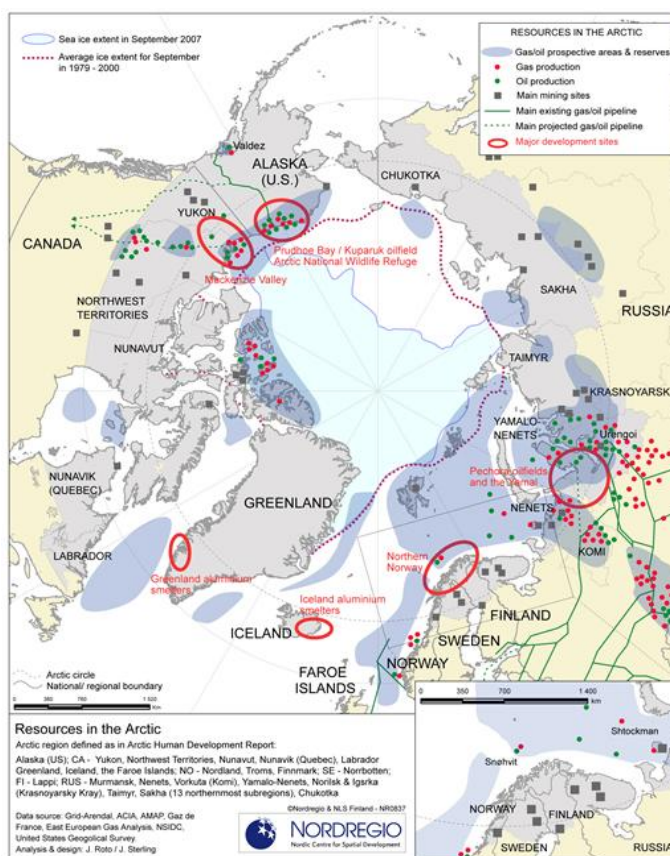
**A. V. Nazarenko**

Research advisor N.S. Kemerova

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Arctic geosynclinal mobile belt of the Earth's crust, framing the vug of the Arctic Ocean, is a poorly studied object of the Earth. According to Victor Efimovich Hann, a scientist and structure geologist, there was a Hyperborean continental platform during the Pre-Mesozoic period, which constitutes the base of the Arctic Ocean at present. This Hyperborean segment, in the estimation of scientists, occurred in the North of Novosibirsk Islands, Wrangel Island, Alaska, Canadian Arctic Islands and in the east of the submarine Lomonosov's ridge. This speculation at the present time has a lot of followers, as Arctic has been researched in last decades using actual space methods of survey (fig.1).

Mother space vehicles are technical means, which are placed in orbit with special transport rockets for researching the interplanetary environment and planets of the solar system in automatic mode. In terms of solving problems and engineer aspects these vehicles are divided into the following types: artificial Earth satellites, interplanetary stations, inhabited spacecrafts, long-term orbital stations.



*Fig.1 «Overview of the Arctic»*

**СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ**  
**(ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)**

---

Visual observations differ in efficiency and can be used for divergent goals. First of all, they promote conscious selection of geologic exploration target, secondly they allow to estimate the speed and dynamics of geologic processes, and thirdly, they help to uncover never-before-seen geologic objects or events.

The photo survey of land surface from the altitudes of 150-200 km is termed as space survey. Space survey can be realized using inhabited space crafts, orbital stations, and automatic artificial Earth satellites, hand-held cameras, photograph machines and semi-photograph machines. The scale of survey depends on two most important values: the height of survey and focal distance of objective lens. Space cameras allow to get plan and perspective images of earth surface depending on inclination of optical axis. At the present time scientists use photographic equipment with high resolution, allowing to get space survey with the covering up to 60% or more.

Radio-locating survey is the most important type of remote measurements. It is used when the observation of planets is difficult due to natural conditions: fog, clouds and etc. It can be carried out at night. RL survey is realized in the range of E-M spectrum. During the survey the RF signal is sent to the target object, reflected normally and fixed on the receiver installed on board. The RF signal is produced with special generator. The realized time of signal depends on the object distance.

Infra-red survey is based upon detection of thermal anomaly via recording thermal emission of Earth's objects preconditioned by endogenous heat or solar radiation. IR survey is widely used in geology. Temperature non-uniformities of the earth's surface appear when different areas receive uneven amount of heat. Solar (external) and endogenous (internal) heat warms geological objects differently depending on the lithological rock properties, thermal energy, the light reflecting power and many other reasons.

Magnetic survey from space has been carried out since 1958. The data are automatically sent to the Earth and processed via ECM. This processing results in worldwide earth's magnetic field profiles or maps. The source of magnetic anomaly, detected with artificial satellites, is located somewhere in between the Earth's core and the mantle. Magnetometers installed on interplanetary stations, allow researchers to study geomagnetic fields of planets in the solar system. The data obtained from magnetic survey from space are of great interest for comparing geology of planets.

Laser survey is based on monochromatic radiation with fixed wavelength. The constancy of laser wavelength allows to ascertain the orbit parameters of Earth and other planets and record the movements of separate blocks in the Earth's crust.

Lidar spectrometry, used for geological purposes, is one of the active surveys, based on an impulse radiation source. Lidar spectrometry is a geochemical survey of near-surface atmosphere layers used for detection of microelements or their compounds, concentrated over present geological objects. The essence of the method is in active probing of near-surface layers of the atmosphere and recording the results of remote spectral analysis.

The graduates of Tomsk Polytechnic University made a significant contribution in the development of methods and devices for exploration of space objects and Earth. There are leading specialists of Space industry enterprises among them. Their names are closely associated with the history of space exploration.

V. V. Khartov a doctor of technical sciences graduated from TPU in 1978 with honors. He started his career as an engineer and was promoted to the position of Deputy chief designer of electric system projects and spacecraft control at astronomical observatory "Information satellite systems" named after academician M. F. Reshetnev.

In 1970 an interplanetary station "Luna -16" delivered the samples of lunar soil taken from the surface of the moon with the space drill designed by O. D. Alimov first time in Soviet Union.

On the 12th of September the carrier rocket "Proton-K / D" was launched which brought "Luna-16" on the flight path to the moon.

On September the 13th, 1970, the correction of the flight path took place to make the station get to the targeted point of circumlunar space.

On September the 17th, 1970, the station "Luna-16" got into the moon orbit. September 20, 1970, the station "Luna-16" made a soft landing on the lunar surface near The Fertility Sea. The deviation from the target point was 1.5 km. The mass of the station was 1880 kg. 21 Sep 1970, the return device of the automatic interplanetary station "Luna-16" took off the moon surface. The mass of this stage was 512 kg. The lunar soil in a special capsule was placed on board this vehicle. On the 24 of September in 1970 the returning vehicle weighing 35 kg made a soft landing 80 kilometers South-East of the town Dzhezkazgan in USSR.

The satellite "Tomsk-TPU-120" is the first Russian space device made using 3D-technologies and unique materials. This satellite is referred to as a "nanosatellite" with the sizes 30x11x11 centimeters. This device was made in scientific educational center "Modern Production Technology" at TPU in cooperation with the Rocket-and-space corporation "Energy" and Institute of Material Engineering Physics at Russian Science Academy subdivision. The satellite was sent to International Space station in 31 of March on board transport and cargo-carrying spaceship "Progress MC-02" from Baikonur spaceport.

### References

1. Analysis of space images in tectono-magnetic and metallogenic studies / edited by IN Tomson. M., Science, 1979.
2. Vinogradov B.V. Cosmic methods of studying the natural environment. M., Thought. 1976.
3. Vdovykin G.P. Meteorites (Meteorites of the Caucasus and meteorite rains) Academy of Sciences of the USSR (Academy of Sciences of the USSR), Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry (GEOKHI). - Moscow: Nauka, 1974.
4. Kats Y. G. Poletaev A.I. Foundations of lineament tectonics. Nedra, 1986.
5. King E. Space Geology. Introduction. M., Mir.
6. Kravtsova V.I. Space images (methodical manual). M., ed. Moscow State University, 1985.
7. Mason, B. Meteorites: Per. From English / B. Mason. - M.: The World, 1965.
8. Simonenko A.N. Meteorites - fragments of asteroids / A. N. Simonenko; Ed. B. Yu. Levin. - Moscow: Science.

### **PROSPECTS ASSESSMENT OF UNDERGROUND RESERVOIRS USE AT DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS ON THE RUSSIAN ARCTIC SHELF**

**M.I. Mednikova**

Scientific advisor associate professor N.V. Chukhareva  
**National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia**

Development of hydrocarbonic fields of the Arctic seas requires the solution of a number of complex technological problems connected with special climatic conditions of the region and ice situation on the considered sea water area. One of such problems is

**СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ**  
**(ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)**

---

creation of transport and distributive systems. Efficiency of oil and gas transport and distributive systems in the Arctic can be considerably increased if their structure includes buried reservoirs located in coastal geological formations. Main prerequisites for solution of the problem of underground storages creation are following:

- excellent experience of construction and operation of oil and gas underground storages in Scandinavian countries having the engineering-geological conditions close to conditions of some Russian Arctic territories and also the Russian experience in the field;
- existence in the European North of Russia of geological formations and rock massif suitable for placement of high-capacity underground reservoirs;
- existence of technologies and real practice of large underground complexes construction permafrost rock mass of the Arctic.

In Finland, Norway and Sweden about 250 oil and oil products storages with capacities more than 50 million m<sup>3</sup> are constructed and operated. All of them are situated in high-strength crystalline rocks that allow to avoid application of expensive reinforced concrete linings. Please note some important technological approaches accepted in Scandinavian countries at storage of oil in underground storages:

- storages are constructed at such depth that pressure of underground waters in any point of groove contour exceeded a pressure of the stored product;
- necessary temperature at oil storage is maintained by means of water cushion which contents are warmed up via heat exchangers.

The most probable reservoir placing in European North of Russia will be connected to places of their loading in tankers near unfrozen ports located on the coast of the Barents Sea of the Kola Peninsula. As the northern coastline of the Kola Peninsula represents neotectonic benches, optimal sites for construction of underground complexes in this region are located at some distance from the coastline of the Barents Sea.

In practice of the choice of locations of oil and gas underground storages great value is attached to search of monolithic structural blocks in geological formations. The researches executed on the northern coast of the Kola Peninsula allow to claim that such blocks can be found on many platforms of the coast. At construction of underground storages in severe conditions of the Arctic designers and builders had to solve number of essentially new technical and technological problems. A number of specific production requirements was observed, when using anchors and shotcrete for lining of large-size underground constructions in the conditions of negative temperatures. It should be noted that modern technologies of shotcrete support construction allow to put successfully shotcrete at a negative temperature of a rocky surface and the air environment in development to minus 10 °C. At a temperature below minus 10 °C warming up of border zone of massif on depth providing the settlement mode of curing of concrete before freezing was required. Structures of shotcrete in developments with negative temperatures of rocks join the additives providing concrete protection against freezing at his keeping before achievement of the corresponding strength. In practice of underground construction in the Russian Arctic four methods of concreting have been used:

- casting of concrete in heat insulating shuttering with retarder to request strength in the course of slow cooling of the poured concrete;
- method with the greatest possible preservation and use of heat released at hydration of cement;
- the method based on inclusion in concrete mixes of antifreezing additives;
- a method with additional heating by means of shuttering with heating elements;

The choice of production method of concrete works at construction of linings was carried out on the basis of the technical and economic analysis of energy input,

expenditure of labor, materials, and also depending on parameters of a concrete design, heathphysical characteristics and the thermal mode of peripheric massif.

The analysis of practice of use of oil and gas underground storages in Scandinavian countries having engineering-geological conditions close to conditions of the northwest region of Russia and also an assessment of specific conditions and experience of underground construction in the Russian Arctic allows to draw the following conclusions:

1. During creation of oil and gas transport and distributive systems in the European North of Russia inclusion in their structure of underground storages is expedient. It belongs also to the oil refineries and gas treatment and liquefaction facilities.

2. On the coast of the Kola Peninsula, the mainland of the Arkhangelsk region and on the islands of the Arctic Ocean the geological formations, certain massifs of rocks and the platform suitable for placement of underground tanks of oil and high-capacity gas can be chosen.

3. There are effective and approved technologies of construction and maintenance in a steady and safe state for a long time large-size underground construction in the conditions of the Arctic and Far North of Russia accepted from the economic and ecological point of view and for construction of underground oil and gas tanks in the considered region.

### References

1. V.P. Konukhin The construction of the large-scale underground facilities in the Russian Arctic. //Proceedings of International conference "Underground works: ambitions and realities", October 25-28, 1999, Paris, p. 239-244.
2. V.P. Konukhin Study of the Effect of the Mining Operation on Crystalline Rock Mass During Construction of Spent Nuclear fuel and High Level Waste Storage Facilities in the Russian Western Arctic. //Proceeding of a European Commission Cluster Conference. November 3-5, 2003, Luxemburg.
3. Konukhin V.P. Support of large-dimension underground structures. // Изд-во Кольского научного центра РАН. //Apatity, 1991. 146 pp.
4. Konukhin V.P. Control over properties and state of the rock masses in construction and operation of underground structures. //Изд-во Кольского научного центра РАН. - Apatity. 1992.

### DEVELOPMENT OF PROGRAM COMPLEX FOR STUDYING ARCTIC AEROSOL EXTINCTION

**V.V. Loskutov**

Scientific advisor associate professor O.V. Shefer  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

### Introduction

The influence of aerosols on climate has been a hot topic of discussion for the past decade. The estimates suggest that atmosphere aerosols account for at least 45 percent of the global warming that has occurred in Arctic [1]. As such, properly studying atmospheric aerosols in Arctic is essential for managing ecological situation, monitoring the movement of air masses locating the sources of pollution etc.

Optical methods that are based on determining the properties of a radiation transformed by a medium, are very effective for studying atmospheric aerosols. In this work we've developed a program complex that models the incident radiation extinction by aerosol with variable optical properties. The program was tested on experimental data

collected by NASA aerosol network at monitoring station located at Arctic sea shore. The program complex is a convenient tool to estimate the properties of an Arctic aerosol, find useful dependencies and detect possible abnormalities, which is essential for scientific research process.

### Methods of calculations

To study the properties of the incident radiation passed through a medium, a numerical model has been developed. Modelling the extinction process of radiant energy requires considering the dimensionless value such as extinction efficiency factor:

$$Q_{\text{ext}} = \frac{S_{\text{ext}}}{S_{\text{sq}}}, \quad (1)$$

where  $S_{\text{sq}}$  is the area of particle geometrical projection on the detector surface crystal shadow. To compute the extinction characteristics for a system of particles, we need to define the extinction coefficient as following:

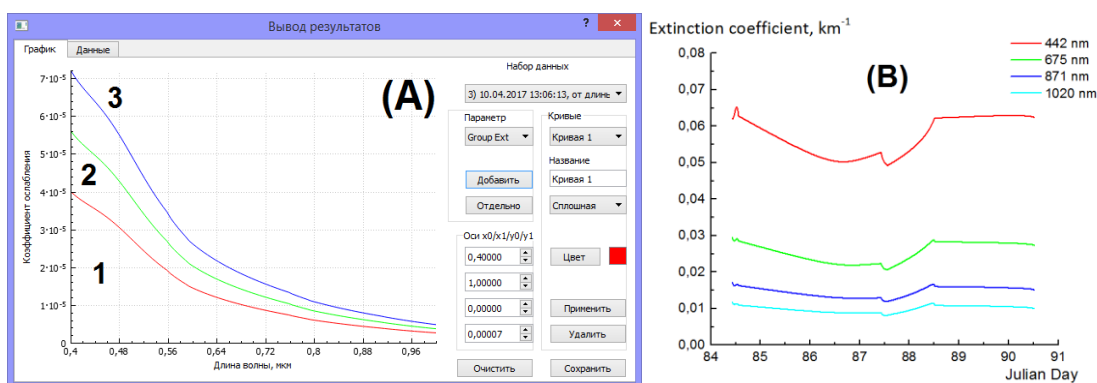
$$\alpha_{\text{ext}} = C \cdot \langle S_{\text{ext}} \rangle. \quad (2)$$

Here  $\langle S_{\text{ext}} \rangle$  is the average extinction cross-section;  $C$  is the volume concentration of particles.

For simulating light extinction by non-spherical particles, we used the discrete dipole approximation method (DDA). This method represents a particle as a set of dipoles with assigned optical properties, and solves the Maxwell equation for each dipole [2]. This method can boast with high precision and solving the task for arbitrary particle shapes, but often requires significant calculation resources.

### Software complex development

To conveniently calculate the light extinction by a medium, it is necessary to consider a number of input parameters. Such include incident radiation wavelength, average particle size, complex refraction index for both particle and medium, particle number concentration etc. The software complex stores complex refractive indices in a database, allows calculating extinction values for varying incident radiation wavelength or radius and displays the resulting dependence in a form of graph.



**Figure. (A) Dependence of extinction coefficient ( $m^{-1}$ ) on incident radiation wavelength for cubes of Arctic sea salt aerosol in accumulation mode (left), (1)  $C = 250 \cdot 10^3 l^{-1}$ , (2)  $C = 350 \cdot 10^3 l^{-1}$ , (3)  $C = 450 \cdot 10^3 l^{-1}$ ; (B) Arctic sea salt aerosol extinction coefficient measured by AERONET**

### Testing with experimental data

To properly evaluate the effectiveness of our numerical model, we have researched the prior information on aerosols in Arctic conditions. We simulated the incident radiation



extinction by atmospheric sea salt Aerosol in arctic in accumulation mode, and compared it with similar data measured by AERONET open aerosol network run by NASA [3]. The results of simulation are shown in Figure (A). It is compared to the data measured by AERONET on NY\_Alesund site in Figure (B).

The modeled extinction uses similar particle sizes and optical properties (Arctic sea salt aerosol in accumulation mode). After comparing coefficient values at different wavelength, it is noticeable that the values for second curve are the closest representative for measured values. That makes sense, since  $350 \cdot 10^3 \text{ l}^{-1}$  is the most common number concentration for Arctic sea salt aerosol. This works as the basis for further investigations in this field.

### **Conclusion**

In this work we've developed a software complex for modeling incident radiation extinction for sea salt aerosol in Arctic conditions. The software complex work was tested and compared with experimental data gathered by AERONET aerosol network. The acquired results show the software complex usability for studying and researching Arctic aerosols. Researches based on optical methods can be applied to a number of problems, such as managing ecological situation, detecting pollutions, investigating the effect on global warming and many more.

### **References**

1. Adam V. – Aerosols May Drive a Significant Portion of Arctic Warming [Web resource] / National Aeronautic and Space Organization. URL: [https://www.nasa.gov/topics/earth/features/warming\\_aerosols.html](https://www.nasa.gov/topics/earth/features/warming_aerosols.html). Access date: 20.04.2017.
2. Yurkin M.A., Hoekstra A.G., “The discrete-dipole-approximation code ADDA: capabilities and known limitations,” J. Quant. Spectrosc. Radiat. 112, 2234-2247, 2011.
3. Aerosol Inversions – Aerosol Robotic Network [Web resource] / National Aeronautics and Space Organization. URL: [https://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/type\\_piece\\_of\\_map\\_opera\\_v2\\_inv2](https://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/type_piece_of_map_opera_v2_inv2). Access date: 20.04.2017.

### **RUSSIAN PETROLEUM INDUSTRY IN THE ARCTIC: IN THE STATE OF PRIRAZLOMNAYA FIELD**

**V.V. Solovev**

Scientific advisor professor P.N. Zyatikov

***National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia***

Development of offshore oil and gas fields in the Arctic has been widely discussed all over the globe during the last decades. Unsurprisingly, as one of the world leaders in oil and gas production Russia pays much attention to the Arctic territory as well. There are many discovered fields in the Arctic and many to be discovered in the near future. This article describes Russian experience in offshore production in the state of Prirazlomnaya oil field.

The oil field was discovered on Pechora Sea shelf 60 kilometers off the shore in 1989. Water depth varies from 19 to 20 metres [1]. It is currently the only Russian Arctic offshore petroleum production project. However, Russian companies have many plans to develop other fields in the Barents, Kara and the Sea of Okhotsk. As for the strategy, the comprehensive approach is to expand the production area by developing group of closely located fields, which optimizes cost and creates conditions for the simultaneous development of large and relatively small offshore fields.

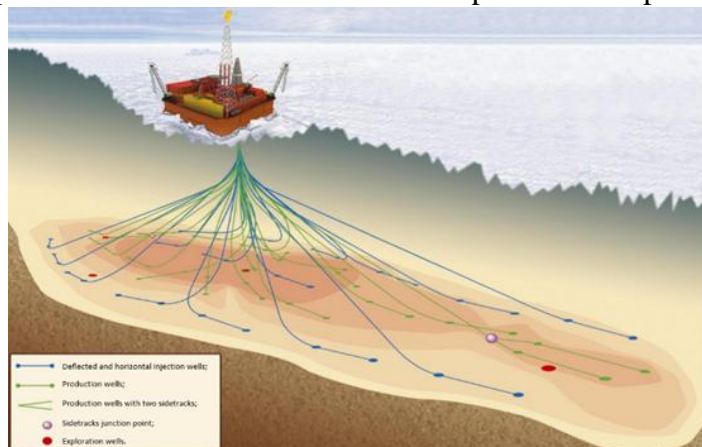
**СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ**  
**(ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)**

---

The Prirazlomnaya oil field recoverable reserves are more than 70 million tons. Oil production was started in December 2013, with about 300,000 tons of oil produced over the course of 2014. The millionth ton of Russia's first Arctic oil was produced by November 2015. When the production reaches its maximum, an annual production level will be around 5.5 million tons. Since oil produced at the Prirazlomnaya significantly differs from any other presented at the market, the new type of it was created and named ARCO (Arctic Oil) to enter the global market in April 2014. ARCO is known for the high density (around 910 kilograms per cubic meter), an increased concentration of sulfur and low paraffin content, which means it is well suited for deep processing in Northwestern Europe, as it is rather heavy compared to the standard Russian export oil called Urals. After the processing ARCO can be used to make chemical products used in road-building, rubber tire manufacturing, space industry and pharmaceuticals.

In order to produce oil offshore it is needed to use a platform or FPSO (Floating Production Storage and Offloading vessel). For the Prirazlomnoe oil field an offshore ice-resistant oil-producing stationary platform was built and towed to the place. The topsides

were based on the former UK North Sea Hutton tension leg platform. After the upgrade in Severodvinsk the new platform has a filed life of 50 years and costs about \$800 million [2]. Anchored to the seabed, the platform is designed for operation under harsh climate environment, strict ecological limitations and the most stringent safety requirements and it is resistant to maximum ice loads. Arctic conditions are



**Figure 1. Prirazlomnaya Wells Placement Scheme [1]**

severe: constantly changing wind and sub-zero temperatures prevailing for almost five months of the year, ice cover in place from November to May, and under polar night, which means darkness 24 hours per day, for almost two months every year. The topsides weigh about 39,000 tonnes having a single derrick and 40 wells slots (Figure 1). The topsides are located on a 126 square metres caisson, which weighs around 97,000 tonnes. In this caisson there are 14 oil storage tanks with capacity of 113,000 square metres, and two water storage tanks with capacity of 28,000 square metres. The facility has an oil and gas production capacity of 22,000 tonnes a day and one million cubic metres, respectively. It can also inject 32,000 cubic metres of water per day [3]. As for the offloading and export, it is carried in two stages. Tankers transfer oil from the platform to Murmansk where oil gets customs clearance and then transferring further to Rotterdam to the customers. There are also two icebreakers for assisting the tankers as well as carrying out safety and environmental tasks.

The platform is used for all production operations including drilling, oil extraction, storage, treatment and offloading. All the wells are drilled using the equipment installed at the platform and the wellheads are located within the platform, while its foundation serves as a buffer zone between the well and the open sea. The buffer zone is surrounded by three metres thick walls made of concrete and steel ensuring full isolation of wells from the environment. Besides, there is a 'zero discharged' system integrated into the platform to prevent the discharge of any production or drilling waste. Following the safety

requirements the equipment installed at the wells is meant to prevent blowouts of oil and gas and the offloading line used to transferring oil to tankers is equipped with an emergency shutdown system that can be activated instantly. There is a special round-the-clock monitoring system consisting over 60 detectors tracing the changes in its operation. As it was mentioned, safety issues are an overriding priority for the companies dealing with the Arctic offshore petroleum production. Taking account of both international best practice and the requirement of Russian legislation, there was developed a detailed plan for the prevention and control of potential oil spills. Regular emergency training and response drilling are undertaken in the area where the rig is located to ensure maximum team skills and knowledge in the event of any emergency both offshore at or near the platform or onshore to protect coastal strip.

In conclusion, offshore petroleum production in the Arctic demands both technological innovation and safety assurance. It is necessary to use robust equipment able to work in extreme weather conditions without a chance to make mistakes. That is one of the reasons why Arctic offshore fields are developed quite slowly. Petroleum companies must be sure they reach the required level of technology and have enough amount of resources to deal with yet dangerous but promising area for the industry. Prirazlomnaya oil field is the first step in Arctic development, which is a great opportunity to get experience and improve offshore production technology even more.

### References

1. Andrey Dmitriev, Dmitriy Khudyakov, Evgeniy Popok, Timur Akhmetshin, 'Technological complex of Prirazlomnaya offshore ice-resistant fixed platform', Tomsk (2014)
2. 'Prirazlomnaya Oilfield', Offshore Technology. Accessed on 30.03.2017: <http://www.offshore-technology.com>
3. 'Prirazlomnoye', Gazprom-neft. Accessed on: 25.03.2017: <http://www.gazprom-neft.com>

### **OILS PROPERTIES BASED ON FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY IN ARCTIC WESTERN SIBERIA**

**Yu. S. Pugovkina**

Scientific supervisor D. Yu. Saltymakova  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

Immense hydrocarbon reserves are associated with the Russian Arctic, but their production and transportation are a difficult engineering task. Russia takes the leading position in the number of the northern oil and gas fields among all Arctic states; in addition, the oils within the territory are characterized by low viscosity. This fact attracts the oil companies and the government to begin exploration and development of the Russian Arctic.

Even within the Arctic region, each oil is unique in terms of composition and physical-chemical properties, which requires an individual approach when choosing a rational method of production, transportation and processing of hydrocarbons. The methods of FTIR spectroscopy and GC-MS are the most sensitive and informative methods to investigate organic and inorganic compounds structure. Therefore, the goal of this study is to investigate the application of infrared spectroscopy for the analysis of crude oils within the Russian Arctic.

**СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ**  
**(ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)**

---

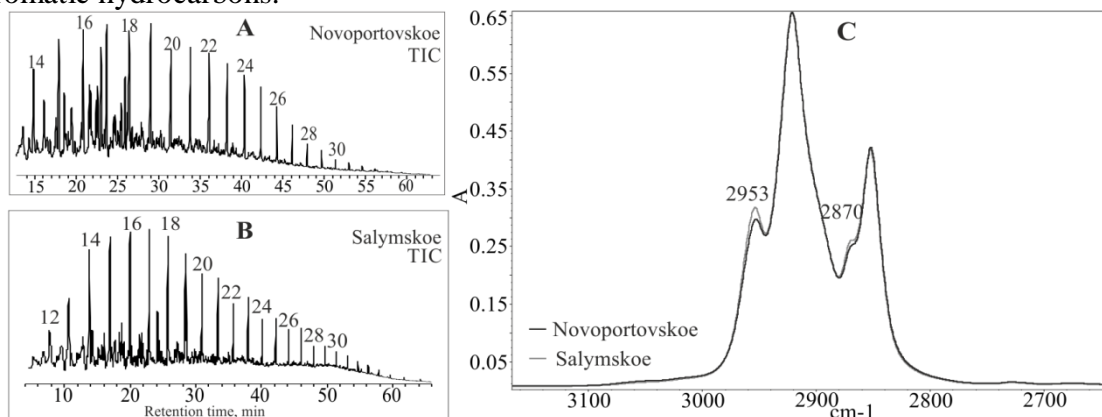
FTIR spectroscopy is based on the absorption, reflection and dispersion of infrared energy as it passes through a substance. This method is multifunctional, because it can work with liquids and solid bodies, and it became common in the water analysis. FTIR spectroscopy investigates the spectrum which either is passed through sample or is reflected from the sample surface. There are several methods of spectroscopy such as attenuated total reflection (ATR) spectroscopy, specular reflection, glancing reflection, and diffuse reflection. In this paper we investigated the crude oil samples by ATR spectroscopy, because the main advantages of this method are the ability to study non transparent samples and the relative ease of analysis.

Two n-hexane fractions of Novoportovskoe and Salymkoe oil fields were selected as the objects. The n-hexane fractions were analyzed with a Nicolet iZ10 Spectrometer in the range of  $650\text{-}4000\text{cm}^{-1}$ . FTIR spectra were interpreted based on literature data. Identification of the hydrocarbon groups was performed by on the basis of relevant books and articles.

Currently FTIR spectroscopy is a widely accepted method in the multicenter studying of the petroleum composition of different fields. The morphological composition of oils and theirs components are determined according to intensity of the characteristic absorption bands of FTIR spectra with the help of a general baseline on a fixed range  $1850$  and  $650\text{ cm}^{-1}$ . To determine the hydrocarbon and morphological composition changes of unrecovered oils which are extracted from petroliferous rocks, spectral ratios are used. They are ratio of absorption bands optical densities at frequencies of  $1710$ ,  $1600$ ,  $1380$  and  $720\text{ cm}^{-1}$ .

For more detailed research of the component composition, gas chromatography-mass spectrometry was used. It is the method to analyze mixtures of organic and inorganic matters, as well as to determine the residual amounts of substances in liquid volume. The mixture of components is segregated based on the first technology; identification of assaying and structure of matter is by a second one. As a whole, this method provides a quantitative and qualitative analysis of all components of complex mixtures, including concentration that is in tenths and hundredths of a percent's dole.

According to the physical and chemical properties, the Salymkoe field's oil, which is characterized by low density, is light. Novoportovskoe field's oil is heavy crude. Both oils are of low viscosity. In Novoportovskoe field's oil there are a lot of alkanes and cyclic hydrocarbons content than in Salymkoe oil. Salymkoe oil is enriched with aromatic hydrocarbons.

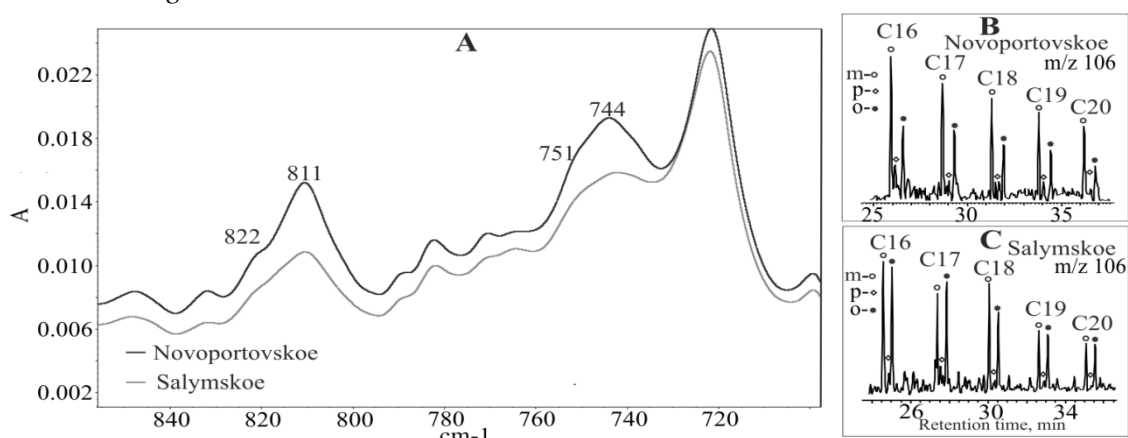


**Figure 1 – A, B – total ion current mass-chromatograms of Novoportovskoe and Salymkoe oils; C – absorbance spectrum of the oils in the ranges  $2620 - 3160\text{ cm}^{-1}$**

Within n-alkanes of Novoportovskoe field's oil, which is characterized by a higher viscosity, C<sub>15</sub>-C<sub>22</sub> homologues predominate (Fig. 1 A). The n-alkanes distribution pattern of Salysmskoe oil is characterized by a narrow peak in the area of C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub> homologues (Fig. 1 B). This distinction can be indicated by FTIR spectroscopy of the oils in the ranges 2953 and 2870 cm<sup>-1</sup>, since the ranges 2975-2950 and 2885-2860 cm<sup>-1</sup> (Fig. 1) are designated -CH<sub>3</sub> groups in molecules. In Salysmskoe field greater absorption wavelength in these ranges indicates higher abundant of -CH<sub>3</sub> bonds that was the result of higher content of the low-molecular weight n-alkanes in the mixture.

Based on FTIR spectroscopy the difference in the wave absorption in aromatic structures diapason is revealed. Figure 2 A shows that in the ranges 822 and 811, 751 and 744 cm<sup>-1</sup> the wave absorption of Novoportovskoe oil is higher than in Salysmskoe oil. This diapason characterizes the occurrence of aromatic rings mono-, di-, tri- methyl substitution.

GC-MS indicates that in the Novoportovskoe oil's distribution of mono-methyl-substituted alkyl benzenes is characterized by the greater content of methyl- substituted alkyl benzenes than in Salysmskoe ones (Fig. 2B, C). The wave absorption formation in the ranges 822 and 811, 751 and 744 cm<sup>-1</sup> could be due to the predominance of various aromatic ring substitutions.



**Figure 2 – A – absorbance spectrum of Novoportovskoe and Salysmskoe oils in the ranges 700 – 855 cm<sup>-1</sup>; B – distribution patterns m/z 106 of the oils**

FTIR spectroscopy is high-sensitivity and relatively simple method of oils' analysis. This method can determine the qualitative presence of various chemical bonds. In case of the Russian Arctic FTIR spectroscopy can be applied to identify the main group of compounds in the mixture and the nature of the aromatic ring substitution and the nature of the n-alkanes distribution.

#### References

1. Krasnoyarova N A. Efficient Use of Viscous and Heavy Oils of Russian Arctic Region, 2015.
2. Vlachos N. Applications of Fourier transform-infrared spectroscopy to edible oils (Analytica Chimica Acta 573), 2006 pp. 459-465.
3. Othmer K. Encyclopedia of Chemical Technology, fifth ed (Wiley Blackwell), 2007
4. Siesler H W, Ozaki Y, Kawata S, Heise H M. Near-infrared spectroscopy: principles, instruments, applications, 2008.
5. Niessen W M, Tinke A P. Liquid chromatography-mass spectrometry General principles and instrumentation (Journal of Chromatography A703(1-2)), 2000pp. 37-57.

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	3
<b>ПРИВЕТСТВЕННЫЕ СЛОВА</b>	13
<b>Навдаев М.П.</b> Приветствие советника руководителя Федерального агентства по делам молодежи РФ	13
<b>Смолин Б.</b> Приветственное слово полярников	16
<b>БЛАГОДАРСТВЕННЫЕ СЛОВА</b>	15
<b>Смилевец И.Д.</b> Благодарственное слово участника арктических экспедиций, члена Союза писателей и Русского географического общества	15
<b>Слепнев В.Н.</b> Благодарственное слово научного сотрудника ООО «НИИ Транснефть» (г. Москва)	16
<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>	17
<b>Чубик П.С.</b> ТПУ – научно-образовательный центр мирового уровня	17
<b>Смилевец И.Д.</b> Исследования полярниками островов Беннетта, Жохова, Новосибирских островов и острова Санникова в Арктике	26
<b>Шварцев С.Л.</b> Геохимические особенности миграции химических элементов в мерзлых породах арктических районов	34
<b>Вазим А.А., Шарапов А.В.</b> Актуальные проблемы развития нефтяной отрасли в российской Арктике	39
<b>ЛЕКТОРИЙ</b>	47
<b>Пасько О. А.</b> История полярных исследований Арктики	47
<b>Язиков Е.Г.</b> Проблемы экологии при освоении Арктики	51
<b>Гайдукова Т.А. М.К.</b> Коровин – выдающийся ученый, педагог, обосновавший нефтегазоносность Сибири, включая арктическое побережье	53
<b>Недоливко Н.М.</b> Роль воды в формировании морских газогидратов, в том числе в морях Арктики	57
<b>Zapivalov N.P.</b> Development of oil-and-gas resources of arctic shelves in the 21 <sup>st</sup> century: challenges and prospects	60
<b>МАСТЕР-КЛАСС</b>	65
<b>Иванова Г.М.</b> Развитие лучших традиций Института природных ресурсов по подготовке высококлассных творческих специалистов в современных условиях	65
<b>СЕКЦИЯ 1. ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИДЫ</b>	82
<b>Иванова Г.М., Иванова М.П.</b> Вклад русских и советских ученых в освоение Арктики	82
<b>Бучельников В.С.</b> Арктика. Её будущее, проблемы и перспективы	90
<b>Беликова Д.А.</b> Японский след – экспедиция на континент	93
<b>Беликова Д.А.</b> Японский след – возвращение домой	95
<b>Бучельников В.С.</b> Исследования томских политехников в изучении Арктики	97
<b>Вознесенская В.С.</b> Северный морской путь. Экспедиция Брусилова	99
<b>Гришин А.А.</b> Онтологическая необходимость освоения Арктики и Антарктиды для формирования общего чувства принадлежности человека к высшим ценностям: долга и свободы	102
<b>Гусева О.А.</b> Белый континент – начало пути	103

<b>Знаменщиков Д.А.</b> Вклад отечественных ледоколов в освоение Арктики	105
<b>Колодная М.И.</b> Мужество и героизм Роберта Скотта	107
<b>Каташова А.Е.</b> Ф. Нансен: Арктика – страна ледяного ужаса	110
<b>Мишунина А.С.</b> Обитатели морских глубин и шельфа Ледовитого океана	112
<b>Сивцев А.А.</b> История открытия месторождений нефти и газа в Якутии	114
<b>Серёжин Е.И.</b> Полярный капитан и исследователь А.С. Кучин	116
<b>Филимонов В.В., Фирсов С.А.</b> Белый южный континент – японский след	118
<b>Фирсов С.А., Филимонов В.В.</b> Белый континент – покорение Южного полюса	120
<b>Харьковская Н.С., Максимова Ю.А.</b> История и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики	122
<b>Чимчикова А.А.</b> Исследование дна Ледовитого океана	124
<b>СЕКЦИЯ 2. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИКИ И ИХ ОСВОЕНИЕ</b>	<b>126</b>
<b>Ковешников А.Е.</b> Палеозойские отложения северной части Западной Сибири и акватории Карского моря как перспективный нефтегазопроисводческий объект	126
<b>Ваганова Е.С., Павлова Д.А.</b> Палеозойские отложения арктической части Западно-Сибирской геосинеклизы (на примере Новопортовского нефтяного месторождения)	134
<b>Ваганова Е.С., Титов И.В.</b> Палеозойские отложения арктической части Западно-Сибирской геосинеклизы как северо-западное продолжение зоны формирования нефтяных и газовых месторождений	137
<b>Дробот Л.П.</b> Особенности добычи углеводородов на арктическом шельфе	139
<b>Дубовик Ю.Н.</b> Перспективы освоения арктических шельфовых месторождений России и усложняющие их факторы	141
<b>Жамсаранова А.Б.</b> Перспективы освоения территории российского арктического шельфа	143
<b>Заозерский Г.Н.</b> Анализ применимости морских нефтегазовых сооружений для Русановского месторождения	145
<b>Зейналов Э.Я.</b> Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности дальневосточного сектора российской Арктики	147
<b>Кажумуханова М.З.</b> Литологические особенности и органическое вещество отложений моря Лаптевых	150
<b>Кайтукаев А.Р.</b> Картирование залежей нетрадиционной (сланцевой) нефти	155
<b>Ким В.А.</b> Основные проблемы освоения арктического шельфа	157
<b>Мигранов Р.М.</b> Перспективы освоения шельфовых месторождений	159
<b>Павлова Д.А., Титов И.В.</b> Нефтегазоносные участки зоны герцинской складчатости палеозойских отложений в арктической части Западно-Сибирской геосинеклизы	160
<b>Панова Е.В.</b> Возможность применения геохимических методов для оценки перспектив нефтегазоносности арктического шельфа	162
<b>Панова Е.В.</b> Различия в составе терригенного органического материала в бассейнах растворенного, взвешенного и осадочного органического углерода на внешнем шельфе морей восточной Арктики	164
<b>Пинигина В.М.</b> Социально-экономическое положение Верхоянского района Республики Саха (Якутия) – проблемы, перспективы освоения по материалам международной молодежной междисциплинарной экспедиции «БИЛИМ-2016»	165
<b>Рубан А.С.</b> Обстановки современного осадкообразования на подводном береговом склоне губы Буор-Хая (юго-восточная часть моря Лаптевых)	167
<b>Седалищева С.И.</b> Общегеологические предпосылки перспектив нефтегазоносности северного склона Алданской антеклизы	169
<b>Сиязов А.К.</b> Добыча полезных ископаемых на арктическом шельфе	171
<b>Скирдин К.В.</b> Проблемы рационального природопользования морских нефтяных месторождений Арктики	172
<b>Титов И.В., Ваганова Е.С.</b> Нефтегазоносные карбонатные породы палеозоя	174



## СОДЕРЖАНИЕ

---

арктической части Западной Сибири (на примере Новопортовского и Бованенковского структурно-фациальных районов)	
<b>Фархутдинов М.М.</b> Применение роботизированных буровых установок для бурения на арктическом шельфе	176
<b>Фоменко А.В., Перемитина Т.О., Яценко И.Г.</b> Сравнительный анализ нефтяных ресурсов Арктики	181
<b>СЕКЦИЯ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ</b>	181
<b>Нечаев Д.А.</b> Влияние Ледовитого океана и его морей на климат планеты. Решение проблемы	181
<b>Батуева Э.М.</b> Микробиологический состав подземного водозабора г. Нарьян-Мара	184
<b>Бекирова К.В., Мошкина А.Г.</b> Комплексные исследования подземных льдов при инженерно-геологических изысканиях в районах арктической зоны РФ	186
<b>Исламова Н.И., Исламов Т.И., Агалаков Н.В.</b> Арктика – точка бифуркации в развитии глобального мира	188
<b>Козицина Ю.С.</b> Технологические аспекты межевания объектов недвижимости на землях арктического региона	190
<b>Моисеева Ю.А., Цивелев К.В.</b> Влияние изменений климата на геоэкологические риски нефтегазовой отрасли в районах вечной мерзлоты	191
<b>Скирдин К.В.</b> Проблемы изменения климатических условий российской арктической зоны	194
<b>Соловьев В.В.</b> Особенности разработки шельфа Северного моря в Арктике	196
<b>Чернов А.В.</b> Методические аспекты создания 3d кадастра в городах арктического региона РФ	198
<b>Шрамок А.В.</b> Характеристика процессов пучения грунтов на территории нефтегазовых месторождений ХМАО	199
<b>СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ</b>	203
<b>Харламов С.Н.</b> Технологии моделирования и управления процессами вихреобразования в анизотропно-неоднородных открытых и замкнутых термодинамических системах	203
<b>Афанасьев Р.Г., Гвоздырев Е.Ю., Коваленко М.Н.</b> Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния надземного нефтепровода с учетом образования трещины в условиях Крайнего Севера	208
<b>Вахитов Д.Л.</b> Комплексное моделирование виброакустических, тепловых и динамических возмущений в трубопроводе, подверженном воздействию климатических условий	210
<b>Гаевой В.А.</b> Основные проблемы строительства нефтегазовых сооружений в условиях Крайнего Севера и пути их решения	214
<b>Дедеев П.О.</b> Механизмы ламинарно-турбулентных переходов при транспорте вязких и вязкопластических сред в трубопроводах	217
<b>Елистратова О.В.</b> Моделирование колебаний трех соосных упругих цилиндрических оболочек, жестко защемленных на концах, взаимодействующих с двумя слоями жидкости, находящимися между ними, при пульсации давления	220
<b>Ковалева И.А., Черненко А.В.</b> Математическое моделирование гидроупругих колебаний пластины, установленной на грунте и взаимодействующей со штампом через слой вязкой жидкости	221



<b>Константинов М.В.</b> Подводный буровой комплекс для освоения ресурсов шельфа Арктики	224
<b>Мельникова С.А., Максимова Ю.А.</b> Проблемы технического освоения при разработке российского арктического шельфа	226
<b>Николаев Е.В.</b> Исследование сепарационных процессов углеводородных сред в режимах работы аппаратов предварительной подготовки нефти	228
<b>Николаев Е.В.</b> Анализ современных подходов к прогнозированию процессов разделения многокомпонентных углеводородных систем	230
<b>Попова Е.В.</b> Математическое моделирование взаимодействия круглой пластины с грунтом и вязкой жидкостью на базе одномассовой модели	232
<b>Уваров Д.А., Шамуратов А.О., Баклушин Т.Ю.</b> Сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния участка трубопровода в мерзлом грунте	234
<b>Фатьянов Д.С.</b> Управление термодинамическими возмущениями при течении вязких сред по трубопроводу с коническим переходом в тупиковых ответвлениях	236
<b>Чехлов А.Н.</b> Повышение эффективности сооружения и эксплуатации магистрального нефтепровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов	240
<b>СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ</b>	243
<b>Исаев В.И.</b> Геологическое приложение геотермии как метода разведочной геофизики на арктических землях Западной Сибири	243
<b>Байкенжина А.Ж.</b> Газогидратная гипотеза причин выбросоопасности угольных пластов и проблема их геолого-геофизического прогноза	246
<b>Бычкова Д.А.</b> Перспективы нефтегазоносности российского шельфа Баренцева моря	248
<b>Искоркина А.А., Исагалиева А.К.</b> Влияние палеоклиматических факторов на геотермический режим нефтематеринских отложений арктических районов Западной Сибири	250
<b>Лунёва Т.Е.</b> Зональное районирование нефтеносности палеозойского резервуара Нюрольской мегавпадины	252
<b>Стоцкий В.В., Прохорова П.Н.</b> Зональное районирование нефтеносности баженовской свиты (южный сегмент Колтогорско-Уренгойского палеорифта)	254
<b>Шакиров А.Б., Лунёва Т.Е.</b> Геолого-геофизическая модель нефтеносности доюрского разреза Усть-Тымской мегавпадины	256
<b>СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ</b>	258
<b>Мункужапов В.Г., Суворина П.Л., Космынина Н.М.</b> Характеристики Северного морского пути	258
<b>Чистихин А.Е., Космынина Н.М.</b> Энергообеспечение Арктики	260
<b>Шарыгина Т.С., Толкачев Н.В., Космынина Н.М.</b> Характеристики российских ледоколов Северного морского пути	262
<b>Тюлькин Л.Х., Попов П.И.</b> Применение судов на воздушной подушке в условиях Крайнего Севера	264
<b>Казанцева О.В., Волженина А.Ю., Колчегосева А.Н.</b> История освоения Северного морского пути	267

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>СЕКЦИЯ 7. ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ, ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ</b>	272
<b>Вознесенская В.С., Косторной А.О.</b> Физиологические и биохимические адаптации в условиях Крайнего Севера	272
<b>Гришин А.А.</b> Онтологические способности человеческого мышления в условиях арктического климата	274
<b>Гришина Е.А.</b> Психологическая адаптация русского человека в условиях арктического климата	276
<b>Дубинский А.С.</b> Качество жизни у арктического населения	278
<b>Скирдин К.В.</b> Психоэмоциональные проблемы дезадаптации человека в условиях Арктики	280
<b>Чешкова Ю.Н.</b> Удовлетворенность трудом у населения Арктики	282
<b>Ялаев Б.И., Глушкова Н.А.</b> Функциональное питание в условиях Арктики	284
<b>Минеев В.Е., Аксёнова М.В., Сербина А.С.</b> Профессиональные риски работников в условиях Севера	285
<b>Ахмеджанов Р.Р., Федотов А.С., Бейсенова Р.Р.</b> Исследование влияния нитрозодиметиламина на биохимические показатели крови лабораторных животных	288
<b>СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА</b>	294
<b>Чухарева Н.В.</b> Основные положения концепции устойчивого развития применительно к арктическим проектам	294
<b>Айсмагуллин И.Р., Слепнёв В.Н., Шестаков Р.Ю.</b> Методика разработки защитных мероприятий для территорий арктической зоны РФ в местах прокладки магистральных трубопроводов	397
<b>Клим Д.О.</b> Реакция арктических ландшафтов на современные климатические условия: мыс Желания архипелага Новая Земля	299
<b>Лымарев А.В.</b> Проблемы накопления и утилизации различных отходов на территории Арктики	301
<b>Мильке А.А.</b> Исследования отказов промысловых трубопроводов в результате процесса коррозии в условиях Крайнего Севера	303
<b>Собакина М.П., Заровняев Б.Н., Портнягина В.В.</b> Обоснование горно-технической рекультивации земель при разработке россыпных месторождений золота и алмазов в арктической зоне РФ	305
<b>Хорошко А.П., Зернаев В.А.</b> Планетарные изменения в связи с глобальным потеплением в Арктике	307
<b>СЕКЦИЯ 9. КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ</b>	311
<b>Житков В.Г., Поцелуев А.А., Кринин В.А.</b> Исследование геологического строения нефтегазоносных областей по материалам космических съемок	311
<b>Дробот Л.П.</b> Осцилляторный датчик температуры с частотным выходом для арктических широт	317
<b>Иванов М.В., Тыщенко Е.В., Кичко К.В.</b> Ландшафтно-геоэкологические исследования Арктики с целью выявления месторождений полезных ископаемых, оценки и прогнозирования экологических условий и сейсмичности территории	319

<b>Лазебная М.А.</b> Применение семейства подводных автономных беспилотных аппаратов для мониторинга трубопроводов и аквальных систем шельфовых месторождений	321
<b>Малыгин П.В.</b> Проект системы мониторинга состояния Арктики	324
<b>Назаренко А.В.</b> Методы исследований космических объектов и вклад томских ученых в совершенствование технологий	326

**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**

<b>Ерофеев В.И.</b> Новейшие технологии нефте- и газопереработки для получения нефтепродуктов в условиях Арктики	330
<b>Ануфриев Р.В., Волкова Г.И.</b> Улучшение свойств высокопарафинистой нефти	333
<b>Бикбаева В. Р., Бубеннов С.В., Григорьева Н.Г.</b> Синтез низкозастывающих масел на основе олигомеров децена на микро- и микро-мезопористых цеолитах Y	336
<b>Брославский Н.В., Морозов М.А., Восмериков А.В.</b> Переработка тяжелого нефтяного сырья в присутствии порошков WC	337
<b>Власова Н.Д., Джалилова С.Н., Егорова Л.А., Ерофеев В.И.</b> Результаты исследований отработанных катализаторов, модифицированных ГПС Mo-Vi-Co, в процессе превращения прямогонных бензинов в высокооктановые бензины	340
<b>Восмериков А.А., Восмерикова Л.Н.</b> Исследование превращения пропана на Ga-содержащем цеолитном катализаторе, подвергнутом термopаровой обработке	343
<b>Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Илолов А.М., Курашов И.А.</b> Получение авиационного топлива превращением этилового спирта на цеолите HZSM-5	345
<b>Ильина А.А., Петренко Т.В.</b> Характеристика содержания металлов в нефтяных месторождениях российской Арктики	347
<b>Кондратенко А.Д., Карпов А.Б., Мещерин И.В.</b> Перспективы освоения Штокмановского ГКМ с применением технологии Фишера-Тропша	349
<b>Сосновская К.М., Козленко Я.А., Величкина Л.М.</b> Изучение закоксованных цеолитных катализаторов, модифицированных оксидами олова, процесса конверсии прямогонных бензинов в высокооктановые бензины	351
<b>Кошкина О.Д., Величкина Л.М.</b> Совместная переработка пропан-бутановой фракции и гептана на ZSM-5 освоения Штокмановского ГКМ с применением технологии Фишера-Тропша	354
<b>Льонг В.Ф., Савиных Ю.В.</b> Увеличение выхода арктических масел из гудрона при механических и физических воздействиях	357
<b>Маношкин Н.С., Степанов А.А., Коробицына Л.Л.</b> Влияние условий приготовления Mo-содержащих цеолитных катализаторов на их активность в реакции неокислительной конверсии метана	359
<b>Мигачева Д.С., Хасанов В.В., Ерофеев В.И.</b> Конверсия пропан-бутановой фракции в арены на цеолитных катализаторах, модифицированных оксидом цинка	361
<b>Нажису</b> Опыт применения комбинированных химических методов увеличения нефтеотдачи пластов в Китае	364
<b>Нестерович Д.А., Кривцов Е.Б., Иовик Ю.А., Головки А.К.</b> Исследование состава и выявление закономерностей термической деструкции компонентов гудрона в присутствии карбоната кальция	366
<b>Никитина Т.А., Величкина Л.М.</b> Изамеризация N-алканов C6-C8 на различных высококремнеземных цеолитах	368
<b>Очердько А.Н., Кудряшов С.В., Рябов А.Ю.</b> Перспективность применения плазмохимии для получения ценных продуктов в арктических условиях	370
<b>Степанов А.А., Коробицына Л.Л.</b> Исследование дегидроароматизации метана на промотированных Mo/ZSM-5 катализаторах	373

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Хасанов В.В., Джалилова С.Н., Богданкова Л.А., Ерофеев В.И.</b> Исследование процесса конверсии низших алканов С3-С4 в арены на цеолитных катализаторах, модифицированных сульфидом цинка	375
<b>СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И ЕЁ РЕСУРСОВ. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ</b>	378
<b>Меньшикова Т.Н., Кауров И.А., Максанова Л.Б.-Ж.</b> Туристское освоение Арктики: перспективы и проблемы	378
<b>Аксёнова М.В., Минеев В.Е., Плешакова В.Е.</b> Способы переработки нефтесодержащих отходов в условиях Крайнего Севера	380
<b>Антоненко О.А.</b> Монетизация углеводородного сырья арктического шельфа	382
<b>Бибикова Т.С.</b> Эколого-экономические аспекты химического загрязнения окружающей среды при освоении районов Крайнего Севера	385
<b>Воловик Ю.В.</b> Правовые проблемы ликвидации накопленного загрязнения в районах Арктики	387
<b>Герасимова Н.А., Шевчук Ю.В., Галкина А.В.</b> Добыча нефти и газа на крупных месторождениях арктического шельфа России	389
<b>Гермаханов Ш.А.</b> Государственное регулирование геологоразведочных работ арктического шельфа	391
<b>Гривцова И.С., Глызина Т.С.</b> Использование договорных и согласованных тарифов на транспортировку нефти магистральными трубопроводами	393
<b>Данилов А.И., Ваганов А.В.</b> Совершенствование российского законодательства в области охраны арктических вод в процессе ведения хозяйственной деятельности	395
<b>Ерёмко З.С., Бардаханова Т.Б.</b> Оценка эффективности реализации инвестиционных проектов в сложных природно-климатических и эколого-экономических условиях	397
<b>Костарев С.Д., Горбачев Г.А., Шешин П.В.</b> Перспективы и проблемы освоения арктического шельфа	399
<b>Костарев С.Д., Горбачев Г.А., Шешин П.В.,</b> Проблема инвестиционной деятельности в НГК	402
<b>Назаренко А.В.</b> Степень изученности и экономическая готовность Российской Федерации к освоению Арктики	405
<b>Парфинович А.К., Дедкова Т.А., Глызина Т.С.</b> Экономико-правовые механизмы стимулирования недропользования в арктической зоне Российской Федерации	408
<b>Провоторова Е.А., Покровская А.Г.</b> Проблемы стратегической экологической оценки освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа	411
<b>Тугутова С.С., Родионова Н.А.</b> Оптимизация трудозатрат на выполнение работ по формированию геолого-геофизической базы данных и оперативной интерпретации данных геофизических исследований скважин	413
<b>Чернов В.В.</b> Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка в России и в мире	418
<b>Шарапов А.В.</b> Перспективы освоения арктической территории России: основные проблемы и пути их решения.	422
<b>Шор В.О.</b> Некоторые проблемы перехода предприятий, ведущих деятельность в Арктике, на наилучшие доступные технологии	427
<b>Шульц И.Н.</b> Правовые основы сбережения уникальных экологических систем Арктики	429
<b>СЕКЦИЯ 12. АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ (ДОКЛАДЫ НА АНГЛИЙСКОМ И НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКАХ)</b>	431
<b>Almaz D. Y.</b> The Arctic population mental health indicators	431
<b>Andreeva Ju.</b> Russian exploration of Arctic: from history to modernity	433
<b>Nazarenko A. V.</b> Research methods of space objects and the contribution of Tomsk	434

scientists into the development of technology

<b>Mednikova M. I.</b> Prospects assessment of underground reservoirs use at development of oil and gas fields on the Russian Arctic shelf	436
<b>Loskutov V.V.</b> Development of program complex for studying Arctic aerosol extinction	438
<b>Solovev V.V.</b> Russian petroleum industry in the Arctic: in the state of Prirazlomnaya field	440
<b>Pugovkina Yu. S.</b> Oils properties based on Fourier transform infrared spectroscopy in Arctic Western Siberia	442
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	445

## Международная научно-образовательная лаборатория ИПР ТПУ изучения углерода арктических морей



### Семилетов Игорь Петрович

Ведущий ученый, профессор университета Аляска Фэрбанк (University Alaska Fairbanks), профессор ТПУ, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией арктических исследований ТОИ ДВО РАН

Международная научно-образовательная лаборатория изучения углерода арктических морей создана при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения научно-исследовательских работ по направлению «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий» (Договор от 19 марта 2014 г. № 14.Z50.31.0012).

### Цель проводимых лабораторией исследований

- Основная цель проекта – выявление особенностей функционирования экосистемы Сибирского арктического шельфа в современных условиях и в прошлом под воздействием потепления и усиливающейся деградации подводной и прибрежной мерзлоты в контексте изучения механизма формирования эмиссии основных парниковых газов: двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) и метана ( $\text{CH}_4$ ), а также перекачки органического углерода из наземного пула деградирующей мерзлоты в море. Особое внимание в рамках данного проекта уделяется особенностям расконсервации древнего углерода, его транспорту и трансформации в арктической системе суша-шельф-атмосфера.
- Выявление и характеристика процессов, ответственных за современную и будущую эмиссию основных парниковых газов, метана и двуокиси углерода, из Сибирского арктического шельфа в атмосферу с фокусом на изучении Восточно-Сибирского арктического шельфа, который представляет наиболее широкий и мелководный шельф Мирового океана.
- Количественная оценка скорости атмосферной эмиссии основных парниковых газов и определение, насколько эти процессы важны для регионального и глобального баланса метана и двуокиси углерода, а также для цикла углерода в Арктике в целом.
- Количественная оценка скорости деградации подводной мерзлоты в контексте создания модели трансформации метанового потенциала и выброса метана в водную толщу — атмосферу для различных сценариев изменения климата.



- Выявление особенностей функционирования экосистемы Сибирского арктического шельфа в современных условиях и в прошлом под воздействием потепления и усиливающейся деградации подводной и прибрежной мерзлоты в контексте изучения механизма формирования эмиссии основных парниковых газов: двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) и метана ( $\text{CH}_4$ ), а также перекачки органического углерода из наземного пула деградирующей мерзлоты в море.
- В рамках проекта выявляются основные причины наблюдаемого в Арктике атмосферного максимума  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , который является результатом дисбаланса цикла углерода. В качестве основного объекта исследований выбран шельф морей Восточной Арктики (МВА) - самый широкий и мелководный шельф Мирового океана, где сосредоточено более 80% подводной мерзлоты и гигантские запасы углерода, включая гидраты.



### Основные задачи исследований лаборатории

Основными задачами МНОЛ ИУАМ являются проведение научных исследований по направлению «Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий», включая:

- осуществление научно-исследовательской деятельности (в рамках заявленного направления исследования), в том числе для правительственных и неправительственных организаций, иных юридических и физических лиц;
- изучение и обобщение отечественного и мирового опыта по направлению научных исследований;
- распространение результатов научных исследований;
- привлечение к научно-исследовательской работе студентов ТПУ, научно-педагогических и других работников ТПУ;
- использование результатов научных исследований и разработок в образовательном процессе;
- организация совместной научно-исследовательской деятельности с российскими, зарубежными и международными организациями.

### Первоочередной задачей является выявление:

1. масштабов деградации подводной мерзлоты-гидратов, количественная оценка потоков метана в атмосферу и метанового потенциала МВА (запас метана в форме гидратов, свободного газа и метана, который может образоваться из органического вещества оттаивающих осадков);
2. генезиса  $\text{CH}_4$  в различных морфоструктурах МВА, что требует комплексного и междисциплинарного подхода с использованием возможностей лучших аналитических лабораторий в России и за рубежом.
3. Другим важным направлением исследований является изучение характерных особенностей миграции  $\text{CO}_2$  в системе суша-океан-атмосфера в Восточно-Сибирском регионе, который наиболее подвержен современному потеплению, что проявляется в экстремально высоких скоростях деградации мерзлоты (кладовой гигантских запасов органического углерода), окислении эрозивного углерода до  $\text{CO}_2$  и асидификации (подкисления) вод. Особое внимание в рамках данного проекта уделяется особенностям расконсервации древнего углерода, его транспорту и трансформации в арктической системе суша-шельф-атмосфера.

### Партнеры лаборатории

- Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН
- Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
- Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук
- Стокгольмский университет (Швеция)
- Гетеборгский университет (Гетеборг, Швеция)
- Университет Аляска Фэрбанкс (США)
- Утрехтский университет (Нидерланды)
- Манчестерский университет (Великобритания)

### **КОНТАКТЫ:**

✉ 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ТПУ, ИПР, МНОЛ ИУАМ  
📍 пр. Ленина, 2а, стр.5, корпус ТПУ №20, ауд. 221,  
📍 ул. Советская, 73, Корпус ТПУ №1, ауд. 217  
☎ +7 (3822) 42-63-81

[https://tpu.ru/cooperation/world/international-labs/mnol\\_iuam](https://tpu.ru/cooperation/world/international-labs/mnol_iuam)



## Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ



*Вход в Центр*

политехнического университета при поддержке НК «ЮКОС» был открыт Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела. Обучение в Центре проводится на основе магистерских программ шотландского университета Heriot–Watt (Шотландия, г. Эдинбург). Центр осуществляет подготовку специалистов по трем направлениям: Нефтяной инженеринг (MSc in Petroleum Engineering), Геология нефти и газа (MSc in Reservoir Evaluation) и Технология нефти и газа (Msc in Oil and Gas Technology). Обучение в Центре проходит в течение 12 месяцев и дает слушателям

В последнее время крупнейшие нефтяные компании мира ставят перед собой ряд вопросов, решение которых будет способствовать развитию отрасли: интенсификация добычи нефти, развитие технологий добычи и др. Все больше внимания уделяется качеству образования работников, уникальности их знаний и пониманию процессов, происходящих на рынке нефти. Появление новых технологий на нефтедобывающих предприятиях требует участия специалистов, обладающих комплексными знаниями. В связи с этим, в сентябре 2001 года на базе Томского



*Лекция*

интегрированные знания и навыки командной работы, что является необходимым условием для успешной карьеры в современной нефтегазовой промышленности.

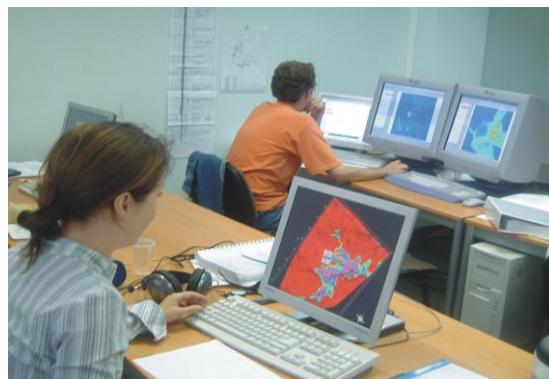
Лекции читаются на английском языке профессорами Эдинбургского университета, а также аккредитованными преподавателями Центра. После завершения программ слушатели приобретают образование международного стандарта, степень магистра университета Heriot–Watt и диплом о профессиональной переподготовке Томского политехнического



*Студенты в библиотеке*

университета. Каждая магистерская программа состоит из 4–х семестров, во время которых слушатели посещают лекционные и практические занятия.

Обучение ведется по основным специальным дисциплинам: нефтепромысловая геология, геофизика, физика пласта, разработка месторождений, моделированию, технологии добычи, бурению и экономике. По каждой дисциплине студенты сдают письменные экзамены на английском языке. Знания, полученные в рамках теоретических модулей, затем реализуются на практике при выполнении группового проекта,



*В компьютерном классе*



главная цель которого – интеграция полученных знаний при работе с реальными промышленными данными. Студенты защищают свои групповые проекты перед экспертной комиссией. Имея все необходимое оборудование, Центр проводит видео–конференции с университетом Heriot–Watt в режиме реального времени. Поэтому в состав экспертной комиссии входят также и преподаватели из Эдинбурга. Более глубокие знания по выбранной специализации слушатели получают при работе над индивидуальными проектами, когда каждый студент проводит исследование по конкретной проблеме и по результатам работы подготавливает отчет. Индивидуальные проекты разрабатываются с учетом реальных проблем нефтяных и газовых месторождений.

Данная исследовательская работа является эквивалентом магистерской диссертации. Центр имеет современное техническое оснащение – более



**Зал 3D-визуализации.  
Защита геологами дипломных работ**

150 персональных компьютеров, 5 рабочих станций SUN и единственный в Сибири зал 3D–визуализации. Данный зал используется в учебном процессе и позволяет наглядно продемонстрировать модель месторождения в трехмерном пространстве. Для практической работы Центр располагает грантами на использование специализированного программного обеспечения: Shlumberger GeoQuest, Landmark Graphics, EPS, Bentley, Aspen Technology.

Для студентов и преподавателей в Центре имеется своя библиотека, где собрана учебная литература по основным модулям, которые читаются во время обучения. Информация представлена на бумажных носителях, видеокассетах и компакт–



**Вручение дипломов магистрам в  
Британском посольстве**

дисках на русском и английском языках. Кроме этого, Центр располагает периодическими специализированными изданиями и справочной литературой. Библиотека постоянно пополняется новинками.

На сегодняшний день уже третий набор слушателей готовится к получению магистерских дипломов. Выпускники Центра прошлых лет уже проявили себя как опытные и высококлассные специалисты в различных компаниях нефтяного сектора. Качественные знания и системность мышления делают выпускников конкурентоспособными на рынке труда.



**Выпускники ЦППСНД в посольстве  
Британии**

**Обучение в ЦППСНД ТПУ по магистерским программам  
шотландского университета  
Heriot-Watt  
WWW.HW.TPU.RU**



Лицензия на право образовательной деятельности  
Серия А № 169068 от 01.06.2005.



**Инновационный  
научно-образовательный**

## **ЦЕНТР**

**подготовки специалистов  
трубопроводного транспорта нефти и газа**

**Адрес: г. Томск, пр. Ленина, 2,  
строение 5 (20 корпус ТПУ),  
Россия, 634050.**

**Телефон: +7(3822) 42-61-53,  
Факс: +7(3822) 41-90-17.**

**E-mail: [ktxng@tpu.ru](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)**

**Почтовый адрес:  
г. Томск, пр. Ленина, 30,  
ТПУ, Россия, 634050**





## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа



Инновационный научно-образовательный центр создан с целью подготовки для ведущих транспортных и нефтегазодобывающих компаний специалистов мирового уровня с исключительными компетенциями в области транспортирования и хранения нефти и газа

Научный руководитель: Рудаченко Александр Валентинович, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа

### О ЦЕНТРЕ

Центр создан на базе кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета и обеспечивает подготовку магистров по Double – Degree программе.

Центр обладает современными мультимедийными классами, научно-исследовательскими лабораториями, конференц-залом с системой 3D-визуализации.

Учебный процесс проходит с использованием самого современного оборудования и программных продуктов: программы CFD, AUTODYN, LS-DYNA, Turbo Tools, Parallel processor, Spider Project, Fluent, стенд гидравлический универсальный ТМЖ 2, стенд «Гидродинамика», А1040М ПОЛИГОН - низкочастотный ультразвуковой томограф, дефектоскопы, цифровая акустико - эмиссионная система Valen AMSY-5, тепловизор, вибродиагностическое оборудование, ультразвуковой сканер, система лазерной центровки валов, лазерный доплеровский измеритель скорости потока (ЛДИС) и многое другое.

### ЦЕНТР ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ

- лабораторию гидрогазодинамики;
- лабораторию моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородного сырья;
- лабораторию технической диагностики оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию неразрушающих методов контроля;
- лабораторию трубопроводно-строительных материалов;
- лабораторию геодезического обеспечения строительства нефтегазопроводов и хранилищ;

- лабораторию оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию противокоррозионной защиты;



- лабораторию проектирования газонефтепроводов и хранилищ;
- лекционные аудитории;
- компьютерные и мультимедийные классы;
- кабинеты курсового проектирования.



## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

### ОБУЧЕНИЕ В ЦЕНТРЕ

Обучение проходит по очной форме продолжительностью 2 года. Первый учебный год предполагает обучение по магистерской программе ТПУ «Надежность газонефтепроводов и хранилищ». Параллельно проводятся интенсивные языковые курсы, чтобы подготовить будущих магистров ко второму году обучения.

Обучение на втором курсе выполняется по методическим разработкам University of Calgary по магистерской программе Pipeline Engineering. Занятия проводятся на английском языке профессорами университета Калгари и преподавателями Томского политехнического университета, прошедшими специальную стажировку в Канаде.



Слушатели Центра, при успешном окончании обучения, получают степень магистра соответствующей специальности университета Калгари и диплом магистра ТПУ, что гарантирует им трудоустройство в компаниях нефтегазовой отрасли и проектных институтах.



**Преподавательский состав** – 15 человек, в том числе: 2 профессора, доктора технических наук и 8 доцентов, кандидатов технических наук.

### МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

#### Структура программы подготовки:

- теоретическая подготовка: 3 сем.- 756 часов аудиторных занятий;
- самостоятельная работа магистра: 3 сем. – 1170 часов;
- научно-исследовательская работа: 3 сем. – 774 часа;
- научно-исследовательская практика – 216 часов;
- подготовка и защита магистерской диссертации: 1 сем. – 1080 часов.

**Всего:** специализированной подготовки – 3996 часов.

#### Дисциплины направления магистерской программы:

- современные проблемы науки;
- история и методология науки;
- компьютерные технологии в науке и образовании;
- философские проблемы естественных, гуманитарных и технических наук;
- мировая экономика нефтегазовых ресурсов;
- финансово-экономический анализ нефтегазовых проектов;
- основы ресурсо- и энергосберегающих технологий углеводородного сырья;
- современные представления о нефтяных дисперсных системах;
- физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем;
- автоматизация управления нефтегазовыми технологическими процессами и производствами;
- иностранный язык.

#### Специальные дисциплины магистерской подготовки:

- мониторинг оборудования трубопроводного транспорта;
- компьютерные технологии решения задач трубопроводного транспорта;
- автоматизация проектирования систем трубопроводного транспорта;



## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

- прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов.



### Требования к кандидатам:

- средний балл по диплому не менее 4,5;
- профессиональная ориентированность в области технических наук (механика, гидравлика, сопротивление материалов, основы конструирования, сварка, технология металлов и конструкционных материалов);
- способность к обучению и переобучению;
- знание английского языка;
- мобильность;
- знание компьютера;
- возраст до 35 лет.



### ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- сочетать в себе углубленные знания по теории надежности технологического оборудования с учетом динамических, гидромеханических и термодинамических процессов при его эксплуатации;
- владеть современными компьютерными средствами группового и индивидуального проектирования газонефтепроводов и хранилищ с использованием геоинформационных технологий;
- проводить нестандартные расчеты по оптимизации технологических режимов транспортирования нефти и газа с учетом эксплуатационных параметров оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- в совершенстве владеть методами моделирования сложных гидродинамических процессов, выбирать оптимальные технологические режимы перекачки нефти и газа и параметры трубопровода с учетом профиля трассы;
- знать современные системы технического обслуживания и ремонта оборудования газонефтепроводов и направления их дальнейшего развития;
- в совершенстве владеть иностранным языком.

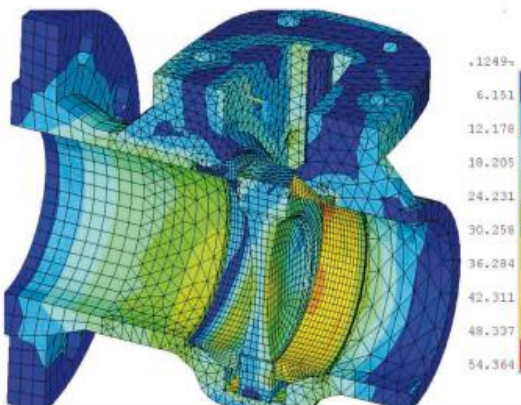
### КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СПЕЦИАЛИСТОВ:

- способность проводить сложные аналитические расчеты по анализу динамических, гидравлических и термодинамических характеристик оборудования трубопроводного транспорта;
- умение пользоваться сложным современным экспериментальным оборудованием при исследовании процессов, влияющих на эксплуатационные и прочностные характеристики газонефтепроводов и хранилищ;
- владение современными методами группового проектирования объектов трубопроводного транспорта с использованием автоматизированных систем управления проектами;
- знание современных методов повышения надежности оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа на этапах проектирования и эксплуатации;
- умение работать в команде.

## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

### НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

- диагностика, оценка и прогноз технического состояния трубопроводов и насосно-компрессорного оборудования с использованием вибродиагностического и тепловизионного оборудования;



- исследование и оценка коррозионного состояния трубопроводов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопровода и оборудования (применяются экспериментальные методы и методы численного моделирования с использованием методов конечных элементов);
- повышение надежности технического состояния трубопроводов;
- разработка новых типов природных сорбентов для локализации и утилизации аварийных разливов нефти;
- прикладные и фундаментальные, численные и экспериментальные исследования в ламинарных и турбулентных, прямоочных и закрученных потоках жидкостей и газов в трубопроводах со сложной границей области движения рабочей среды.



### ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА ПО НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ И ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ:

- ОАО «АК «Транснефть»;
- ОАО «Газпром»;
- ООО «Стройтрансгаз»;
- ООО «Сибтрубопроводстрой»;
- ООО «Старстрой»;
- ОАО «Гипротрубопровод»;
- ОАО «ВНИИСТ»;
- ТомскНИПИнефть;
- Университет г. Калгари (Канада);
- Институт нефти и природного газа университета г. Мишкольц (Венгрия);
- Институт турбулентности г. Марселя (Франция);
- Институт нефти и газа г. Парижа (Франция);
- Институт технической теплофизики НАН Украины;
- Европейская организация исследований вопросов промышленной теплотехники МАТЭК (Словакия, Италия, Голландия, Германия, Украина).



### КОНТАКТЫ:

634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 2, строение 5 (20 корпус ТПУ).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Тел.: +7(3822) 42-61-53,  
Факс: +7(3822) 41-90-17.  
E-mail: [ktxng@tpu.ru](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)  
Почтовый адрес:  
634959, Россия, г. Томск,  
пр. Ленина, 30, ТПУ.





# ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Международный инновационный  
научно-образовательный центр

## «Урановая геология»



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»



### Цель создания центра:

подготовка элитных специалистов в области геологии, поисков и разведки месторождений руд редких и радиоактивных элементов для минерально-сырьевого уранового комплекса России, высококвалифицированных геологов, подготовленных к профессиональной деятельности с учетом современных рыночных отношений и наукоёмких технологий.

Руководитель: Рихванов Леонид Петрович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Заслуженный геолог РФ, Заслуженный деятель науки РФ

### СТРУКТУРА МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»

- Учебно-научная лаборатория оптической и электронной микроскопии
- Учебно-научная лаборатория изотопной спектроскопии
- Учебно-научная лаборатория геотехнологии
- Учебно-научная лаборатория микроэлементного анализа
- Учебно-научная лаборатория ядерно-геохимических исследований

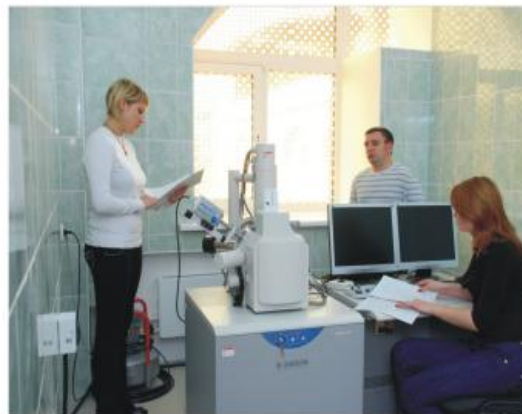
### МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ» (Срок обучения: 2 года. Степень: магистр геологии)

Необходимость реализации магистерской программы «Геология, поиски и разведка руд редких и радиоактивных элементов» вызвана **потребностью отечественных и зарубежных компаний, занимающихся разработкой урановых и редкометалльных месторождений в специалистах, умеющих интегрировать весь комплекс доступных данных по месторождениям урана (геохимия, минералогия, ядерная геофизика, радиогидрогеохимия и гидрогеология и др.):**

- для прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений урана и редких элементов на основе системного анализа всех совокупных данных по минералого-геохимическим, геофизическим и другим характеристикам объектов;
- для создания моделей формирования урановых и редкометалльных месторождений и обоснования способа их отработки с максимальной эффективностью и наименьшим воздействием на окружающую среду.

Подготовка специалистов нового уровня основана на реализации следующих основных принципов:

- **принцип элитарности:** набор лучших из лучших из 12 вузов России;
- **принцип элитарности научных, инженерных и педагогических школ:** 40-летний опыт подготовки геологов-редкометаллических; привлечение ведущих специалистов России и Мира для чтения мастер-курсов;



- **принцип уникальности образовательных программ и технологий с использованием мировых информационных ресурсов и HiTek оборудования:** ядерный реактор, альфа-и гамма-спектрометры, электронные и оптические микроскопы и анализаторы, коллекции минералов и руд всего Мира;

- **принцип стратегического партнёрства:** ООО «Компания «Базовый элемент» («БазЭл»), Университет Нанси (Франция), ФГУП «Урангео», Россия, производственные компании «Казатомпром», Казахстан и др.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

### КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДГОТОВЛИВАЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- Наши выпускники умеют то, что не умеют выпускники потенциальных конкурентов. Наши выпускники привносят в компании уникальные компетенции.
- Создают модели месторождений.
- Разрабатывают прогнозно-поисковые критерии и признаки для выявления месторождений на основе моделирования.
- Выбирают и обосновывают технологии эксплуатации на основе использования численных методов моделирования миграции радионуклидов и формирования месторождений урана (3D - визуализация).
- Подготавливают ТЭО проектов разработки месторождений в соответствии с международными стандартами.
- Умеют получать новую минералого-геохимическую информацию с использованием современных ядерно-физических методов, в том числе на базе ядерного реактора.

- Управление проектами – менеджмент.
- Свободно владеют английским языком.



### КЛЮЧЕВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ, К РЕШЕНИЮ КОТОРЫХ ПОДГОТОВЛЕНЫ ВЫПУСКНИКИ:

- Поиски, разведка, геолого-экономическая оценка и разработка месторождений радиоактивного и редкометалльного сырья.
- Поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях.

- Создание модели месторождения. Моделирование для оценки запасов руд и выбора кондиционных параметров.
- Разработка прогнозно-поисковых моделей различных геолого-промышленных типов месторождений.

### ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Первый год** обучения в магистратуре включает изучение дисциплин общего направления, предусмотренных для этой специальности требованиями ГОС ВПО Министерства образования и науки РФ.

**Второй год** обучения предусматривает обучение по дисциплинам узкой специализации с прохождением научно-исследовательской и производственной практик в одной из урановодобывающих компаний.

- Минералогия радиоактивных элементов;
- Геохимия радиоактивных элементов;
- Промыленно-генетические типы месторождений радиоактивных элементов. Металлогения;
- Радиогидрогеология и гидрогеохимия;
- Методы исследования радиоактивных руд;
- Геофизические методы при разведке и разработке урановых месторождений;
- Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии;
- Рациональная методика прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений руд, редких и радиоактивных элементов;
- Техничко-экономическое обоснование проектов разработки месторождений по международным стандартам;

- Геотехнология добычи урановых руд;
- Основы технологии и переработки ядерных сырьевых материалов;
- Технология бурения эксплуатационных скважин при отработке месторождений урана методом ПСВ;
- Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов;
- Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

### НАУЧНАЯ ШКОЛА И ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ

Международный инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов в области урановой геологии создаётся на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ, которая ранее под названием «Кафедра Геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов» с 1956 года на протяжении 35 лет готовила специалистов для Первого Главка Министерства Геологии СССР, главной задачей которого было обеспечение страны урановым сырьём.

История создания кафедры уходит в далёкие 30-е годы, когда создавалась кафедра Месторождений полезных ископаемых. Она была открыта в 1931 году. Организатор и первый заведующий – член-корреспондент АН СССР **Ф.Н. Шахов**.

В 1954 году из состава кафедры месторождений полезных ископаемых была выделена в связи с открытием специализации по геологии редких и радиоактивных элементов (приказ Мингео СССР от 29.09.1954 г.) кафедра геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов (зав. кафедрой профессор В.К. Черепнин).

С 1956 г. по 1997 гг. по урановому профилю было выпущено 756 специалистов-редкометаллургов, в т.ч. 61 чел. получили дипломы с отличием.

**Таким образом, за этот период времени сложился коллектив преподавателей и выпускников, знающих урановую геологию, умеющих решать как тактические, так и стратегические задачи.**

**На кафедре сформировалась общепризнанная школа по урановой геологии и геохимии, имеющая традиции, опыт работы и, сравнительно молодые кадры, способные вести подготовку геологов-уранщиков на новом качественном уровне.**



Подготовку специалистов в Центре осуществляют доктора наук, профессора (9) и доценты, кандидаты наук (4) Томского политехнического университета, а также ведущие ученые Российской академии наук, специалисты с предприятий, зарубежных вузов.

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Центр располагает самым современным компьютерным, мультимедийным и уникальным лабораторным оборудованием. Здесь представлены:

- сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа;
- спектрофотометр «Флюорат-02 Панорама» с приставкой «Крио-2»;
- хроматограф «Хроматэкс-Кристалл 5000»;
- лабораторный микроскоп Axioskop 40 с системой анализа изображений;
- ртутный анализатор РА-915;
- лабораторный альфа-спектрометр;
- спектрометр для нейтронно-активационного анализа на основе аналогового модуля NIM;
- портативный гамма-спектрометр GS-512;
- переносной радиометр-спектрометр РСУ-01 «Сигнал М»;
- микроскопы серии «ПОЛИМ» разного типа;
- аппаратура для рентгеноструктурного анализа «ДРОН-3»;
- лазерный анализатор вещественного состава «LMA-10» с приставкой МААС;



- полевые гамма-спектрометры: РКП-305, РКП-305М;
- РЗА-4А – измеритель концентрации радона;
- стационарные (лабораторные) гамма-спектрометры «РУГ»;
- термолуминесцентные дозиметры разных типов и др.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

В учебном процессе по подготовке специалистов для урановой отрасли используются **уникальные коллекции минералов и руд различных типов урановых и редкометалльных месторождений бывшего СССР**, которые хранятся в специально оборудованном хранилище общей площадью 20 м<sup>2</sup>. Этот коллекционный фонд насчитывает около 2000 образцов (аналогов в России нет).



Кроме того, в подготовке специалистов для урановой отрасли будет задействована ядерно-геохимическая лаборатория базовой кафедры, размещенная на площадях **Исследовательского ядерного реактора** Томского политехнического университета, активно используемая как современный инструмент подготовки специалистов для урановой геологии и проведения научных исследований в области разработки радиогеохимических методов прогнозирования и поисков руд редких и радиоактивных элементов.

### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА

#### Вузы, академические и отраслевые институты:

- Университет Анри Пуанкаре (Нанси-1), Франция
- Университет Париж-11 (Орсей, Франция)
- Российский государственный геологоразведочный университет (Москва)
- Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН
- Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС)МПП
- Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ) МПП
- Институты СО РАН (Новосибирск, Улан-Удэ, Иркутск, Чита)

#### Государственные и частные компании:

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ФГУП «УРАНГЕО РФ» и его дочерние предприятия в Новосибирске «Берёзовгеология», Иркутске «Сосновгеология» и др.
- «Урановый холдинг АРМЗ» (ОАО «Атомредметзолото»)
- Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)
- РОСАТОМ и его предприятия «Горнорудная урановая компания ТВЭЛ»
- «AREVA» (Европейский урановый консорциум)
- «ВНР» (Австралия) и др.

### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ КЛИЕНТЫ ЦЕНТРА

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ОАО «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)

- ОАО «Урановая горнорудная компания» РОСАТОМА
- ФГУП «УРАНГЕО» (МПП РФ)

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Слушатели обеспечиваются комфортабельным общежитием и стипендией.

Заключившим контракт с предприятием, предполагается выплата стипендии размером 300 евро.

По окончании гарантируется трудоустройство и достойная оплата труда.

