

На правах рукописи

**ПЕРЕВЕРТАЙЛО ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА**

**ЛИТОЛОГИЯ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
УСТЬ-ТЫМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА  
(на примере Гуларинско-Соболиного месторождения,  
Томская область)**

**25.00.06 - литология**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук**

**Новосибирск 2011**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук, доцент  
*Ежова Александра Викторовна*  
(НИ ТПУ, г. Томск)

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор  
*Белозеров Владимир Борисович*  
(ЦППС НД при НИ ТПУ, г. Томск)  
кандидат геолого-минералогических наук,  
*Сердюк Зоя Яковлевна*  
(ФГУП «СНИИГГиМС», г. Новосибирск)

Ведущая организация: Томский государственный университет, г. Томск

Защита диссертации состоится 22 декабря 2011 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета К 216.014.01 в Федеральном государственном унитарном предприятии «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» (ФГУП «СНИИГГиМС»)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «СНИИГГиМС».

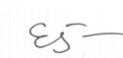
Отзывы, заверенные печатью учреждения, в двух экземплярах просим направлять по адресу: 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, ФГУП «СНИИГГиМС», ученому секретарю диссертационного совета.

Факс (383) 221-49-47

e-mail: [predel@sniiggims.ru](mailto:predel@sniiggims.ru)

Автореферат разослан 22 ноября 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат геол.- минерал. наук



Е.А. Предтеченская

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Объектом исследований** являются нижнемеловые отложения (верхняя часть куломзинской свиты, тарская свита, низы киялинской свиты) Гураринско-Соболиного нефтяного месторождения, расположенного в Каргасокском районе Томской области в южной части Усть-Тымского нефтегазоносного района (НГР). Месторождение относится к многопластовым, по соотношению контуров залежей – к многоконтурным, по величине извлекаемых запасов – к категории средних, по сложности геологического строения – к сложным.

**Актуальность работы.** Неокомский комплекс является основным объектом добычи нефти в Западно-Сибирском регионе (более 90 % от общей добычи). В то же время это один из самых сложностроенных комплексов осадочного чехла Западной Сибири. Несмотря на довольно длительную историю изучения, на огромный накопленный фактический материал (материалы геофизических исследований скважин, керн скважин и результаты его обработки, палеонтологические данные, региональное и площадное сейсмопрофилирование и т.д.), на сегодняшний день нет единого мнения о строении и условиях его формирования. Вместе с тем, восстановление палеогеографических обстановок чрезвычайно важно для выявления зон распространения коллекторов и флюидоупоров, а соответственно прогноза и поиска месторождений углеводородов.

Необходимость изучения отложений нижнемелового комплекса и актуальность работ в этом направлении ранее подчеркивались рядом исследователей (Брылина, 1997, 2004; Карогодин, Нежданов, 1988; Славкин и др., 2001 и др.). Так, Ф.Г. Гурари (2003), автор многих научных работ, способствовавших открытию и освоению Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, отмечал: «Особенно слабо изучен неоком Томской области. В нем прогнозируется открытие ряда высокодебитных нефтяных месторождений, поэтому изучение этого комплекса должно быть всемерно усилено».

Промышленная нефтеносность изучаемого месторождения связана с группой пластов Б<sub>9-13</sub> тарской свиты. Для исследуемого района составлены принципиальные схемы расчленения нижнемеловой осадочной толщи. Выделение и прослеживание по площади песчаных пластов проводилось на основе общепринятой модели формирования прибрежно-морских осадков в условиях постепенной регрессии. Однако, детально весь комплекс фациальных обстановок от морских до континентальных, в которых происходило образование песчаных и глинистых слоев, ранее не рассматривался. Соответственно, остались невыявленными многие детали геологического строения. Кроме того, ряд вопросов, касающихся стратиграфии, корреляции, закономерностей распространения пород с улучшенными коллекторскими свойствами, требует доработки и корректировки.

**Цель работы** – выявление условий формирования и закономерностей распространения песчаных пластов, приуроченных к верхней части куломзинской, к тарской и низам киялинской свит на основе результатов геофизических исследований скважин (ГИС), детального макропетрографического изучения керн скважин, количественного петрографического и гранулометрического анализов.

**Основные задачи исследования:**

- 1) расчленение, индексация и корреляция нижнемеловых отложений куломзинской, тарской и низов киялинской свит;
- 2) реконструкция обстановок осадконакопления по результатам комплексного электрометрического, литолого-петрографического и литофациального анализов;
- 3) определение влияния седиментационных и постседиментационных изменений пород на формирование их коллекторских свойств.

**Фактический материал.** В основу диссертации положены результаты исследований, полученные автором при проведении научно-исследовательских работ, выполнявшихся с ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» и ЗАО «Соболиное» в рамках хозяйственных договоров №№ 2-91/03, 2-17/05 и 2-170/06 (2003-2007 г.г.).

В работе использован следующий фактический материал: детальное описание керн скважин (около 480 м по 7 скважинам) и результаты минералогического и гранулометрического анализа пород в шлифах (126 шлифов по 7 скважинам), выполненные автором; данные ГИС; результаты лабораторных определений фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), выполненные в лаборатории физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть»; результаты палеонтологического и микрофаунистического анализов, полученные в лабораториях микропалеонтологии Томского государственного университета (Подобина В.М., Татьяна Г.М., Орлов О.Л.), СНИИГГИМС (Булыникова С.П., Решетникова М.А.); фондовая литература; дела скважин.

**Основные защищаемые положения**

1) Циклит  $B_{10}$  обладает индивидуальной литолого-геофизической характеристикой. Его кровля является границей между тарской и киялинской свитами. В связи с отсутствием в разрезе четких однозначных маркирующих поверхностей предлагается принять циклит  $B_{10}$  за локальный реперный горизонт.

2) Отложения верхней части куломзинской, тарской и низов киялинской свит в пределах сводовой части Соболиного вала сформировались в мелководно-морской (фации стоковых и донных течений), прибрежно-морской (фации морских течений, подводных гряд, вдольбереговых валов, баров и барьерных островов, приливно-отливных равнин, пляжей) и континентальной (фации рек ограниченно меандрирующего типа) обстановках (по классификации В.С. Муромцева).

3) Отложения пляжа, вдольбереговых баров и барьерных островов являются благоприятными для формирования пород с высокими

коллекторскими свойствами. Дальнейшие постседиментационные изменения – образование вторичного пустотного пространства и регенерация зерен – оказали положительное влияние на ФЕС песчаных пород.

#### **Научная новизна**

- Впервые выполнено детальное комплексное изучение отложений верхней части куломзинской, тарской и низов киялинской свит по разрезам разведочных и эксплуатационных скважин, пройденных с отбором керна на Гураринско-Соболином нефтяном месторождении.

- На основе фациально-циклического и литолого-геофизического методов уточнены интервалы залегания отложений куломзинской, тарской и киялинской свит, внесены корректировки при выделении песчаных пластов Б<sub>14-9</sub> в пределах Гураринского и Соболиного участков.

- Впервые за локальный реперный горизонт предложено принять циклит Б<sub>10</sub>, залегающий в кровле тарской свиты.

- В пределах района работ доказана эффективность использования электрометрии скважин для реконструкции обстановок осадконакопления.

- Выявлен комплекс генетических признаков пород (текстурно-структурные и минералогические особенности), проведены палеодинамические реконструкции, предложены и обоснованы фациальные модели циклитов Б<sub>14-9</sub>, формирование которых происходило в условиях перехода мелководно-морских обстановок в континентальные.

- Установлены особенности постседиментационных преобразований разнофациальных отложений, выявлен вклад влияния различных седиментогенных и постседиментогенных факторов на формирование ФЕС пород.

**Практическая значимость.** По результатам исследований даны рекомендации по проведению геологоразведочных работ и подсчету запасов углеводородов на территории Гураринско-Соболиного месторождения, которые приняты научно-производственными организациями ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» и ЗАО «Соболиное».

Предложенные алгоритм и методика исследований использовались для решения геологических задач и планирования геологоразведочных работ также и на других месторождениях Томской области.

**Апробация работы и публикации.** Результаты литолого-фациальных исследований, проведенных автором на Гураринско-Соболином месторождении, докладывались и обсуждались на Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова (г. Томск, 2003, 2004 г.г.); на научно-практических конференциях СНИИГГиМС «Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области» (г. Новосибирск, 2004 г.), «Геологическое строение и нефтегазоносность отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты

(Томская область)» (г. Новосибирск, 2006 г.); на VI Международной конференции Химии нефти и газа (г. Томск, 2006 г.).

Автором по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Материалы диссертационной работы и основные методические приемы изучения пород-коллекторов изложены в более 20 научно-исследовательских отчетах, выполненных в рамках хозяйственных тем с ОГУП «Томскинвестгеонефтегаз», «ТомскНИПИнефть ВНК», ЗАО «Томская нефть», ФГУП «СНИИГГиМС», «Комитетом природных ресурсов по Томской области», ЗАО «Соболиное», ООО «Хвойное», ООО «СТС-сервис», ООО «Управляющая компания «МАЛКА», ОАО «Восточная транснациональная компания», «КрасноярскНИПИнефть».

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа общим объемом 177 страниц состоит из восьми глав, введения и заключения, содержит 90 иллюстраций, 2 таблицы. Список литературы включает 153 наименования.

Работа выполнена на кафедре геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета (ГРПИ ИПР НИ ТПУ) под научно-методическим руководством кандидата геолого-минералогических наук, доцента А.В. Ежовой, которой автор выражает глубокую благодарность.

Автор глубоко признателен кандидату геолого-минералогических наук, доценту Н.М. Недоливко за консультации и обсуждение основных результатов работы, заведующему кафедре ГРПИ ИПР А.К. Мазурову своим коллегам, совместно с которыми проводились исследования: Л.В. Батретдиновой, Н.А. Гребеньковой, Е.Н. Осиповой, сотрудникам ОАО «Томск НИПИнефть» Е.Д. Полуугоиной, Г.Г. Кравченко.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается общая характеристика работы, обосновывается ее теоретическая и практическая значимость, приводятся результаты апробации и формулируются основные защищаемые положения.

**В первой главе «Методы исследований»** дается определение основным понятиям, используемым в работе, рассматривается целесообразность применяемых методик и методов исследований. Выделение электрометрических и седиментологических моделей фаций проведено по аналогии с моделями фаций В.С. Муромцева (1984). Описание керна скважин проводилось по принятой методике (Ежова, 2005; Недоливко, 2008) с учетом рекомендаций отечественных и зарубежных исследователей (В.П. Алексеева, Е.Ю. Барабошкина, Л.Н. Ботвинкиной, Н.Б. Вассоевича, Л.Г. Вакуленко, М.Р. Лидера, Х. Рединга, П.А. Яна, Pemberton S.G., Seicher A., Frey R.W. и др.) Количественный гранулометрический и минералогический анализы песчано-алевритовых

пород в шлифах осуществлялись с использованием методик и рекомендаций О.А. Черникова, Н.В. Логвиненко, Э.И. Сергеевой, Г.Ф. Рожкова, Л.Б. Рухина, В.А. Гроссгейма, А.А. Ханина, В.Н. Шванова. Вторичные изменения терригенных пород описаны с позиций, изложенных в трудах А.Г. Коссовской, В.Д. Шутова, Б.К. Прошлякова, Н.В. Логвиненко, Г.Н. Перозио, Р.С. Сахибгареева, О.В. Япаскурта, Л.П. Гмидт, Е.А. Предтеченской, Н.М. Недоливко, Л.С. Черновой.

**Во второй главе «Геологическое строение района исследований»** в соответствующих разделах освещены современные представления по стратиграфии, тектонике и нефтеносности месторождения. Приведено детальное литолого-стратиграфическое расчленение разреза, в строении которого принимают участие метаморфизованные вулканогенно-осадочные образования доюрского фундамента, несогласно перекрытые отложениями юры, мела, палеогена и четвертичной системы.

В структурно-тектоническом отношении изучаемый район расположен в пределах Айгольского синклинория, приуроченного к юго-восточной части Центрально-Западно-Сибирской складчатой системы (Сурков, 1981). Мезозойско-кайнозойский платформенный чехол в общих чертах носит унаследованный характер от рельефа доюрских образований, но более выположен. Согласно принятому тектоническому районированию, Гураринско-Соболиное месторождение приурочено к одноименным локальным поднятиям III порядка, осложняющим сводовую часть Соболиного вала, расположенного в прогибе между Парабельским и Пудинским мегавалами южной части Усть-Тымской впадины. Соболиный вал представляет собой структуру II порядка, простирающуюся с северо-запада на юго-восток (Конторович, 2001, Жевлаков, 1995ф, 2002ф, Жевлакова, 2003ф).

Гураринско-Соболиное месторождение расположено в южной части Усть-Тымского нефтегазоносного района (НГР), нефтегазоносность которого установлена в широком стратиграфическом диапазоне разреза юрских и меловых отложений. Промышленные залежи нефти месторождения приурочены к пяти объектам нижнего мела – пластам Б<sub>9</sub>, Б<sub>10</sub>, Б<sub>13</sub><sup>1</sup>, горизонтам Б<sub>11</sub> (пласты Б<sub>11</sub><sup>1</sup>, Б<sub>11</sub><sup>1</sup> и Б<sub>11</sub><sup>2</sup>), Б<sub>12</sub> (пласты Б<sub>12</sub><sup>1</sup> и Б<sub>12</sub><sup>2</sup>). Две нефтяные залежи связаны с отложениями пластов Ю<sub>1</sub> и Ю<sub>1</sub><sup>МУ</sup> наунакской свиты верхней юры.

**В третьей главе «Принципы расчленения, корреляция и индексация нижнемеловых отложений»** приводится обзор исследований по изучению строения и условий формирования нижнемеловых отложений на территории Томской области (Брылина 1997ф, 2000, 2002, 2004; Гурова, Казаринов, 1962; Жевлаков, 1995ф; Жевлакова, 2003ф; Наумов, 1971ф, 1984; В.П. Петров, 1992ф и др.). Освещаются основные принципы выделения куломзинской, тарской и киялинской свит, даются их характеристики и пространственные взаимоотношения, позволяющие делать объективные выводы по палеогеографии региона. Основываясь на ранее проведенных

исследованиях, а также с использованием фациально-циклического и литолого-геофизического методов (Трофимук, Карогодин, 1974; Карогодин и др., 2000; Ежова, 2005, 2007; Алексеев, Ботвинкина, 1991) проведена корреляция нижнемеловых отложений в пределах Гураринской и Соболиной площадей.

**В четвертой главе «Литолого-геофизическая характеристика отложений верхней части куломзинской свиты»** по данным электрометрии скважин и керновому материалу выделены седиментологические модели, отражающие группы фаций стоковых (циклит  $B_{14}^2$ ) и донных (циклит  $B_{14}^1$ ) течений, сформированных в мелководно-морской обстановке.

**В пятой главе «Литолого-геофизическая характеристика отложений тарской свиты»** анализируется строение циклитов  $B_{13}$ ,  $B_{12}$ ,  $B_{11}$  и  $B_{10}$ . Доказывается, что их формирование происходило в условиях перехода мелководно-морской обстановки в прибрежно-морскую и континентальную.

**В шестой главе «Литолого-геофизическая характеристика отложений нижней части киялинской свиты»** в составе циклита  $B_9$  выделен аллювиальный комплекс фаций рек ограниченно меандрирующего типа.

**В седьмой главе «Гранулометрический и минералогический состав»** на основе генетической интерпретации гранулометрических данных выявлены динамические условия формирования песчаных отложений. Детально охарактеризован вещественный состав и постседиментационные изменения пород.

**В восьмой главе «Влияние седиментационных и постседиментационных факторов на формирование фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов»** оценено влияние условий седиментации на формирование пород-коллекторов. Выявлены факторы, оказывающие как благоприятное, так и отрицательное воздействие на фильтрационно-емкостные свойства песчаных пластов.

## ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

1) Циклит  $B_{10}$  обладает индивидуальной литолого-геофизической характеристикой. Его кровля является границей между тарской и киялинской свитами. В связи с отсутствием в разрезе четких однозначных маркирующих поверхностей предлагается принять циклит  $B_{10}$  за локальный реперный горизонт.

Расчленение и корреляция отложений верхней части куломзинской, тарской и низов киялинской свит проведены с учетом особенностей их строения, условий формирования и пространственного взаимоотношения, отраженных в работах Ф.Б. Гурари, Л.Я. Трушковой, А.Л. Наумова, Т.И. Гуровой, В.П. Казаринова, Н.А. Брылиной и др.

На основании системного анализа породно-слоевых ассоциаций, базирующегося на принципах цикличности и согласно принятой на

месторождении номенклатуре (Федоров и др., 2005ф), в разрезе изучаемой толщи выделены локальные циклиты  $B_{14}^2$ ,  $B_{14}^1$ ,  $B_{13}^3$ ,  $B_{13}^2$ ,  $B_{13}^1$ ,  $B_{12}^2$ ,  $B_{12}^1$ ,  $B_{11}^2$ ,  $B_{11}^1$ ,  $B_{10}$  и  $B_9$ , сложенные в подошве более крупнозернистыми породами, а в кровле – алеврито-глинистыми и глинистыми отложениями, осаждение которых происходило в эпохи максимального тектонического покоя и минимальной динамики водной среды, соответствующих окончанию седиментационного цикла.

В верхней части **куломзинской свиты** выделяются песчаные пласты  $B_{14}^2$  и  $B_{14}^1$ , достаточно уверенно прослеживающиеся в пределах Гураринского и Соболиного локальных поднятий. Согласно исследованиям А.Л. Наумова, образование их происходило в морской мелководной (шельфовой) зоне, где главную роль играл базис эрозии волн, а разрезы этих отложений коррелируются на расстоянии во многие десятки километров.

Залегающие вверх по разрезу прибрежно-морские отложения **тарской свиты** представлены чередованием преимущественно песчаных (пласты  $B_{13}^3$ ,  $B_{13}^2$ ,  $B_{13}^1$ ,  $B_{12}^2$ ,  $B_{12}^1$ ,  $B_{11}^2$ ,  $B_{11}^1$ ,  $B_{10}$ ) и глинистых пород. Ее кровля устанавливается по появлению в разрезе пестроцветных пород киялинской свиты и на рассматриваемой территории отбивается по кровле циклита  $B_{10}$ , который в пределах Гураринского и Соболиного поднятий хорошо выдержан по мощности и обладает индивидуальной литолого-геофизической характеристикой. Он уверенно выделяется на каротажных диаграммах глубокой отрицательной аномалией кривой ПС, высокими значениями кажущегося сопротивления в подошвенной части. Кроме того, песчаники пласта  $B_{10}$  отличается по минералогическому составу от выше- и нижележащих пород.

Близость берега обусловила частую смену фаций и плохую выдержанность пластов по площади, поэтому корреляция отложений тарской свиты возможна лишь на расстояниях, не превышающих первые десятки километров.

Континентальные отложения на юге и юго-востоке Томской области сложены пестроцветными образованиями **киялинской свиты** и представлены серыми и светло-серыми песчаниками и сургучно-красными, коричневыми, серо-зелеными тонкодисперсными глинами, нередко с известковыми желваками. Корреляция таких пластов (в частности, пласт  $B_9$ ) затруднительна даже между соседними скважинами.

Трудности расчленения и корреляции песчаных пластов, установление границ тарской и киялинской свит связаны с отсутствием в этих отложениях четких однозначных реперных поверхностей. В качестве репера, разделяющего тарскую и киялинскую свиты, в пределах исследуемого района предложен циклит  $B_{10}$ . Кровля его является границей раздела между свитами.

**2) Отложения верхней части куломзинской, тарской и низов киялинской свит в пределах сводовой части Соболиного вала сформировались в мелководно-морской (фации стоковых и донных течений), прибрежно-морской (фации морских течений, подводных**

гряд, вдольбереговых валов, баров и барьерных островов, приливно-отливных равнин, пляжей) и континентальной (фации рек ограничено меандрирующего типа) обстановках.

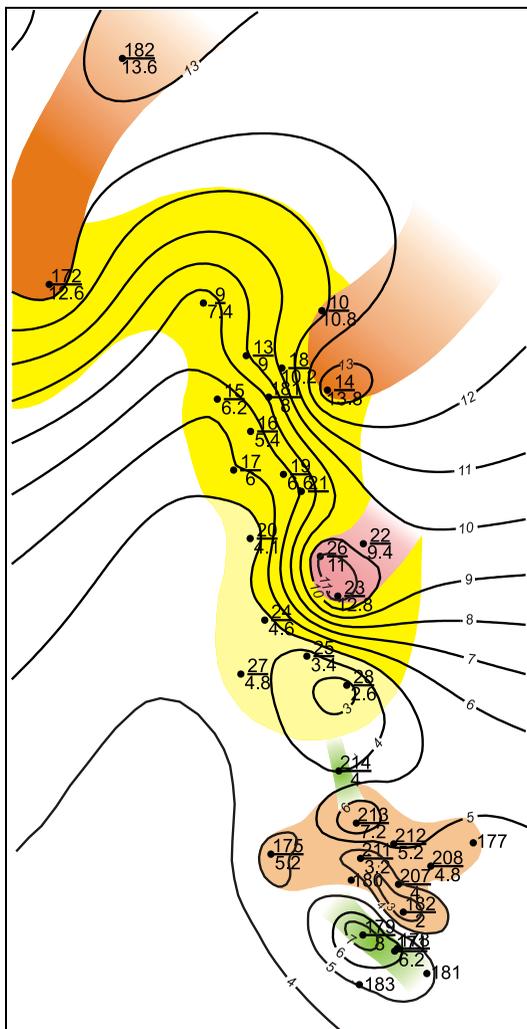
### Мелководно-морская шельфовая обстановка

**Фации стоковых течений** выявлены по разрезам скважин циклита  $B_{14}^2$ , формирование которого происходило в результате осаждения терригенного материала на склоне шельфа и дальнейшем наращивании его в сторону моря. Область сноса располагалась на северо-западе, транспортировка осадка осуществлялась в направлении на юго-запад.

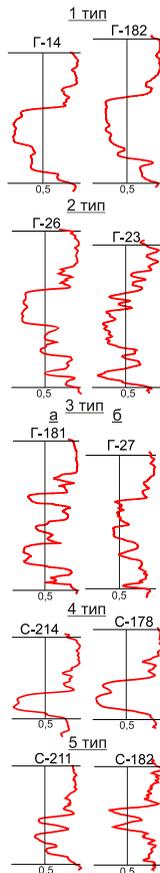
Согласно диагностическим признакам, разработанным В.С. Муромцевым, выделено 5 типов электрометрических моделей (ЭМФ), отражающих фаии одного генетического ряда: 1) основного подводящего желоба, 2) каналов стокового течения, 3) подводных вееров выноса, их осевых и периферийных частей, 4) каналов радиальных течений и 5) вееров-спутников, возникающих по периферии основного веера стокового течения (рис. 1). Керном охарактеризованы отложения фаций осевых частей подводного веера выноса и вееров-спутников.

В разрезе *осевых частей подводного веера выноса* выделяются несколько ритмов с внутренней регрессивной направленностью в изменении состава отложений. Начало каждого ритма связано с периодами повышения динамики среды седиментации и активизации сноса обломочного материала, о чем свидетельствует наличие в породах резких контактов и внутрiformационных конгломератов. Перенос обломочного материала осуществлялся однонаправленным водным потоком, скорость которого постоянно менялась, что выражено в чередовании слоев с косой, полой и горизонтальной слоистостью. Осаждение терригенного материала происходило на наклонной поверхности морского дна, что подтверждается несогласным залеганием и крутыми углами наклона – более  $45^\circ$ , характерными для конусов выноса. Следы жизнедеятельности донных животных в глинистых прослоях, в т.ч. ихнофоссилии типа *Teichichnus*, *Planolites*, типичны для удаленных от берега обстановок с неактивным гидродинамическим режимом.

Песчаники представлены мелкозернистыми разностями с плохой и средней сортировкой обломочного материала. Расположение фигуративных точек на диаграмме Г.Ф. Рожкова (рис. 2, а)<sub>2</sub> свидетельствует, что при формировании отложений пласта  $B_{14}^2$  преобладали интенсивные морские донные течения (поле III) сменяющиеся периодами относительного падения скоростей (поле II). Минералогический состав песчаников, согласно классификации Н.В. Логвиненко (1984), кварцево-полевошпатовый (полевые шпаты – 38-50 %, кварц – 30-38 %, обломки пород – 21-25 %, слюды – 2-6 %). Цемент - гидрослюдисто-хлоритовый пленочно-поровый, хлоритовый крустификационный и кальцитовый поровый, количество которого составляет 7-12 %, а при базально-поровой цементации – до 20%.

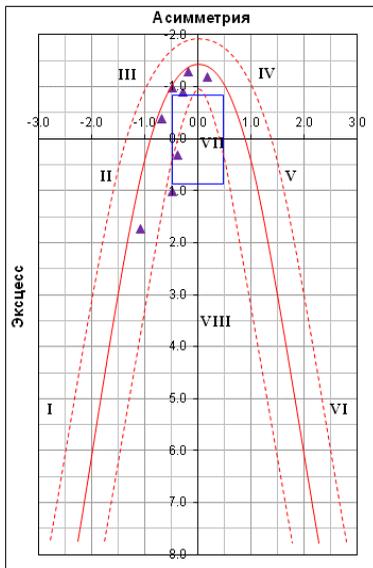


Типы  
электрометрическ  
их моделей  
фаций:

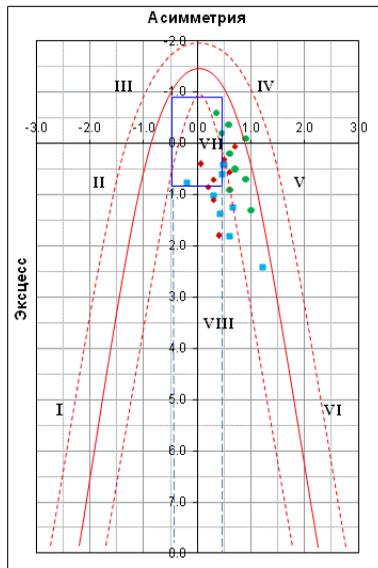


- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | основной подводщий<br>желоб (1 тип)              |  | каналы радиальных<br>течений (4 тип)              |
|  | канал стокового течения<br>(2 тип)               |  | веера-спутники (5 тип)                            |
|  | веера выноса и их краевые<br>части (тип 3, а, б) |  | мощность песчаников по<br>линии $\alpha_{пс}=0,5$ |

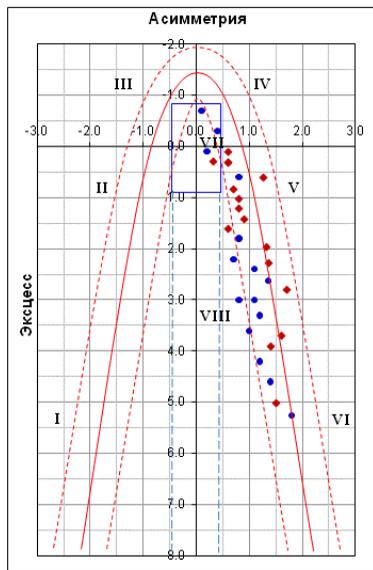
Рис. 1. Литолого-фациальная карта циклита  $B_{14}^2$ ,  
типы электрометрических моделей и зоны их распространения



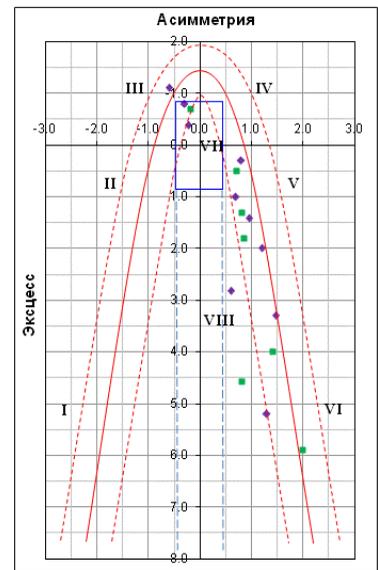
а) пласт  $B_{14}^2$



б) пласты  $B_{13}^3$ ,  $B_{13}^2$ ,  $B_{13}^1$



в) пласты  $B_{12}^2$ ;  $B_{12}^1$



г) пласты  $B_{11}^2$ ;  $B_{11}^1$

Рис. 2. Фигуративные точки песчаников на динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова

Для отложений *вееров-спутников* или *головных частей радиальных течений* характерны более спокойные условия седиментации. Это проявляется в образовании более пологонаклонных слоев и отсутствии слоистости под углом порядка 45°, наличии следов размыва в виде поверхностей несогласия и отдельных глинистых включений, а не хорошо выраженных внутриформационных конгломератов.

**Фашии донных течений** установлены для песчаников циклита  $B_{14}^1$ . Перенос терригенного материала в это время осуществлялся в юго-западном направлении. По мере удаления от береговой линии скорость потока падала, в результате чего происходило осаждение все более мелкозернистых осадков. Песчаные породы представлены мелкозернистыми и алевритовыми разностями с попеременно-разнонаправленной слоистостью, которая встречается в осадках, значительно удаленных от берега, а ее образование связано с морскими донными течениями.

### Прибрежно-морская обстановка

**Фашии морских течений** установлены для отложений циклита  $B_{13}^3$ . По конфигурации электрокаротажных кривых выделено 3 типа ЭМФ, отражающих обстановки: 1) повышенной динамики; 2) средней динамики и 3) спокойной седиментации.

Области их распространения ориентированы субмеридианально и закономерно сменяют друг друга с востока на запад. Выявленные структурные и текстурные признаки позволяют сделать вывод, что формирование песчано-алевритовых тел происходило в условиях перехода мелководной в прибрежно-морскую обстановку. В результате действия морских течений происходило образование аккумулятивных форм 1 типа ЭМФ, являющихся своеобразным барьером, препятствующим движению воды. При повышении активности среды седиментации и увеличении массы переносимого осадка излишки терригенного материала попадали в более глубоководную часть (зону средней динамики и спокойной седиментации) и формировали отложения 2 и 3 типа ЭМФ.

**Фашии подводных гряд или валов.** Согласно проведенным исследованиям, осаждение песчаного и алевритового материала в период формирования циклита  $B_{13}^2$  происходило в прибрежно-морской обстановке на умеренной глубине, где перемещение обломочных частиц осуществлялось за счет деятельности волн, прибрежных течений или штормов.

По электрометрии скважин выделено 2 типа ЭМФ, отражающих условия образования *подводных гряд или валов* (1 тип), образующихся на пологом дне, где энергия волн падает, и часть несомого материала отлагается на *подводных отмелях* (2 тип).

Песчаные гряды (охарактеризованные керном) представляют собой линейно вытянутые пластовые тела, имеющие резкий эрозийный нижний контакт и характеризующиеся уменьшением размера зерен вверх по разрезу. Во время штормов валы или гряды частично размывались

(следы размывов в исследуемых разрезах сохранились в виде несогласных контактов, размывных слоев и интракластов глин), а во время спокойных периодов надстраивались. Для песчаных образований гряд характерна косая слоистость с невыдержанными, часто весьма пологими углами наклона, наличие волнистослоистых и горизонтальнослоистых прослоев, нередко знаки ряби и многочисленные нарушения слоистости в виде карманов, смятий и др., а в верхней части разреза – присутствие волнистой слоистости мелководья.

**Фации вдольбереговых валов** сформировались в условиях относительно высокой динамики водной среды под действием прибрежных течений и волнений. По данным электрометрии скважин для отложений циклита  $B_{13}^1$  выделены 4 типа ЭМФ, отражающих строение: 1) вдольбереговых валов; 2) их осевых частей; 3) отложений зоны сочленения вдольбереговых валов; 4) межбаровых участков.

Литологический состав пород изучен по разрезам 1 и 2 типов.

*Вдольбереговые валы* имеют хорошо выраженное регрессивное строение. Нижняя часть представлена чередованием мелкозернистых песчаников, алевролитов и глин, залегающих с наклонными контактами, образованными в результате резкой смены динамики среды. Слоистость в тонкозернистых породах горизонтальная, в более крупнозернистых – косая и косоволнистая, обусловленная деятельностью течений и волнений. Верхняя часть сложена преимущественно массивными мелкозернистыми песчаниками, с включениями интракластов глинистого и глинисто-карбонатного состава, возникающих при размыве вала и последующей его надстройке.

*Осевые части* вдольбереговых валов характеризуются относительно однородным строением, небольшой мощностью (2,6-3,4 м) и сложены мелкозернистыми песчаниками с редкой пологой слоистостью, переходящей в кровле песчаного тела в горизонтальную.

Песчаные отложения вдольбереговых валов перекрываются более глубоководными осадками, представленными зеленовато-серыми тонкоотмученными глинами с включениями конкреций пирита, фосфатизированных остатков фауны, а также со следами жизнедеятельности *Teichichnus*, тяготеющими к относительно глубоководной обстановке с низкой гидродинамикой.

По данным гранулометрического анализа, песчаники пластов  $B_{13}^3$  и  $B_{13}^2$  – мелкозернистые, средне- и плохотсортированные, характеризуются небольшими положительными значениями асимметрии и эксцесса. Фигуративные точки этих пород на диаграмме Г.Ф. Рожкова (рис. 2, б) сосредоточены в пределах верхней части поля V и смещены в нижнюю правую четверть прямоугольного поля VII, что указывает на прибрежно-морскую обстановку зоны течений и волнений. Для песчаников пласта  $B_{13}^1$  отмечается появление слабоотрицательных значений эксцесса при более высокой положительной асимметрии, в результате чего точки занимают положения на границе полей IV и V. Формирование таких

отложений происходило в условиях с более высокой динамикой среды седиментации при возрастающей роли вдольбереговых течений.

По минералогическому составу песчаники относятся к кварц-полевошпатовым (полевые шпаты – 40-49 %, кварц – 26-36 %, обломки – 20-27 %) с гидрослюдисто-хлоритовым и хлорит-гидрослюдистым пленочно-поровым, хлоритовым крустификационным, кальцитовым поровым и базально-поровым цементами. Количество глинистого цемента составляет 6-9 %, карбонатного – от 1-2 до 21 %.

**Фации вдольбереговых баров, барьерных островов и промоин разрывных течений.** В период формирования циклита  $B_{12}^2$  в пределах Соболиного поднятия существовал барьерный остров, к которому с севера через небольшую седловину примыкал вдольбереговой бар. Анализ электрокаротажных кривых позволил выделить 5 типов фаций: 1) барьерных островов; 2) вдольбереговых трансгрессивных баров и 3) их осевых частей; 4) склонов, обращенных в сторону лагуны; 5) склонов, обращенных в сторону моря.

Песчаное тело *вдольберегового бара* характеризуется тем, что средняя его часть сложена более грубым материалом, чем нижняя и верхняя. В средней части породы массивные, либо с неотчетливой или прерывистой слоистостью. Для более тонкозернистых пород установлено чередование горизонтальнослоистых и косослоистых прослоев, причем слойки могут быть сходящимися, с изменяющимися углами наклона. Наблюдаются участки с мелкой косой слоистостью, с мощностью серий, не превышающей 1-2 см. Кроме того, в породах отмечается наличие резких контактов и внутриформационных размывов, свидетельствующих о резком повышении динамики среды.

Для песчаных отложений, слагающих *барьерный остров*, характерна резкая смена литологического состава в подошвенной части: на глинистых породах с резким контактом залегают мелкосреднезернистые песчаники.

Кровельная часть циклита  $B_{12}^2$  представлена переслаиванием глинистого и алевроитового материала, что говорит о снижении динамики и относительно нестабильном гидродинамическом режиме седиментации. Обилие раковинного детрита, фосфатизированных остатков ихтиофауны указывают на связь с морем, а наличие фрагментов корневых систем, обломков древесины, буроватость глин – на непосредственную близость береговой линии.

По электрокаротажным диаграммам и керну скважин в составе циклита  $B_{12}^1$  выделены фации: 1) трансгрессивных вдольбереговых баров; 2) их осевых частей; 3) промоин разрывных течений.

Разрез *вдольберегового бара* имеет хорошо выраженное трансгрессивное строение: снизу вверх наблюдается постепенное уменьшение гранулометрического состава обломков. Параллельно изменяется и тип слоистости – от косой до пологоволнистой и косоволнистой. Отсутствие целых раковин и обилие битой ракушки свидетельствует об интенсивной волновой активности, в результате

которой происходило их разрушение. Наличие раковинного детрита и отсутствие растительных остатков говорит о том, что песчаный материал переносился волнами в направлении со стороны моря к берегу.

В песчаниках *промоин разрывных течений* отмечается редкая косоугольная слоистость, представленная сериями одинаково ориентированных слоев с пологими углами наклона, образование которых возможно при падении скорости течения и усилении влияния волновых процессов.

Гранулометрический состав песчаников горизонта  $B_{12}$  характеризуется увеличением положительных значений асимметрии, указывающих на большую степень отсортированности осадка и относительно высокий динамический уровень среды седиментации. Большой положительный эксцесс означает, что скорость динамической переработки обломочного материала превышала скорость его привноса. В целом, распределение фигуративных точек на диаграмме Г.Ф. Рожкова (рис. 2, в) соответствует прибрежно-морским фациям, образованным в условиях выхода волн на мелководье.

Песчаники содержат примерно одинаковое количество кварца (35-44 %) и полевых шпатов (38-46 %) при подчиненном содержании обломков пород (16-23 %). В их составе возрастает роль акцессорных минералов. Глинистый цемент (3-9 %) хлорит-гидросланцевый и гидросланцевый-хлоритовый пленочно-поровый, реже хлоритовый крустификационный. Единичные поры заполнены каолинитом, появление которого косвенно указывает на непосредственную близость берега. Карбонатный цемент представлен кальцитом, распространен локально и образует поровый и базально-поровый типы цементации (до 18 %).

**Фации приливно-отливных равнин открытого побережья** установлены по разрезам скважин циклита  $B_{11}^2$ . Согласно электрометрической характеристике выделено 3 типа ЭМФ, отражающие постепенное снижение гидродинамики среды в юго-восточном направлении субпараллельно сводовой части Соболиного вала.

Изученные отложения характеризуются частым чередованием в разрезе песчаников и глин, что обусловлено периодическими изменениями условий осадконакопления, связанных с ритмами приливов и отливов. Нестабильность гидродинамических режимов, происходивших при каждом приливе, привела к тому, что отложенные осадки подвергались частичной или полной эрозии. Поэтому слои разного состава залегают друг на друге с перерывом, часто с образованием внутриформационных конгломератов. Характерным признаком для отложений приливо-отливных равнин является наличие слоев «ракушечной мостовой» и следов интенсивной биотурбации глинистых отложений.

**Фации защищенной приливо-отливной отмели.** По электрокаротажным кривым и керновым данным, характеризующим циклит  $B_{11}^1$ , в пределах изучаемой территории выделены 3 зоны: 1) верхняя литоральная; 2) нижняя литоральная; 3) подводных желобов стока.

Первая и вторая простираются субпараллельно Соболиному и Гураринскому поднятиям. Согласно их распространению, в направлении с востока на запад происходит постепенное замещение мелкозернистых песчаников более тонкими осадками. Третья зона ориентирована поперек, и связана с желобами стока, условия образования которых, схожи с условиями в речных руслах. Эти разрезы сложены песчаными осадками с косою и косоволнистой слоистостью, обусловленной однонаправленным водным потоком. В основании песчаного пласта наблюдается резко выраженная эрозионная поверхность. Кроме того, эрозионные поверхности меньшего масштаба наблюдаются и выше по разрезу.

Глинистые породы, залегающие в верхней части циклита, имеют цвет от зеленовато-серого до темно-зеленого, обладают тонкой горизонтальной, мелкой волнистой и линзовидной слоистостью, содержат хлорит и конкреции пирита. Такие особенности указывают на спокойную седиментацию в условиях закрытого бассейна.

Защищенные водоемы, в отличие от открытого побережья, характеризуются наличием больших поселений бентоса – червей и моллюсков, вследствие чего породы биотурбированы и содержат створки раковин, часто образующих прослой мощностью до нескольких десятков сантиметров. Несмотря на большое количество роющих организмов, слоистость в породах сохраняется, ходы животных только пронизывают ее. Это связано с тем, что в условиях приливно-отливной зоны, где происходит непрерывное переотложение осадка, последний не успевает полностью переработаться бентосом.

В целом, песчано-алевритовые породы горизонта Б<sub>11</sub> характеризуются следующими особенностями: мелкозернистым составом, разной степенью окатанности частиц (даже в одном поле зрения шлифа могут наблюдаться хорошо окатанные, почти округлые зерна и практически необработанные угловатые), средней и плохой сортировкой. На динамогенетической диаграмме Ф.Г. Рожкова фигуративные точки оказались широко разбросаны в пределах полей V, VI, на границе V и VI, поля III и верхней левой части поля VII (рис. 2, г). Кроме того, наблюдается некоторое смещение в поле VIII. Такой разброс, вероятно, связан с тем, что на отложениях приливно-отливной зоны сказывается взаимное влияние и суши, и моря.

По минералогическому составу породы кварц-полевошпатовые (кварц – 31-38 %, полевые шпаты – 40-54 %, обломки – 19-25 %), с хлорит-гидрослюдистым пленочно-поровым и поровым кальцитовым цементом (6-12 %). Участками кальцит образует базально-поровый тип цементации, в этом случае его содержание увеличивается до 25 %.

**Фашии верхнего пляжа** выявлены по разрезам скважин циклита Б<sub>10</sub>. Для них характерно однотипное строение кривой ПС, образующей отрицательную аномалию в форме остроугольного треугольника с высокими значениями  $\alpha_{ПС} = 0,8-1$ . Песчаный пласт несогласно или с размывом залегают на подстилающих отложениях, имеет небольшую мощность (в среднем 2-2,5 м), массивную текстуру, среднезернистый

состав. В породах отмечается своеобразный вид деформационных текстур, так называемое «воздушное воздымание или вспучивание», образующееся в слоях слабоуплотненных ячеистых песков пляжа, периодически затопляемых водой.

Отложения, перекрывающие пляжевые пески, сформировались в зоне, расположенной в непосредственной близости от берега, куда периодически водными потоками и ветром с суши сносился песчано-алевритовый материал. Наличие следов жизнедеятельности пресноводных организмов, тонких прослоев каменного угля, остатки растений хорошей сохранности, цвет пород говорят о том, что осадконакопление происходило в условиях опресненного полузамкнутого бассейна. Роль барьера, отделявшего этот участок от открытого моря, выполняло песчаное тело, вскрытое скважиной С-175 и резко выделяющееся в разрезе увеличением мощности до 10,6 м.

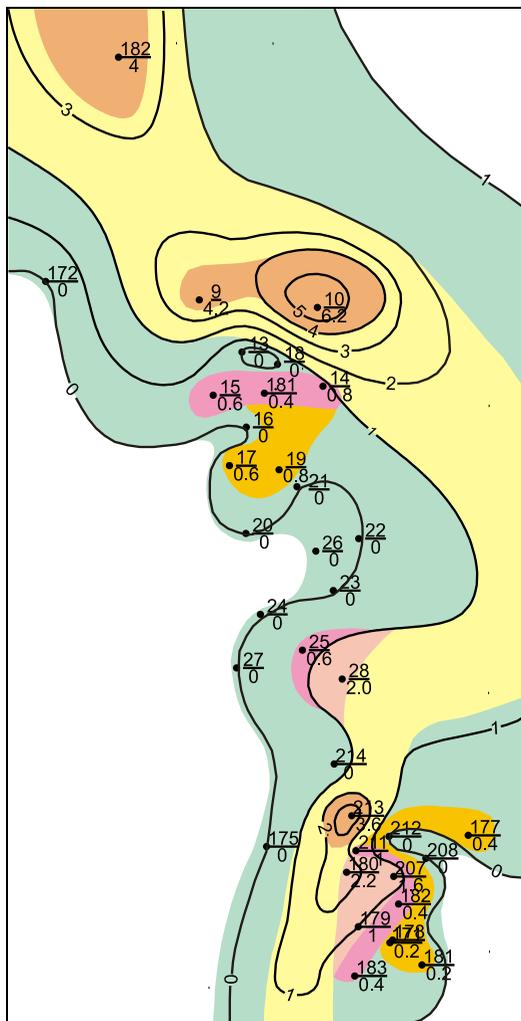
По данным гранулометрического анализа, песчаники пласта Б<sub>10</sub> состоят из хорошо отсортированного и окатанного среднезернистого материала при резком дефиците алевритовых фракций. На диаграмме Г.Ф. Рожкова фигуративные точки разбросаны в пределах полей V и VI, что характерно для песков субэвразальных пляжей.

В составе пород преобладает кварц – 42-49 %, полевые шпаты составляют 34-40 %, обломки – 17-23 %. Песчаники бедны слюдами, встречающимися лишь в виде единичных зерен, и характеризуются повышенным содержанием акцессорных минералов, в составе которых преобладают эпидот, сфен, циркон. Цементация обломков осуществляется преимущественно хлорит-гидрослюдистым пленочным цементом (2-6 %).

### **Континентальная обстановка**

**Фации рек ограничено меандрирующего типа** установлены для отложений циклита Б<sub>9</sub>. По конфигурации кривой ПС выделено 5 разных обстановок осадконакопления, связанных с фациями: 1) стрежневых частей речных русел; 2) русловых отмелей; 3) береговых валов; 4) песков разливов; 5) глинистых (временно заливаемых) частей пойм. Вещественный состав и текстурно-структурные особенности пород изучены только для отложений стрежневых частей русел и песков разливов (рис. 3).

Песчаные отложения *стрежневых частей речных русел* залегают на подстилающих породах с резко выраженной эрозионной поверхностью. Выявленные текстурные особенности – косая параллельная ритмическая слоистость, характеризуют условия осадконакопления в стрежневой части потока. Уменьшение размерности обломочных частиц вверх по разрезу от среднезернистых песчаников до алевритов, так же является типичным для речных русловых отложений.



Типы  
электрометрических  
моделей фаций:

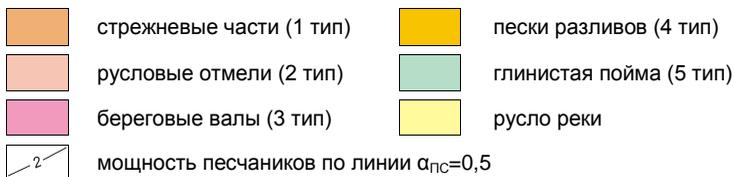
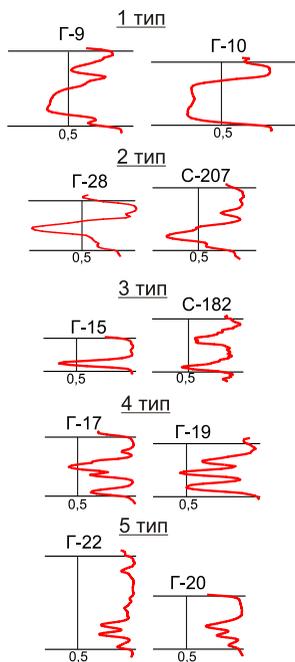


Рис. 3. Литолого-фациальная карта циклита Б<sub>9</sub>,  
типы электрометрических моделей и зоны их распространения

Песчаники мелкозернистые, разной степени отсортированности, кварцево-полевошпатовые (кварц – 28-37 %, полевые шпаты – 37-48 %, обломки пород – 18-26 %), сцементированы хлорит-гидрослюдистым пленочно-порovým цементом (7-11 %). На диаграмме Ф.Г. Рожкова фигуративные точки распределены в пределах поля IV, с некоторым смещением в поля III и V, что соответствует относительно быстрым речным течениям.

Разрезы, отнесенные к фациям *песков разливов*, сложены песчано-алевритовыми породами с тонкими прослоями глин. Выявленные типы слоистости в нижней части представлены чередованием мелких косослоистых и волнистослоистых серий, а в верхней – волнисто- и горизонтальнослоистых прослоев. Такое строение типично для отложений поймы. Песчаные и алевритовые слои имеют небольшую мощность и сформировались благодаря периодическому разливу рек в периоды половодий. В меженный этап пойма возвышалась над уровнем воды в реке, и осадконакопления не происходило, о чем свидетельствует наличие резких контактов в разрезе исследуемой толщи.

Вышележащие глинистые породы представлены переслаиванием зеленых, вишневых и пестроцветных осадков. Пестроцветность связана с неравномерным обогащением пород хлоритом и гидроксидами железа и является характерной для прибрежно-континентальных отложений киялинской свиты. Подобная направленность изменения строения аллювиального комплекса и состав изученных глинистых отложений дают основание предполагать, что русловые осадки впоследствии были перекрыты пойменными.

**3) Отложения пляжа, вдольбереговых баров и барьерных островов являются благоприятными для формирования пород с высокими коллекторскими свойствами. Дальнейшие постседиментационные изменения – образование вторичного пустотного пространства и регенерация зерен – оказали положительное влияние на ФЕС песчаных пород.**

Песчаные отложения пляжей (пласт Б<sub>10</sub>), барьерных островов и баров (горизонт Б<sub>12</sub>) характеризуются более крупнозернистым составом, хорошей сортировкой, окатанностью и относительной равномерностью распределения обломочного материала (табл. 1). Эти факторы способствуют образованию изометричных хорошо сообщающихся *межзерновых* пор, соизмеримых с размерами обломков. Породы, сформированные в этих обстановках, отличаются высокими значениями пористости и проницаемости. В отложениях, накопившихся в морских обстановках с нестабильной динамикой среды седиментации (горизонты Б<sub>11</sub>, Б<sub>13</sub>), а также на начальных этапах аллювиального цикла (пласт Б<sub>9</sub>), форма и сортировка обломков различная. Межзерновые поры в них часто распределены неравномерно, имеют угловатую и щелевидную форму сечений и низкую степень сообщаемости.

Таблица 1

Фильтрационно-емкостная, гранулометрическая и минералогическая характеристика песчаных пластов

Горизонт, пласт	*Средняя пористость, %	*Средняя проницаемость, мД	**Md, мм	Сортировка	Окатанность	Кварц, %		Полевые шпаты, %		Обломки пород, %	Слюдь, %	Цемент, %
						Всего	Регенерация	Всего	Сильно измененные			
Б <sub>9</sub>	17,1	15,7	$\frac{0,11-0,20}{0,155}$	сред. плох.	от плох. до хор.	$\frac{28-37}{33}$	до 5	$\frac{37-48}{42}$	$\frac{18-27}{22}$	$\frac{18-26}{22}$	$\frac{3-7}{5}$	$\frac{7-11}{9}$
Б <sub>10</sub>	24,7	923,2	$\frac{0,23-0,29}{0,26}$	хор.	хор.	$\frac{42-49}{46}$	до 32	$\frac{34-40}{37}$	$\frac{11-15}{13}$	$\frac{17-23}{20}$	ед.з.	$\frac{2-6}{4}$
Б <sub>11</sub>	18,5	76,4	$\frac{0,09-0,21}{0,16}$	сред. плох.	сред. плох.	$\frac{30-38}{34}$	до 9	$\frac{40-54}{47}$	$\frac{18-26}{22}$	$\frac{19-25}{22}$	$\frac{4-12}{8}$	$\frac{6-12}{9}$
Б <sub>12</sub>	19,21	96,5	$\frac{0,13-0,27}{0,22}$	хор. сред.	хор.	$\frac{35-44}{39}$	до 20	$\frac{38-46}{42}$	$\frac{16-22}{19}$	$\frac{16-23}{19}$	$\frac{2-10}{6}$	$\frac{4-10}{6}$
Б <sub>13</sub>	17,7	21,5	$\frac{0,1-0,23}{0,165}$	сред. плох.	сред. плох.	$\frac{26-36}{31}$	до 7	$\frac{40-49}{45}$	$\frac{21-29}{25}$	$\frac{20-27}{24}$	$\frac{3-8}{5,5}$	$\frac{6-10}{8}$
Б <sub>14</sub>	17,4	19,6	$\frac{0,11-0,19}{0,15}$	плох. сред.	от плох. до хор.	$\frac{30-38}{34}$	до 3	$\frac{38-50}{44}$	$\frac{23-30}{26}$	$\frac{21-25}{23}$	$\frac{2-6}{4}$	$\frac{7-12}{9}$

\*Результаты определений ФЕС, выполнены в лаборатории физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть».

\*\*Md – медианный диаметр обломков.

Кроме межзерновых пор, в породах присутствуют поры *выщелачивания*. Они играют важную положительную роль в формировании пустотного пространства и способствуют разуплотнению песчано-алевритовых пород, образованию новых вторичных пустот, увеличению степени сообщаемости первичных межзерновых пор. Характерно, что обломки с внутризерновой пористостью наиболее распространены в песчаниках с высокими ФЕС, что объясняется лучшей проницаемостью пород, обеспечивающей фильтрацию растворов и вынос растворенного вещества.

*Минеральный состав* обломочной части оказывает большое влияние на коллекторские свойства пород. Высокими ФЕС обладают песчаники с повышенным содержанием зерен кварца и слабоизмененных полевых шпатов (пласт Б<sub>10</sub>, горизонт Б<sub>12</sub>). Интересно, что в этих же породах существенно возрастает количество регенерированного кварца, а также наблюдается альбитизация плагиоклазов. Новообразованная кайма изолирует сильноизмененные участки в полевом шпате и налипшее на поверхность зерен кварца пелитовое вещество, что обуславливает непосредственный контакт флюидов с менее гидрофильной поверхностью.

Положительный эффект регенерации заключается еще и в том, что скелет породы становится более прочным, а это, в свою очередь, препятствует уплотнению породы с глубиной, о чем ранее упоминалось в трудах Б.К. Прошлякова, С.С. Савкевича, Р.С. Сахибгареева и др.

*Количество и тип цемента* сильно влияют на вместимость и пропускную способность терригенных коллекторов. В исследуемых песчаниках преобладает пленочно-поровый цемент, представленный глинистыми минералами – хлоритом и гидрослюдами, общее содержание которых незначительно и в целом по разрезу не превышает 9 %. Хлорит наблюдается в виде тонкочешуйчатого агрегата и является основной составляющей цементирующей массы в песчаных пластах куломзинской и низов тарской свиты. Повсеместно отмечается крустификационный хлорит, образующий на поверхности зерен тонкие щетки, усложняющие конфигурацию пор, сужающие межзерновые каналы и уменьшающие фильтрационную способность коллектора. Снизу вверх по разрезу роль хлоритового цемента уменьшается, и в составе глинистой массы начинают преобладать гидрослюды.

Кроме глинистого, в составе цемента присутствует кальцит, распределенный в породах неравномерно. Сгустковый кальцитовый цемент из-за низкого содержания и локального проявления не оказывает существенного влияния на коллекторские свойства пород. Базальный цемент полностью уничтожает поры, и отдельные прослои песчаников становятся практически непроницаемыми.

Для выявления корреляционной связи, характеризующей соотношения пористости и проницаемости песчаных пластов, образованных в различных фациальных обстановках, были построены графики зависимости и рассчитана величина достоверности аппроксимации  $R^2$  (рис. 4).

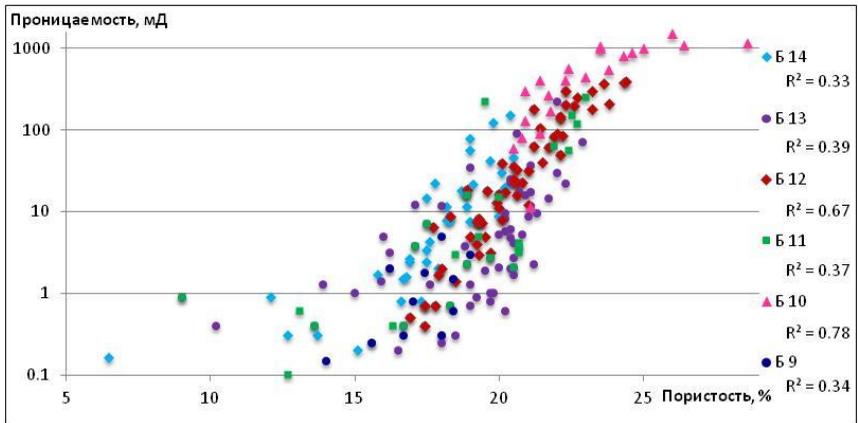


Рис. 5. Зависимость между открытой пористостью и проницаемостью в песчано-алевритовых породах

Тесная связь между полезной емкостью и динамическими свойствами изученных пород-коллекторов наблюдается для песчаных отложений, сформировавшихся в условиях пляжа (пласт Б<sub>10</sub>,  $R^2=0,78$ ) и вдольбереговых баров (горизонт Б<sub>12</sub>,  $R^2=0,67$ ). Напротив, низкой корреляционной зависимостью этих параметров характеризуются аллювиальные отложения (пласт Б<sub>9</sub>,  $R^2=0,34$ ), песчаники приливно-отливных равнин (горизонт Б<sub>11</sub>,  $R^2=0,37$ ), морских течений (горизонт Б<sub>13</sub>,  $R^2=0,39$ ) и конусов выноса (пласт Б<sub>14</sub>,  $R^2=0,33$ ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение состава и закономерностей строения нижнемеловых отложений (верхней части куломзинской, тарской и низов киялинской свит) на основе электрофациального, литолого-петрографического и гранулометрического анализов позволило автору сделать выводы об условиях формирования песчаных пластов, определить степень влияния седиментационных и постседиментационных факторов на формирование фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов.

На основе детального расчленения и корреляции нижнемеловых разрезов разработаны принципы выделения куломзинской, тарской и киялинской свит, выявлено их пространственное взаимоотношение, сделаны выводы по палеогеографии исследуемого района. В качестве репера, разделяющего тарскую и киялинскую свиты, в пределах исследуемого района предложен циклит Б<sub>10</sub>, кровля которого является границей раздела между свитами. На основании системного анализа породно-слоевых ассоциаций, базирующегося на принципах цикличности, в разрезе изучаемой толщи выделены локальные циклиты Б<sub>14</sub>-Б<sub>9</sub>, сложенные в подошве более крупнозернистыми породами, а в кровле –

алеврито-глинистыми и глинистыми отложениями, соответствующими окончанию седиментационного цикла.

При проведении комплексного седиментологического анализа установлено, что формирование отложений верхней части куломзинской свиты происходило в мелководно-морской обстановке в результате действия стоковых течений. Область сноса располагалась северо-восточнее изучаемого района (западная часть Сибирской платформы), откуда в направлении на юго-запад осуществлялась транспортировка обломочного материала.

Отложения тарской свиты сформировались в условиях перехода мелководно-морской в прибрежно-морскую и континентальную обстановки, в которых происходило образование песчаных аккумулятивных тел зоны мелководья, подводных гряд, вдольбереговых валов, баров, барьерных островов, приливно-отливных отмелей, пляжей. В течение этого времени на фоне общей регрессии, сменяющейся кратковременными трансгрессиями, береговая линия постепенно смещалась с востока на запад.

Континентальный комплекс, представленный фациями рек ограниченно меандрирующего типа, установлен по разрезам нижней части киялинской свиты.

В ходе палеогеографических реконструкций выявлены закономерности распространения песчаных пород-коллекторов. В связи с этим, при планировании мероприятий по доразведке и дальнейшей разработке месторождения представляют интерес мало изученные бурением участки: северо-западный, южный, а также зона сочленения Гураринского и Соболиного поднятий.

Благоприятными седиментационными факторами, оказывающими влияние на ФЭС коллекторов, являются обстановки с активным гидродинамическим режимом, сохраняющимся на протяжении длительного времени (пляж, вдольбереговые бары и барьерные острова). Они способствовали формированию отложений с относительно однородным крупнозернистым составом, хорошей сортировкой и окатанностью частиц; с высоким содержанием устойчивых минералов и низким – глинистого цемента; с равномерно распределенными изометричными межзерновыми порами.

Благоприятными постседиментационными факторами являются: растворение обломочной части и кальцита цемента, разуплотнение песчано-алевритовых пород, образование новых вторичных меж- и внутризерновых пустот, увеличение степени сообщаемости первичных межзерновых пор и каналов; регенерация кварца и полевых шпатов, способствующая повышению пропускной способности УВ-флюидов в песчаниках и повышению прочности структурного каркаса пород.

К факторам, ухудшающим коллекторские свойства, относятся: увеличение в составе количества сильно измененных полевых шпатов, способствующих большему уплотнению и повышению влагоемкости пород; гидратизация слюдястых минералов; наличие пленочного и

крустификационного хлорита, уменьшающего фильтрационную способность коллектора, а также базально-порового кальцита, полностью запечатывающего пустотное пространство.

Использованный комплекс методических приемов способствует обоснованности выводов, более полной и всесторонней интерпретации имеющихся данных, оптимальности оценки пород-коллекторов. В то же время вариативное применение методик на разных этапах исследования делает их универсальными и пригодными для изучения терригенных толщ любых нефтегазоносных регионов.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *В изданиях, рекомендованных ВАК:*

1. **Перевертайло Т.Г.** Литологическая и электрометрическая характеристика продуктивных пластов нижнемеловых отложений Гураринско-Соболиного нефтяного месторождения // **Известия ТПУ**. – 2007. – Т. 310. – № 2. – С. 22-26.
2. **Перевертайло Т.Г.** Реконструкция условий осадконакопления пласта Б<sub>10</sub> Гураринско-Соболиного месторождения (Томская область) // **Известия ТПУ**. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 142-146.
3. Ежова А.В., Недоливко Н.М., **Перевертайло Т.Г.** и др. Петрографический состав и особенности строения пустотно-порового пространства в нижнемеловых песчаниках Гураринского нефтяного месторождения // **Известия ТПУ**. – 2004. – Т. 307. – № 4. – С. 48-54.
4. Ежова А.В., Недоливко Н.М., **Перевертайло Т.Г.** и др. Влияние гранулометрического и минералогического состава на формирование коллекторских свойств песчаников пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения (Томская область) // **Известия ТПУ**. – 2004. – Т. 307. – № 5 – С. 48-54.
5. Ежова А.В., Недоливко Н.М., **Перевертайло Т.Г.** и др. Литолого-петрографические особенности и условия формирования пород регионального циклита Ю<sub>15</sub>, вскрытых параметрической скважиной 1 Западно-Тымской площади // **Известия ТПУ**. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – Т. 310. – № 1. – С. 21-25.

### *В других изданиях:*

6. **Перевертайло Т.Г.** Проблемы прогнозированного поиска залежей нефти и газа берриас-валанжинских отложений Томской области // Седьмой международный научный симпозиум имени ак. М.А.Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2003. – С. 410-413.
7. **Перевертайло Т.Г.** Литолого-петрографические особенности комплекса песчаных пластов Б<sub>12</sub> Гураринского нефтяного месторождения // Восьмой международный научный симпозиум имени ак. М.А.Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2004. – С. 497-500.
8. Ежова А.В., Недоливко Н.М., **Перевертайло Т.Г.** и др. Литолого-петрографические особенности пласта Ю<sub>1</sub> скважины 31Р Западно-

Моисеевского участка Двуреченского месторождения // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области: Материалы научно-практической конференции. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – С. 50-52.

9. **Перевертайло Т.Г.** Литолого-петрографические особенности песчаных пластов Б<sub>14</sub>, Б<sub>13</sub>, Б<sub>12</sub> и Б<sub>11</sub> Гураринского нефтяного месторождения // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области: Материалы научно-практической конференции. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – С. 93-94.

10. **Перевертайло Т.Г.**, Ежова А.В., Семашко М.А. и др. Типы разрезов пласта Б<sub>12</sub> Гураринско-Соболиного месторождения (Томская область) // Химия нефти и газа: Материалы VI Междунар. конф. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2006, – Т. 1. – С. 358-359.

11. **Перевертайло Т.Г.** Корреляция продуктивных пластов нижнемеловых отложений Гураринско-Соболиного нефтяного месторождения // Геологическое строение и нефтегазоносность отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2006. – С. 162-167.

---

Подписано в печать 15.11.11. Формат бумаги 60×90/16. Уч.-изд. л. 1,75.  
Заказ 1711-11. Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в ТПУ. 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30