

На правах рукописи

Искоркина

Искоркина Альбина Альбертовна

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО КЛИМАТА НА
РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ
СВИТ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА И СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология,
геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск
2017

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор,
Исаев Валерий Иванович

Официальные оппоненты: Москвин Валерий Иванович,
доктор геолого-минералогических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН», ведущий научный
сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа
(г. Новосибирск)
Веселов Олег Васильевич,
кандидат геолого-минералогических наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Институт морской геологии и геофизики ДВО
РАН», ведущий научный сотрудник лаборатории
геодинамики и морской геофизики
(г. Южно-Сахалинск)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Геологический институт РАН» (г. Москва)

Защита диссертации состоится «**08**» июня **2017** г. в **16-00** на заседании диссертационного совета Д 212.269.12 при ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, корпус 20, ауд. 504.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, ул. Белинского, 53а и на сайте <http://portal.tpu.ru/council/2802/worklist>

Автореферат разослан « » апреля 2017 г.

И. о. ученого секретаря
диссертационного совета
Д 212.269.12, д. ф.-м. н.



М.В. Коровкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В рамках новой парадигмы развития сырьевой базы углеводородов РФ главными объектами изучения и поисков становятся арктические районы Западной Сибири и сланцевые ресурсы баженовской свиты (Конторович, 2016).

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности регионов и крупных зон нефтегазонакопления выполняется объемно-генетическим методом – бассейновое моделирование. Количество генерированных УВ определяется на основе реконструкции геотемпературного режима нефтематеринских отложений (Tissot, 2003; Лопатин, 2006; Галушкин, 2007; Попов, Исаев, 2011; Конторович и др., 2013; Nelskamp et al., 2014).

Регионы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции имеют уникальные палеоклиматические особенности: 1) мезозойско-кайнозойский вековой ход температур на земной поверхности, индивидуальный для региональных палеоклиматических зон; 2) разномасштабные процессы формирования и деградации неоплейстоценовых толщ вечномерзлых пород; 3) зонально и периодически формирующиеся позднечетвертичные ледниковые покровы. В плейстоцене произошло резкое похолодание, что могло приводить к снижению, нестационарности температурного поля во всем осадочном разрезе (Курчиков, 2001).

Объектом настоящих исследований является история геотермических условий нефтематеринских отложений месторождений Западной Сибири.

Степень разработанности темы. Накоплен значительный исследовательский материал, показывающий влияние факторов палеоклимата на температурный режим осадочно-вулканогенных и магматических комплексов (Kukkonen et al., 1997; Голованова и др., 2014; Демежко, Горностаева, 2014; Vogt et al., 2014). Опубликованы работы, показывающие влияние мезозойско-кайнозойского векового хода температур на термическую историю непосредственно нефтематеринских отложений (Исаев и др., 2009; Лобова и др., 2013).

Ученые и специалисты, занимающиеся моделированием термической истории осадочных бассейнов Западной Сибири, учитывают вековой ход температур на поверхности Земли (Галушкин и др., 2009; Хуторской и др., 2011 и др.). Этот вековой ход температур можно условно назвать «стандартным». Определение влияния мезозойско-кайнозойского векового хода температур и неоплейстоценовой толщи мерзлоты на реконструкции геотермического режима, на оценку степени реализации генерационного потенциала нефтематеринских отложений Западной Сибири, с учетом особенностей региональных палеоклиматических зон, – **цель настоящих исследований.**

В диссертационной работе решалась следующая научная задача – исследовать влияние мезозойско-кайнозойского хода температур на поверхности Земли, вечномерзлых пород на геотермический режим и реализацию

генерационного потенциала юрских нефтематеринских отложений юго-востока и арктического региона Западной Сибири.

Решение задачи разделено на следующие этапы: 1) обобщение, географическая и геохронологическая увязка известных экспериментальных данных о климатических температурах в мезозое-кайнозое и о мощностях мерзлых пород миоцена-плиоцена, определение «местного» (юго-восток), «арктического» (арктическая зона) векового хода температур и векового хода мощностей мерзлых пород; 2) систематизация, параметризация геолого-геофизических данных, компьютерное моделирование термической истории нефтематеринских отложений; 3) дифференцированная оценка влияния палеоклиматических факторов на геотермическую историю и степень реализации генерационного потенциала баженовских и тогурских отложений.

Научная новизна работы

1. Построен «местный» вековой ход температур в мезозое-кайнозое на поверхности Земли для южно-сибирской палеоклиматической зоны.
2. Построен «арктический» вековой ход температур в мезозое-кайнозое, вековой ход мощностей многолетнемерзлых пород для северо-сибирской палеоклиматической зоны.
3. Получены количественные оценки влияния палеоклимата на термическую историю и реализацию генерационного потенциала юрских нефтематеринских свит.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Показана значимая роль мезозойско-кайнозойского климата в реконструкциях термической истории материнских отложений, формирующих юрско-меловые нефтегазоносные комплексы Западной Сибири.
2. Результаты исследований по оценке и учету факторов палеоклимата позволили дать рекомендации, как адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских отложений, а, следовательно, повысить достоверность подсчета ресурсов УВ объемно-генетическим методом.

Методология и методы исследования

Методологической основой исследований является фундаментальная модель процессов нефтегазообразования Н.Б. Вассоевича и А.Э. Конторовича, определяющая геотемпературы вхождения материнских пород в главную зону нефтеобразования.

Основным звеном методики исследований является метод палеотемпературного моделирования, учитывающий факторы палеоклимата, параметры седиментационной истории и истории теплофизических свойств осадочной толщи (Исаев, Старостенко, 2004; Исаев и др., 2016). Применение геотермии, как поискового метода, находит отражение в исследованиях Р.В. Валиуллиной, О.В. Веселова, Ю.И. Галушкина, В.Н. Глазнева, И.В. Головановой, П.Ю. Горнова, Д.Ю. Демежко, А.Д. Дучкова, Т.Ю. Заведия, В.И. Ермакова, В.И.

Зуя, А.Э. Конторовича, А.Р. Курчикова, Р.И. Кутаса, Н.В. Лопатина, Д.К. Нургалиева, Ю.А. Попова, В.А. Скоробогатова, В.И. Старостенко, А.Н. Фомина, Д.А. Христофоровой, М. Д. Хуторского и других ученых.

Положения, выносимые на защиту

1. Построенный «местный» мезозойско-кайнозойский вековой ход температур на земной поверхности и принятая 300-метровая толща неоплейстоценовых вечномерзлых пород южно-сибирской палеоклиматической зоны позволяют адекватно восстановить термическую историю *тогурских и баженовских нефтематеринских отложений месторождений юго-востока Западной Сибири*. При учете зональных палеоклиматических факторов время нахождения материнских свит в главной зоне нефтеобразования увеличивается до 2-х раз, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 11–14 °С, в случае неучета – ресурсы углеводородов, рассчитанные объемно-генетическим методом, могут быть существенно занижены.

2. Построенный «арктический» мезозойско-кайнозойский вековой ход температур на земной поверхности и установленная динамика 300–600-метровой плиоцен-четвертичной толщи вечномерзлых пород северо-сибирской палеоклиматической зоны позволяют адекватно восстановить термическую историю *баженовских нефтематеринских отложений месторождений арктического региона Западной Сибири*. При учете зональных палеоклиматических факторов геологическое время нахождения материнской свиты в главной зоне нефтеобразования увеличивается на 50 % и более, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 10–13 °С, в случае неучета – ресурсы углеводородов, рассчитанные объемно-генетическим методом, могут быть заметно занижены.

Характеристика исходных данных

«Местный» вековой ход температур земной поверхности, «арктический» вековой ход температур и динамика мощностей мерзлых пород, построены на основе обобщения опубликованных экспериментальных определений и палеокриологических реконструкций (по 60-ти источникам за 1967-2015 г.г.). Для палеотемпературного моделирования использовались параметрические геолого-геофизические и геохимические данные по Томской, Новосибирской областям, п-ву Ямал (по состоянию на 2015 г.) – фондовые материалы и цифровые базы Томского филиала «Территориальный фонд геологической информации по СФО» и Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

Степень достоверности результатов

1. Сопоставление максимума расчетных геотемператур с температурами, определенными по ОСВ, и расчетных геотемператур с пластовыми, показало оптимальную согласованность.

2. Значения плотности теплового потока, рассчитанные палеотемпературным моделированием, согласуются с его экспериментальными определениями.

3. Очаги интенсивной генерации УВ, выявленные по палеогеотемпературному критерию, согласуются с данными бурения.

Апробация результатов исследования

Основные результаты докладывались на Международном семинаре «Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей им. Д.Г. Успенского» (Екатеринбург, 2014; Пермь, 2015; Москва, 2016); на Международном симпозиуме им. М.А. Усова (Томск, 2014, 2015, 2016); на научных чтениях памяти Ю.П. Булашевича (Екатеринбург, 2013). Основные положения научной работы изложены в 27 публикациях диссертанта, в том числе 5 статей в журналах перечня ВАК.

Личный вклад автора

Автором сформулирована задача исследований. Лично автором построены «местный» и «арктический» вековой ход температур для регионов Западной Сибири. Автор выполнил анализ геолого-геофизических данных и непосредственно компьютерное палеотемпературное моделирование. Автором получены количественные оценки влияния палеоклимата на термическую историю и реализацию генерационного потенциала нефтематеринских свит и даны рекомендации, как адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских отложений.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из 6 разделов, введения и заключения, общим объемом 119 страниц, 10 иллюстраций, 45 таблиц, 145 источников литературы.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д. г.-м. н. В.И. Исаеву. Автор признателен академику НАН Украины В.И. Старостенко, рекомендовавшему к публикации основные результаты исследований. Автор благодарит д. г.-м. н. Г.А. Лобову и д. г.-м. н. А.Н. Фомина, В.В. Стоцкого, А.В. Власову – консультантов и коллег по совместным исследованиям. Автор благодарит профессора А.К. Мазурова за поддержку работы в ТПУ, руководителя Томскнедра А.В. Комарова и научного руководителя ИНГГ СО РАН академика А.Э. Конторовича за предоставленную возможность использовать фондовые геолого-геофизические и геохимические данные.

Диссертационные исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00080 мол_а.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор проблемы

И.В. Головановой, Д.Ю. Демежко, Т.Ю. Завидием, С. Vogt выполнены реконструкции изменения фундаментального геодинамического параметра – теплового потока через земную поверхность в связи с климатическими изменениями в плейстоцен-голоцене. Исследователи отмечают осложнение регионального теплового поля Урала и Сибири, вызванное особенностями климатической истории. В работах В.И. Ермакова, В.А. Скоробогатова, А.Р. Курчикова, Б.П. Ставицкого, Г.А. Лобовой с соавторами показано влияние мезозойско-кайнозойских климатических изменений на термическую историю непосредственно нефтематеринских отложений. Н.В. Лопатин и Ю.И. Галушкин, занимающиеся моделированием термической истории осадочных бассейнов Западной Сибири и других нефтегазоносных провинций, рекомендуют учитывать вековой ход температур на поверхности Земли.

Наряду с этим, при палеотемпературном моделировании разрезов глубоких скважин, расположенных на юго-востоке Западной Сибири, влияние резкого похолодания в плейстоцен-голоцене на геотермический режим материнских пород было оценено как маловероятное (Исаев, Фомин, 2006). В некоторых работах (Грецкая, Литвинова, 2011) при реконструкции температурного режима нефтематеринских отложений вековой ход температур земной поверхности не учитывается.

Есть опыт применения «местных» среднегодовых температур на земной поверхности (по метеорологическим данным) при построении термотомографической модели осадочного чехла шельфа моря Лаптевых (Хуторской и др., 2011), а также при моделировании глубинных температур в литосфере вдоль сети геотраверсов Арктического региона Евразии (Хуторской и др., 2013).

В публикации Арктической экспедиции IODP 302 (Nelskamp et al., 2014) приводятся результаты построения и анализа объединенной литосферно-бассейновой термальной модели в пределах Хребта Ломоносова. Для учета палеоклиматического фактора авторами построен «местный» вековой ход температур на земной поверхности, начиная со 100 млн. лет назад. В заключении авторы отметили, что эволюционирование температур на земной поверхности оказывает большое влияние на зрелость нефтематеринской породы.

В Западной Сибири в плейстоцене важными событиями были периодически формирующиеся ледниковые покровы, достигающие в центрах формирования мощности 3500 м (Конторович и др., 2013). По последним данным (Эльгер, 2015; Зыкин и др., 2016) вечная мерзлота заходила в пределы севера Казахстана.

Можно сделать следующие выводы:

1. Выделяются *три вероятных палеоклиматических фактора*, влияющих прямо (фактически) или косвенно (в расчетах, реконструкциях) на термическую историю нефтематеринских отложений. *1-ый фактор* – вековой ход температур на поверхности Земли, обуславливающий солярный источник тепла

для процессов генерации УВ. 2-ой фактор – толщи вечномерзлых пород, обладающие аномально высокой теплопроводностью. 3-й фактор – это ледниковые покровы, своеобразные литолого-стратиграфические комплексы, существенно увеличивающие мощность перекрывающих отложений.

2. Состояние проблемы оценки и учета влияния мезозойско-кайнозойского климата на реализацию генерационного потенциала нефтематеринских отложений Западной Сибири можно охарактеризовать как *состояние научного поиска*.

2 Палеоклиматические факторы южно-сибирской зоны

«Местный» вековой ход температур земной поверхности (рис. 2.1) построен на основе обобщения (сводки по 6-ти опубликованным источникам) палеоклиматических реконструкций для юго-востока Западно-Сибирской низменности, начиная с юрского времени – времени осадконакопления нефтематеринских свит.

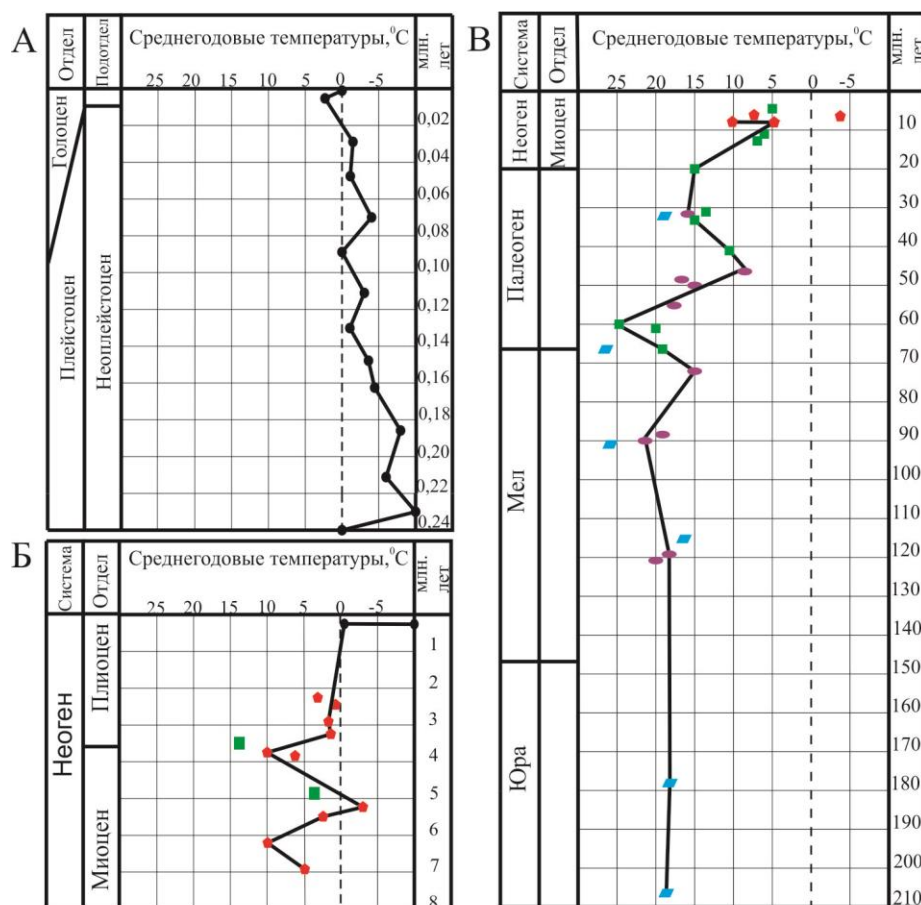


Рис. 2.1 Сводка палеоклиматических реконструкций (кросс-плот) и вековой ход температур на поверхности Земли (кусочно-линейная аппроксимация) южно-сибирской палеоклиматической зоны: А – в неоплейстоцене и голоцене; Б – в верхнем миоцене и плиоцене; В – в юре, меле, палеогене и миоцене.

Неоплейстоценовые вечномерзлые породы. В центральной и южной части Западной Сибири мощность толщи мерзлоты в неоплейстоцене составляла

порядка 300 м (Шарбатян, 1974), по данным А.В. Павлова и Г.Ф. Гравис (2000) – могла достигать 1000 м. Представилось интересным оценить влияние вечноммерзлых пород и мощности 1000 м.

3 Палеоклиматические факторы северо-сибирской зоны

«Арктический» вековой ход температур земной поверхности построен на основе обобщения (сводки по 28-ми опубликованным источникам) экспериментальных определений и палеоклиматических реконструкций для севера Западно-Сибирской низменности.

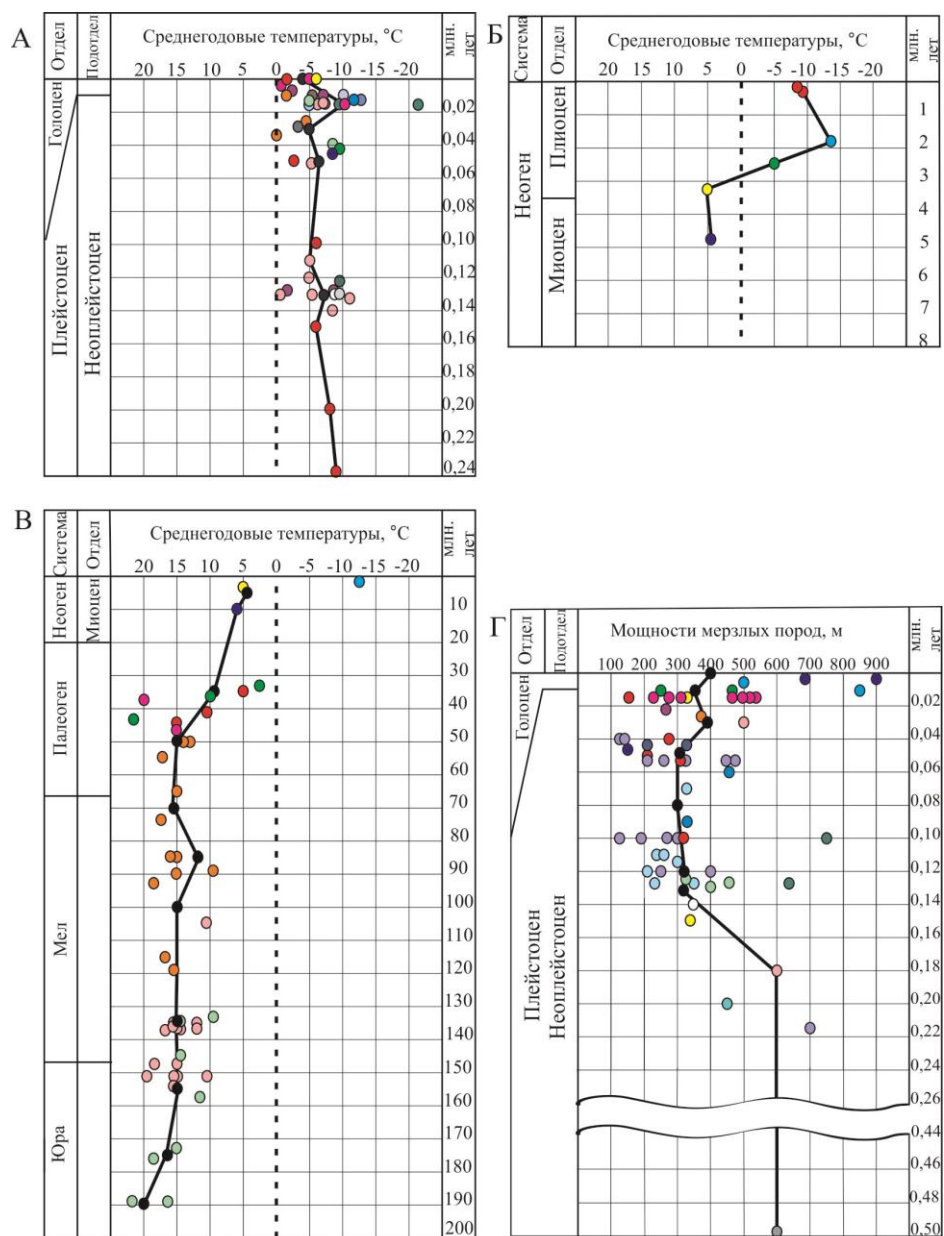


Рис. 3.1 Сводка палеоклиматических, палеокриологических определений и реконструкций (кросс-плот), вековой ход температур и мощностей вечноммерзлых пород (кусочно-линейная аппроксимация) северо-сибирской палеоклиматической зоны: А – ход температур в неоплейстоцене и голоцене; Б – ход температур в верхнем миоцене и плиоцене; В – ход температур в юре, меле, палеогене и миоцене; Г – ход мощностей вечноммерзлых пород в неоплейстоцене и голоцене.

Вековой ход мощностей мерзлых пород построен на основе обобщения (сводки по 19-ти опубликованным источникам) экспериментальных определений и палеокриологических реконструкций, начиная с развития криогенных процессов в неоплейстоцене – 0,5 млн. лет назад (рис. 3.1, Г).

4 Методика оценки влияния палеоклиматических факторов на геотермический режим нефтематеринских отложений

Для исследований применен метод палеотемпературного моделирования, основанный на численном решении уравнения теплопроводности горизонтально-слоистого твердого тела с подвижной верхней границей (Исаев, Старостенко, 2004; Исаев и др., 2016).

Краевое условие модели определяется температурой поверхности осадконакопления, т.е. определяется палеоклиматом, и задается в виде кусочно-линейной функции векового хода температур на поверхности Земли.

Расчет палеотемператур состоит из двух этапов. На первом, по распределению температур, «наблюденных» в точках разреза скважины, рассчитывается тепловой поток q через поверхность основания осадочного чехла, т. е. решается обратная задача геотермии. На втором этапе, с известным значением q , решаются прямые задачи геотермии – непосредственно рассчитываются температуры U в заданных точках осадочной толщи Z (в том числе в материнской свите) на заданные моменты геологического времени t .

Моделирование выполняется в предположении квазипостоянства плотности теплового потока из основания, начиная с юрского времени (Ермаков, Скоробогатов, 1986; Дучков и др., 1990; Курчиков, 2001). В этом случае обратная задача решается однозначно.

Формирование, существование, деградация толщи вечномерзлых пород учитываются как динамичный литолого-стратиграфический комплекс, обладающий аномально высокими значениями теплопроводности и температуропроводности.

Решение прямых задач геотермии выполнялось на ключевые моменты геологического времени, соответствующие временам начала/завершения формирования каждой свиты, перекрывающих нефтематеринскую, а также точкам «излома» векового хода температур на земной поверхности и «переломным» моментам формирования и деградации неоплейстоценовой мерзлоты.

Балансовая модель процессов нефтегазообразования (Конторович, 1976; Бурштейн и др., 1997) позволяет по геотемпературному критерию выполнить выделение очагов интенсивного образования нефтей из рассеянного органического вещества (РОВ) материнских отложений: пороговая геотемпература вхождения в главную зону нефтеобразования (ГЗН) $U \geq 85$ °С для РОВ сапропелевого типа, $U \geq 95$ °С для РОВ гумусово-сапропелевого и гумусового типов.

Для каждого варианта реконструкций термической истории материнской свиты рассчитывается интегральный показатель плотности ресурсов

генерированных нефтей – R , усл. ед. (Лобова и др., 2013). Здесь расчетное значение плотности генерированных ресурсов (на участке скважины) напрямую зависит от времени нахождения материнской свиты в ГЗН и от геотемператур ГЗН. Такой подход принят в качестве экспресс-расчета (упрощенного расчета) плотности генерированных ресурсов УВ.

Возможности примененного метода палеотемпературного моделирования позволяют адекватно, в строгой математической форме, учесть основные палеоклиматические факторы – вековой ход температур и толщу вечномерзлых пород.

5 Оценка влияния палеоклиматических факторов на реконструкции геотермического режима нефтематеринских свит месторождений юго-востока Западной Сибири

В Томской области нефтепромыслы сосредоточены главным образом в Нюрольской мегавпадине и на структурах ее обрамления (рис. 5.1).

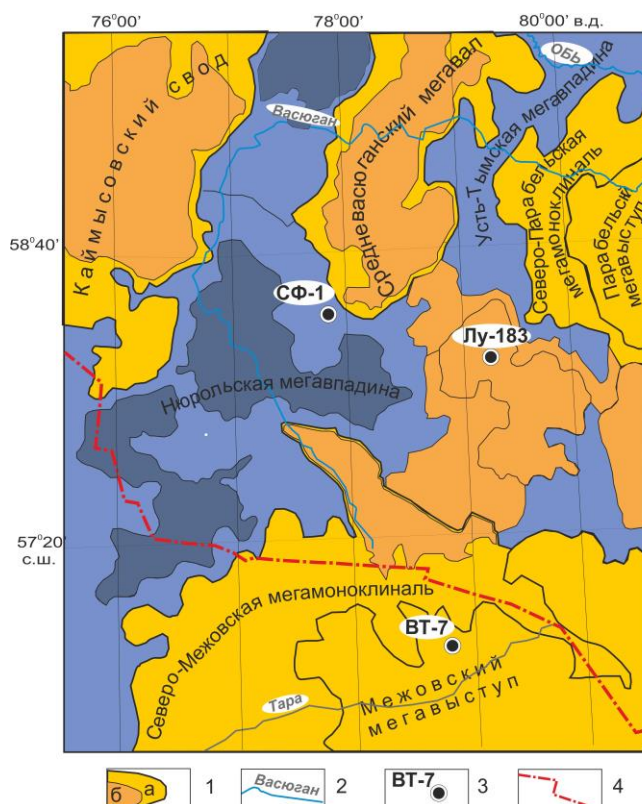


Рис. 5.1 Обзорная схема территории исследований на тектонической основе (Конторович, 2002): 1 – структуры: а – I порядка, б – II порядка; 2 – реки; 3 – исследуемые скважины: Северо-Фестивальная 1 (СФ-1), Лугинецкая 183 (Лу-183) и Верх-Тарская 7 (ВТ-7); 4 – административная граница между Томской и Новосибирской областями

Нефтепроизводящей толщей для доюрского, нижнеюрского и среднеюрского НГК является *тогурская свита* (J_{1t_1}), содержащая РОВ гумусового и смешанного типа. Для верхнеюрского и мелового НГК основным источником УВ являются

отложения *баженовской свиты* (J_3v), повсеместно распространенной в пределах исследуемой территории (Фомин, 2011).

В Новосибирской области Верх-Тарское месторождение нефти является наиболее крупным. Основным источником УВ для залежи горизонта Ю₁ служит РОВ *баженовской свиты* (Сурикова, Калинина, 2010).

Ниже приводятся результаты моделирования палеогеотемпературных условий *тогурских отложений*, выполненного для осадочного разреза скважины СФ-1 (табл. 5.1).

Табл. 5.1 Параметрическое описание седиментационной истории и теплофизических свойств осадочной толщи, вскрытой скв. СФ-1 (мощность неоплейстоценовой мерзлоты 300 метров)

Свита, толща (стратиграфия)	Мощность, м	Возраст, млн. лет назад	Время накопления, млн лет	Плотность, г/см ³	Теплопроводность, Вт/м·град	Температуропроводность, м ² /с	Тепловыделение, Вт/м ³
Четвертичные Q	-	0.052-0.00	0.052	-	-	-	-
Четвертичные Q	300	0.055-0.052	0.003	2.10	1.3	7e-007	1,22e-006
Четвертичные Q	-300	0.0565-0.055	0.0015	-	-	-	-
Четвертичные Q	-	0.2355-0.0565	0.179	-	-	-	-
Четвертичные Q	300	0.2385-0.2355	0.003	2.10	2.09	1,05e-006	1,22e-006
Четвертичные Q	-300	0.24-0.2385	0.0015	-	-	-	-
Четвертичные Q	35	1.64-0.24	1.4	2.02	1.27	6,5e-007	1,1e-006
Плиоценовые N ₂	-	1.64-4.71	3.07	-	-	-	-
Миоценовые N ₁	-	4.71-24.0	19.29	-	-	-	-
Некрасовская nk P ₃	154	24.0-32.3	8.3	2.09	1.35	7e-007	1,2e-006
Чеганская hg P ₃₋₂	70	32.3-41.7	9.4	2.09	1.35	7e-007	1,2e-006
Людлинворская ll P ₂	240	41.7-54.8	13.1	2.09	1.35	7e-007	1,2e-006
Талицкая tl P ₁	70	54.8-61.7	6.9	2.09	1.35	7e-007	1,2e-006
Ганькинская gn K ₂ -P ₁	170	61.7-73.2	11.5	2.11	1.37	7e-007	1,25e-006
Славгородская sl K ₂	130	73.2-86.5	13,3	2.11	1.37	7e-007	1,25e-006
Ипатовская ip K ₂	-	86.5-89.8	3.3	-	-	-	-
Кузнецовская kz K ₂	15	89.8-91.6	1.8	2.18	1.43	8e-007	1,25e-006
Покурская pk K ₂₋₁	800	91.6-114.1	22.5	2.26	1.49	8e-007	1,25e-006
Алымская a ₂ K ₁	24	114.1-116.3	2.2	2.39	1.6	8e-007	1,25e-006
Алымская a ₁ K ₁	17	116.3-120.2	3.9	2.39	1.6	8e-007	1,25e-006
Киялинская kls K ₁	613	120.2-132.4	12.2	2.39	1.6	8e-007	1,25e-006
Тарская tr K ₁	54	132.4-136.1	3.7	2.44	1.62	8e-007	1,25e-006
Куломзинская klm K ₁	313	136.1-145.8	9.7	2.44	1.64	8e-007	1,25e-006
Баженовская bq J ₃ +K ₁	23	145.8-151.2	5.4	2.42	1.62	8e-007	1,3e-006
Георгиевская gr J ₃	5	151.2-156.6	5.4	2.42	1.62	8e-007	1,3e-006
Васюганская vs J ₃	70	156.6-162.9	6.3	2.42	1.6	8e-007	1,3e-006
Тюменская tm J ₂₋₁	362	162.9-200.8	37.9	2.46	1.64	8e-007	1,3e-006
Тогурская tg J ₁	30	200.8-203.9	3.1	2.46	1.64	8e-007	1,3e-006
Урманская ur J ₁	39	203.9-208.0	4.1	2.46	1.64	8e-007	1,3e-006

Примечание. Коричневой заливкой показаны времена накопления нефтематеринских тогурской и баженовской свит и их параметрическое описание, голубой – времена «мгновенного» формирования и «мгновенной» деградации толщи неоплейстоценовой мерзлоты, темно-голубой – время существования толщи мерзлоты.

Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется, начиная с 240 тыс. лет назад, «мгновенной» (по меркам геологического времени, за 1,5+3,0 тыс. лет) заменой «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлых пород со своими теплофизическими характеристиками. Затем, эта толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 179 тыс. лет. Далее, «мгновенно» (1,5+3,0 тыс. лет) толща вечной мерзлоты заменяется «нормальными» осадочными

отложениями. И, далее существует «нормальный» осадочных чехол до настоящего времени, в последние 52 тыс. лет.

Определение влияния палеоклимата выполняется на основе анализа вариабельности результатов четырех вариантов палеотемпературных реконструкций (табл. 5.2). *Вариант 1* – учет «местного» векового хода температур на поверхности Земли, учет неоплейстоценовой мерзлоты мощностью до 300 м. *Вариант 2* – учет «местного» векового хода температур, без учета мерзлоты. *Вариант 3* – без учета векового хода температур, без учета мерзлоты. *Вариант 4* – учет «местного» векового хода температур, учет неоплейстоценовой мерзлоты с гипотетической мощностью до 1000 м.

Так как «наблюдаемые» (измеренные) температуры, включая определенные по отражательной способности витринита (ОСВ), имеют погрешность порядка ± 2 °С, то *варианты 3 и 4* решений нельзя признать приемлемыми. В этих вариантах «невязки» превышают оптимальную более чем в 2 раза, а разница с ОСВ достигает 7–13 °С.

Максимальное значение расчетной плотности генерированных ресурсов R в *варианте 1* обусловлено более «богатой» термической историей тогурской свиты: нахождение в ГЗН составляет 92 млн. лет, это больше на 30 млн. лет (на 50 %), чем в *варианте 3*. При этом, именно в *варианте 1* в наиболее длительный период 34–6 млн. лет назад наступают катагенетические условия глубинной зоны газообразования (геотемпературы достигают 138 °С), что хорошо согласуется с установленной газоносностью нижнеюрского и палеозойского НГК.

Когда в вариантах учтен фактор палеоклимата – неоплейстоценовая мерзлота, то получено увеличение расчетной плотности теплового потока q . В этих вариантах увеличение q обусловлено рассеиванием тепла через дневную поверхность за счет высокой теплопроводности и температуропроводности мерзлой толщи, присутствующей в модели. В целом *учет факторов палеоклимата на месторождениях Томской области* обуславливает увеличение расчетного палеотемпературного максимума в истории материнских **тогурских и баженовских отложений** на 11–14 °С.

Аналогичное влияние факторов палеоклимата на расчетное значение q имеет место и на *Верх-Тарском месторождении Новосибирской области*. Расчет кумулятивного показателя R для **баженовской свиты** дал максимальное значение для варианта, в котором помимо учета векового хода температур на дневной поверхности, учтено присутствие мерзлоты мощностью 300 м. В целом, учет палеоклимата обуславливает увеличение расчетного палеотемпературного максимума в истории материнских баженовских отложений на 14 °С.

Выводы:

1. На представительных примерах мезозойско-кайнозойского разреза месторождений Томской и Новосибирской областей установлено, что учет векового хода температур на поверхности Земли и толщи неоплейстоценовой мерзлоты позволяет адекватно восстановить термическую историю материнских отложений.

Таблица 5.2 Расчетные геотемпературы тогурской свиты в разрезе скважины СФ-1

Время, млн. лет назад	Вековой ход температур на поверхности Земли, °С	Глубина положения тогурской свиты, м	Геотемпературы свиты, °С			
			Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
0	0	3183	119	120	125	115
0.001	+1	3182	119	120	125	115
0.003	+2	3182	119	120	125	115
0.005	+3	3182	119	120	125	115
0.018	+1	3182	119	120	125	115
0.03	-2	3182	119	120	125	115
0.05	-1	3181	119	120	125	115
0.052	-1	3181	119	120	125	115
0.055	-1	3181	119	120	125	115
0.0565	-2	3181	119	120	125	115
0.07	-4	3181	119	119	125	115
0.09	-1	3180	119	119	125	115
0.11	-4	3180	119	119	125	115
0.13	-1	3179	119	119	125	115
0.15	-4	3179	119	120	125	115
0.19	-9	3178	119	120	125	115
0.21	-6	3177	119	121	125	115
0.222	-7	3177	119	120	125	115
0.225	-8	3177	119	121	125	115
0.235	-10	3177	119	121	125	115
0.2355	-9	3177	119	121	125	115
0.2385	-2	3177	119	121	125	115
0.24	0	3177	119	122	125	115
1.4	+1	3158	124	122	124	131
1.64	+1	3158	124	122	124	131
3.1	+2	3147	126	124	124	133
3.2	+2	3147	126	124	124	133
3.8	+12	3147	126	124	124	133
4.7	+3	3147	130	128	124	138
5.2	-3	3146	126	124	124	133
5.7	+7	3146	126	124	124	134
6.3	+10	3146	132	129	124	139
7	+4	3146	127	124	124	134
20	+15	3146	138	135	124	145
24	+16	3141	138	136	124	146
31.5	+17	3011	133	131	117	140
32.3	+16	2993	132	130	117	139
34	+15	2977	130	128	116	137
37.6	+14	2955	128	126	115	135
41.7	+12	2925	125	123	114	131
42	+11	2913	123	121	113	130
46	+8	2838	117	115	110	124
54.8	+19	2687	120	118	103	126
58	+24	2647	124	122	101	130
61.7	+22	2616	121	119	100	127
73	+15	2441	107	105	92	113
73.2	+16	2441	107	105	92	113
86.5	+22	2314	107	105	87	113
89.8	+22	2311	107	105	86	113
90	+23	2307	107	105	86	113
91.6	+22	2299	107	105	86	112
114.1	+21	1491	74	73	54	77
118	+19	1463	71	70	53	74
120.2	+19	1453	71	70	52	73
132.4	+19	850	49	48	30	50
136.1	+19	783	46	46	28	48
145.8	+19	493	36	36	17	37
Расчетный тепловой поток из основания, мВт/м ²			56.8	55.7	57.3	60.4

Примечание. Заливкой показаны температуры главной зоны нефтеобразования (ГЗН), темной заливкой – абсолютный палеотемпературный максимум ГЗН, темно-серой заливкой – относительные максимумы ГЗН.

2. Варианты палеотемпературного моделирования, как на Лугинецком и Северо-Фестивальном месторождениях Томской области, так и на Верх-Тарском месторождении Новосибирской области, наиболее полно учитывающие два основных фактора палеоклимата - вековой ход температур и толщу мерзлоты, представляют наиболее «богатую» термическую историю материнских отложений. В этом случае геологическое время нахождения материнских свит в ГЗН увеличивается до 2-х раз, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 11–14 °С.

3. При определении ресурсов УВ объёмно-генетическим методом на землях юго-востока Западной Сибири предпочтительно применять «местный» вековой ход температур и толщу мерзлоты мощностью порядка 300 метров. В случае неучета толщ вечной мерзлоты расчетные ресурсы УВ могут быть занижены (по экспресс-расчету – до 25–30 %), а в случае неучета еще и палеоклиматического хода температур расчетные ресурсы УВ могут быть занижены еще значительней (по экспресс-расчету – от 50 % до 4 раз).

Приведенные выше выводы обосновывают 1-е защищаемое положение.

6 Оценка влияния палеоклиматических факторов на реконструкции геотермического режима нефтематеринских свит месторождений севера Западной Сибири

Моделирование палеогеотемпературных условий нефтематеринских баженовских отложений выполнено для осадочных разрезов 3-х глубоких скважин, расположенных в пределах трех нефтегазоконденсатных месторождений *n-ва Ямал* (рис. 6.1): Здесь залежи УВ вскрыты в ловушках верхнеюрского и мелового НГК. Баженовская свита в арктической зоне существенно варьирует как по концентрациям РОВ, нередко уменьшаясь до 1-2 %, так и по типу РОВ, переходя к гумусово-сапропелевому типу. По ОСВ ($R_{vt}^0 = 0,96$ %) в пределах Арктической площади свита находится в конце ГЗН (данные ИНГГ СО РАН, 2015).

Далее приводятся результаты моделирования палеогеотемпературных условий баженовских отложений, выполненного для осадочного разреза скважины Арк-11 (табл. 6.1).

Количественное определение влияния палеоклимата на расчетный геотермический режим и на оценку степени реализации генерационного потенциала материнских отложений выполняется на основе анализа вариабельности результатов четырех вариантов палеотемпературных реконструкций. *Вариант 1* – без учета факторов палеоклимата. *Вариант 2* – учет «стандартного» векового хода температур, без учета неоплейстоценовой мерзлоты. *Вариант 3* – учет «арктического» векового хода температур, без учета неоплейстоценовой мерзлоты. *Вариант 4* – учет «арктического» векового хода температур, учет динамики неоплейстоценовой мерзлоты.

Восстановление термической истории баженовской свиты выполнено на 54 ключевых моментах геологического времени (табл. 6.2).

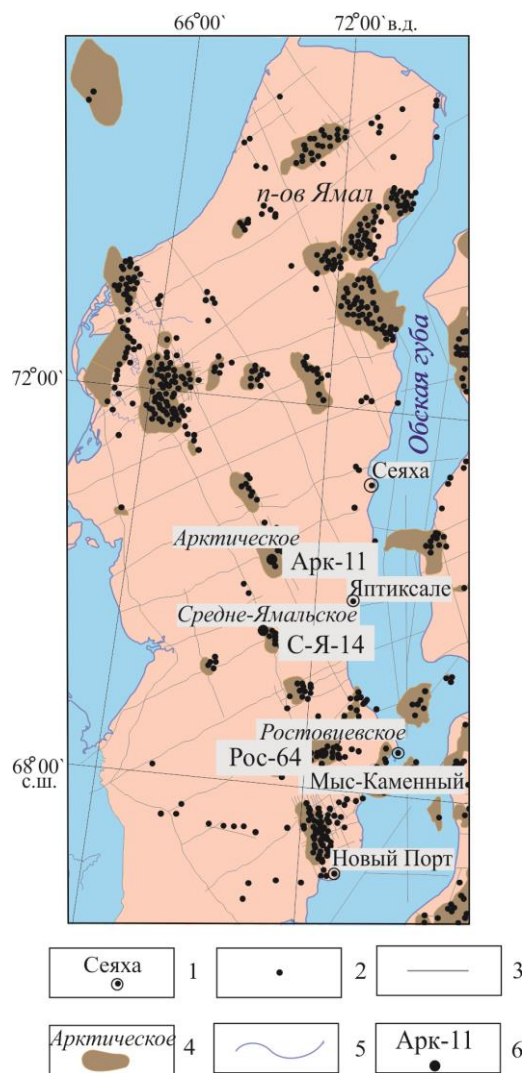


Рис. 6.1 Обзорная схема территории исследований: 1 – населенный пункт и его название; 2 – поисково-разведочная скважина; 3 – сейсмический профиль МОГТ 2D; 4 – контур месторождения и его название (объект исследований); 5 – гидрография и береговая линия; 6 – моделируемая скважина и ее условный индекс: Арктическая 11 (Арк-11), Средне-Ямальская 14 (С-Я-14) и Ростовцевская 64 (Рос-64).

Как следует из табл. 6.2, *вариант 4* представлен наиболее «богатой» термической историей баженовской свиты: нахождение в ГЗН составляет 92 млн. лет, это больше на 42 млн. лет (почти в 2 раза), чем в *варианте 1*; абсолютный палеотемпературный максимум составляет 132 °С, это больше на 13 °С чем в *варианте 1* и соответствует концу ГЗН.

Анализируя измеренные и расчетные геотемпературы Арктического и Ростовцевского месторождений (табл. 6.3) можно заметить, что по критерию «невязки» результаты *вариантов 3 и 4* оптимальны и равноценны. Однако, для *варианта 4* (скважина Арк-11) учет мерзлоты, наряду с учетом «арктического» векового хода температур, приводит к увеличению кумулятивного показателя *R* на 50 % (табл. 6.4). Для скважины Средне-Ямальская 14 приемлемым можно признать только *вариант 4*.

Табл. 6.1 Параметрическое описание седиментационной истории и теплофизических свойств осадочной толщи, вскрытой скважиной Арк-11.

Свита, толща (стратиграфия)	Мощность, м	Возраст, млн. лет назад	Время накопления, млн. лет	Плотность, г/см ³	Теплопроводность, Вт/м·град	Температуропроводность, м ² /с	Тепловыделение, Вт/м ³
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	-	0.1820-0.00	0.1820	-	-	-	-
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	300	0.18215-0.1820	0.00015	2.10	2.09	1.05e-006	1.22e-006
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	300	0.1823-0.18215	0.00015	2.10	1.3	7e-007	1.22e-006
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	-600	0.1826-0.1823	0.0003	-	-	-	-
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	-	0.5167-0.1826	0.3341	-	-	-	-
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	600	0.5197-0.5167	0.003	2.10	2.09	1.05e-006	1.22e-006
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	-600	0.520-0.5197	0.0003	-	-	-	-
Квартер+плиоцен $Q-N_2$	280	4.1-0.520	3.58	2.04	1.29	6.5e-007	1.1e-006
N_{1-2}	-113	4.1-5.4	1.3				
Новопортовская $nvp N_{1-2}$	50	5.4-8.4	3	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Таволжанская $tv N_1$	25	8.4-12.5	4.1	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Бищеульская $bsch N_1$	38	12.5-14.5	2	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
N_1	-535	14.5-18.5	4				
Абросимовская $abr N_1$	25	18.5-23.0	4.5	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Туртасская $tur P_3$	90	23.0-28.0	5	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Новомихайловская $nvm P_3$	70	28.0-30.0	2	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Атлымская $atl P_3$	100	30.0-34.0	4	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Тавдинская $tv P_2$	150	34.0-42.6	8.6	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Нюрольская $nl P_2$	100	42.6-50.4	7.8	2.08	1.33	7e-007	1.2e-006
Ирбитская $ir P_2$	20	50.4-55.0	4.6	2.09	1.35	7e-007	1.2e-006
Серовская $sr P_1$	43	55.0-58.0	3	2.09	1.35	7e-007	1.2e-006
Тибейсалинская $tb P_1$	120	58.0-63.7	5.7	2.09	1.35	7e-007	1.2e-006
Ганькинская $gn K_2+P_1$	40	63.7-73.0	9.3	2.11	1.37	7e-007	1.25e-006
Березовская $b K_2$	136	73.0-89.0	16	2.15	1.41	7.5e-007	1.25e-006
Кузнецовская $kz K_2$	31	89.0-92.0	3	2.18	1.43	8e-007	1.25e-006
Марресалинская $mr K_2-K_1$	550	92.0-102.0	10	2.26	1.49	8e-007	1.25e-006
Яронгская $jar K_1$	690	102-108.5	6.5	2.39	1.6	8e-007	1.25e-006
Танопчинская $tn K_1$	353	108.5-133.2	24.7	2.44	1.62	8e-007	1.25e-006
Ахская $ah K_1$	529	133.2-142.7	9.5	2.44	1.64	8e-007	1.25e-006
Баженовская $bg J_3+K_1$	16	142.7-149.3	6.6	2.42	1.62	8e-007	1.3e-006
Нурминская $nr J_2$	65	149.3-161.7	12.4	2.42	1.62	8e-007	1.3e-006
Малышевская $ml J_2$	95	161.7-171.0	9.3	2.45	1.63	8e-007	1.3e-006
Леонтьевская $ln J_2$	130	171.0-173.0	2	2.47	1.65	8e-007	1.3e-006
Вымская $vm J_2$	127	173.0-175.0	2	2.45	1.63	8e-007	1.3e-006
Лайдинская $ld J_2$	75	175.0-177.0	2	2.47	1.65	8e-007	1.3e-006
Надояхская $nd J_2+J_1$	95	177.0-182.5	5.5	2.45	1.63	8e-007	1.3e-006
Китербютская (тогурская) $kt J_1$	39	182.5-184.0	1.5	2.47	1.65	8e-007	1.3e-006
Шараповская $shr J_1$	50	184.0-186.0	2	2.45	1.63	8e-007	1.3e-006
Левинская $lv J_1$	140	186.0-186.7	0.7	2.47	1.65	8e-007	1.3e-006
Мощность разреза, м	3624						

Примечание. Коричневой заливкой показаны времена накопления нефтематеринских китербютской (тогурской) и баженовской свит и их параметрическое описание, серой – размывы палеоген-неогеновых отложений, голубой – времена «мгновенного» формирования и «мгновенной» деградации толщи неоплейстоценовой мерзлоты, темно-голубой – времена существования толщи мерзлоты.

Табл. 6.2 Расчетные геотемпературы баженовской свиты в разрезе, вскрытым скважиной Арк-11.

Время, млн. лет назад	«Стандартный» вековой ход, °С	«Арктический» вековой ход, °С	Мощность мерзлых пород, м	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпературы баженовской свиты, °С			
					Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
0	0	-4	300	2800	107	104	101	98
0.015	-2	-10	300	2798	107	103	101	97
0.02	-3	-8	300	2798	107	103	101	97
0.030	-4	-5	300	2798	107	102	100	97
0.04	-2	-6	300	2798	107	102	100	97
0.050	-1	-7	300	2797	107	103	100	96
0.070	-4	-4	300	2795	107	103	100	96
0.110	-4	-5	300	2792	107	103	100	95
0.120	-2	-6	300	2791	107	103	100	95
0.130	-1	-7	300	2791	107	103	99	94
0.150	-4	-6	300	2790	107	104	99	94
0.177	-6	-7	300	2788	107	104	99	94
0.1820	-6	-7	300	2788	107	104	99	94
0.18215	-6	-7	300	2788	107	103	98	105
0.1823	-7	-7	600	2788	107	103	98	116
0.1826	-7	-7	600	2788	107	103	98	116
0.200	-7	-8	600	2786	106	104	98	94
0.240	-10	-9	600	2784	106	105	98	94
0.5167	-6	-10	600	2765	106	105	96	100
0.5197	-5	-11	-	2765	106	105	96	115
0.520	-5	-11	-	2764	106	105	96	100
1.8	-3	-13	-	2677	102	102	93	96
3.2	-2	+5	-	2581	97	98	103	107
4.1	+3	+4	-	2520	96	97	102	105
4.9	+5	+4	-	2590	98	100	104	107
5.4	+5	+4	-	2633	100	102	105	109
8.4	+9	+5	-	2583	98	101	104	108
10	+9	+6	-	2573	97	102	105	108
12.5	+10	+6	-	2558	96	102	104	107
14.5	+10	+6	-	2520	97	103	104	107
18.5	+11	+7	-	3055	119	125	128	132
23	+4	+8	-	3030	118	119	127	131
28	+8	+8	-	2940	114	118	123	127
30	+10	+9	-	2870	111	116	120	124
34	+11	+9	-	2770	106	115	116	120
35	+14	+9	-	2752	105	116	116	119
42.6	+20	+12	-	2620	100	117	113	116
50	+21	+15	-	2525	95	114	112	114
50.4	+21	+15	-	2520	95	114	111	114
55	+21	+15	-	2500	94	112	110	114
58	+20	+16	-	2457	92	110	109	112
63.7	+19	+16	-	2337	87	104	104	107
70	+19	+16	-	2310	86	103	103	106
73	+19	+15	-	2297	85	102	101	104
85	+19	+13	-	2195	81	98	95	97
89	+20	+13	-	2161	79	97	94	97
92	+20	+13	-	2130	78	96	93	95
100	+22	+15	-	1690	61	80	76	78
102	+22	+15	-	1580	56	76	72	74
108.5	+22	+15	-	890	31	52	47	48
120	+22	+16	-	726	26	46	42	43
134	+21	+15	-	492	17	38	32	33
135	+22	+15	-	437	15	36	30	31
142.5	+22	+15	-	19	1	23	16	16
Расчетный тепловой поток из основания, мВт/м ²					55.7	54.1	56.4	58.4

Примечание. Заливкой показаны температуры главной зоны нефтеобразования (ГЗН), темной заливкой – абсолютный палеотемпературный максимум ГЗН, темно-серой заливкой – относительные максимумы ГЗН.

Табл. 6.3 Сопоставление измеренных и расчетных геотемператур в скважинах Арктического, Средне-Ямального и Ростовцевского месторождений

Глубина, м	Измере нные темпера туры, °С	Способ измерения	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
			Расче тные, °С	Разн ица, °С	Расче тные, °С	Разн ица, °С	Расчетн ые, °С	Разн ица, °С	Расче тные, °С	Разн ица, °С
Скважина Арктическая 11										
2000	100	по ОСВ	91	-9	97	-3	99	-1	102	+2
2500	120	по ОСВ	109	-11	115	-5	117	-3	121	+1
3533	125	пластовые	133	+8	128	+3	126	+1	124	-1
3560	126	пластовые	133	+7	129	+3	127	+1	125	-1
Среднеквадратическое отклонение («невязка»), °С			±9		±4		±2		±1	
Скважина Средне-Ямальная 14										
1700	83	по ОСВ	78	-5	80	-3	80	-3	81	-2
2200	100	по ОСВ	95	-5	96	-4	96	-4	97	-3
3000	120	по ОСВ	122	+2	121	+1	122	+2	122	+2
846	17	пластовые	36	+19	32	+15	28	+11	23	+6
Среднеквадратическое отклонение («невязка»), °С			±10		±8		±6		±4	
Скважина Ростовцевская 64										
2470	75	пластовые	84	+9	80	+5	77	+2	75	0
2650	81	пластовые	90	+9	85	+4	82	+1	81	0
2660	81	пластовые	90	+9	86	+5	83	+2	81	0
2096	84	по ОСВ	76	-8	81	-3	84	0	85	+1
2600	98	по ОСВ	92	-6	96	-2	99	+1	101	+3
2827	111	по ОСВ	99	-12	103	-8	106	-5	108	-3
Среднеквадратическое отклонение («невязка»), °С			±9		±5		±2		±2	

Примечание. Коричневой заливкой показаны варианты оптимальные (приемлемые) по критерию «невязки».

Табл. 6.4 Расчет интегрального показателя R , дающего экспресс-оценку плотности ресурсов генерированных баженовских нефтей

Вариант палеотемпературного моделирования	Экспресс-расчет ресурсов (R), усл. ед	Период работы палеоочага млн. лет назад	Время работы палеоочага, млн. лет	Расчетная плотность теплового потока из основания осадочного разреза, мВт/м ²	Максимальные геотемпературы палеоочага генерации нефти, °C
Скважина Арктическая 11					
Вариант 1	52	50.4-0.0	50.4	56	119
Вариант 2	97	92.0-0.0	92.0	54	125
Вариант 3	69	85.0-3.2; 0.52-0.0	82.3	56	128
Вариант 4	102	92.0-0.2; 0.12-0.0	91.9	58	132
Скважина Средне-Ямальная 14					
Вариант 1	53	50.4-0.0	50.4	54	117
Вариант 2	77	73.0-0.0	73.0	50	117
Вариант 3	72	70.0-3.2	66.8	51	118
Вариант 4	73	70.0-3.2	66.8	51	118
Скважина Ростовцевская 64					
Вариант 1	51	50.4-0.0	50.4	49	109
Вариант 2	77	73.0-0.0	73.0	47	113
Вариант 3	77	73.0-3.2; 0.24-0.0	70.0	49	117
Вариант 4	76	73.0-0.5167; 0.07-0.0	72.6	50	119

Примечание. Коричневой заливкой показаны варианты оптимальные (приемлемые) по критерию «невязки».

Достоверность результатов палеотемпературного моделирования, выполненного на Арктической, Средне-Ямальной и Ростовцевской площадях,

подтверждается хорошей согласованностью полученных расчетных значений плотности теплового потока (50-51-58 мВт/м²) с экспериментальными определениями плотности теплового потока для п-ва Ямал: 50-55 мВт/м² (Курчиков, 2001), 49-56 мВт/м² (Хуторской и др., 2013).

Выводы:

1. На примерах месторождений п-ва Ямал установлено, что учет векового хода температур на поверхности Земли и толщи неоплейстоценовой мерзлоты позволяет адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских баженовских отложений.

2. Вариант палеотемпературного моделирования, наиболее полно учитывающий факторы палеоклимата, представляет наиболее «богатую» термическую историю баженовских отложений. В этом случае геологическое время нахождения материнских свит в ГЗН увеличивается на 50 % и более, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 10–13 °С. Это обеспечивает наибольшую расчетную плотность ресурсов генерированных нефтей.

3. При определении ресурсов УВ объёмно-генетическим методом на землях *арктического региона Западной Сибири* предпочтительно применять «арктический» вековой ход температур и учитывать динамику толщи мерзлоты мощностью порядка 300-600 метров. В случае неучета толщ вечной мерзлоты расчетные ресурсы УВ могут быть занижены (по экспресс-расчету – до 50 %), а в случае неучета еще и палеоклиматического хода температур расчетные ресурсы УВ могут быть занижены еще значительней (по экспресс-расчету до 2 раз).

Приведенные выше выводы обосновывают 2-е защищаемое положение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационные исследования выполнены в рамках решения фундаментальной научной проблемы – разработки параметров и эффективных схем количественной оценки перспектив нефтегазоносности регионов Западной Сибири (Конторович и др., 2013). Для исследований влияния палеоклиматических факторов на геотермический режим нефтематеринских отложений применен метод палеотемпературного моделирования.

Результаты исследований, позволившие обосновать **1-е защищаемое положение:**

1. Определен региональный («местный») вековой ход температур на земной поверхности *юго-востока Западной Сибири*, начиная с юрского времени – времени осадконакопления нефтематеринских тогурской и баженовской свит.

2. На примерах месторождений Томской и Новосибирской областей установлено, что учет векового хода температур на поверхности Земли и толщи неоплейстоценовой мерзлоты позволяет адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских отложений. При этом, время нахождения материнских свит в главной зоне нефтеобразования увеличивается до 2-х раз, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 11–14 °С.

3. При определении ресурсов углеводородов объёмно-генетическим методом на землях *юго-востока Западной Сибири* рекомендовано учитывать «местный» вековой ход температур и толщу мерзлоты мощностью порядка 300 метров. В случае неучета – ресурсы могут быть значительно занижены (по экспресс-расчету – от 50 % до 4 раз).

Результаты исследований, позволившие обосновать **2-е защищаемое положение:**

1. Определен региональный («арктический») вековой ход температур *севера Западной Сибири*, начиная с юрского времени, и вековой ход мощностей вечномерзлых пород.

2. На примерах месторождений п-ва Ямал установлено, что учет «арктического» векового хода температур на поверхности Земли и динамики толщи неоплейстоцен-голоценовой мерзлоты позволяет адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских баженовских отложений. При этом, геологическое время нахождения материнской свиты в главной зоне нефтеобразования увеличивается на 50 % и более, а абсолютный палеотемпературный максимум возрастает на 10–13 °С.

3. При определении ресурсов углеводородов объёмно-генетическим методом на землях *арктического региона Западной Сибири* рекомендовано учитывать «арктический» вековой ход температур и динамику толщи неоплейстоцен-голоценовой мерзлоты мощностью 300-600 метров. В случае неучета – расчетные ресурсы углеводородов могут быть занижены (по экспресс-расчету на 50 % и более).

Для дальнейших исследований представляет интерес геотермический режим нижнеюрской китербютской свиты, являющейся источником формирования залежей УВ в ловушках нижнеюрского и, возможно, доюрского НГК арктических месторождений Западной Сибири, а также важна аргументированная оценка роли позднечетвертичных ледниковых покровов – *3-го палеоклиматического фактора* – в реконструируемом геотермическом режиме нефтематеринских отложений.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах перечня ВАК

1. Гумерова (Искоркина), А.А. Палеоклимат Западной Сибири и реализация генерационного потенциала нефтематеринских отложений / В.И. Исаев, Т.Б. Рылова, А.А. Гумерова (Искоркина) // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 93–102.

2. Искоркина, А.А. Разработка эффективной методики оценки ресурсов углеводородов с применением сравнительно-исторического метода и геотермии как нового метода разведочной геофизики / А.А. Искоркина, И.В. Брылина, А.А. Корниенко, В.И. Исаев // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 7. – С. 60–69.

3. **Искоркина, А.А.** Позднечетвертичная вечная мерзлота как фактор геотермического режима и реализации нефтегенерационного потенциала баженовской свиты (Томская и Новосибирская области) / А.А. Искоркина, А.К. Исагалиева, О.С. Исаева, В.Ю. Косыгин, В.И. Исаев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 6–23.

4. **Искоркина, А.А.** Палеоклиматические факторы реконструкции термической истории нефтематеринской баженовской свиты арктического региона Западной Сибири / А.А. Искоркина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2016. – Т. 327. – № 8. – С. 59–73.

5. **Искоркина, А.А.** Комплексная оценка палеоклиматических факторов реконструкции термической истории нефтематеринской баженовской свиты арктических районов Западной Сибири / В.И. Исаев, А.А. Искоркина, В.Ю. Косыгин, Г.А. Лобова, Е.Н. Осипова, А.Н. Фомин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – № 1. – С. 13–28.

Публикации в международных научных журналах

6. **Искоркина, А.А.** Мезозойско-кайнозойский ход температур на поверхности Земли и геотермический режим юрских нефтематеринских отложений (южная палеоклиматическая зона Западной Сибири) / В.И. Исаев, А.А. Искоркина // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36. – № 5. – С. 64–80.

7. **Искоркина, А.А.** Палеоклиматические факторы реконструкции термической истории нефтематеринских Баженовской и Тогурской свит юго-востока западной Сибири) / В.И. Исаев, А.А. Искоркина, Г.А. Лобова, А.Н. Фомин // Геофизический журнал. – 2016. – Т. 38. – № 4. – С. 3–25.

8. **Iskorkina, A.** Assessment of Mesozoic-Kainozoic climate impact on oil-source rock potential (West Siberia) / A. Iskorkina, V. Isaev, D. Terre // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **27** (2015) 012023 [Electronic resorces] <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/27/1/012023/pdf>

9. **Iskorkina, A.** Influences of Neo-Pleistocene permafrost on thermal history of petromaternal Lower Jurassic Togur suite (Tomsk region) / A. Iskorkina, V. Isaev, A. Fomin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **43** (2016) 012017 [Electronic resorces] <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/43/1/012009/pdf>