

На правах рукописи

И. Лит -

ЛИТВИНОВА ИРИНА ВАЛЕРЬЕВНА

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

25.00.07 – Гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Новосибирск – 2019

Работа выполнена в Акционерном обществе «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» (АО «СНИИГГиМС»)

Научный руководитель: **Вахромеев Андрей Гелиевич**, доктор геолого-минералогических наук, начальник геологического отдела Иркутского филиала ООО «РН-Бурение», г. Иркутск

Официальные оппоненты: **Алексеева Людмила Павловна**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрогеологии, Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, г.Иркутск

Трифонов Николай Сергеевич, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрогеохимии и геоэкологии Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН), г. Москва

Защита диссертации состоится «27» февраля 2020 г. в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 212.273.05 при Тюменском индустриальном университете (ТИУ), по адресу: г. Тюмень, ул. Володарского, 56, аудитория 113.

С диссертацией можно ознакомиться на сайте ФГБУ ВО "Тюменский индустриальный университет" www.tyuiu.ru и в библиотечно-информационном центре по адресу: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72.

Отзывы заверенные печатью учреждения, в двух экземплярах просим направлять по адресу 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, Тюменский индустриальный университет, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.273.05, Семеновой Татьяне Владимировне. Факс 8(3452) 39-03-39 e-mail: semenovav@tyuiu.ru

Автореферат диссертации разослан «17» января 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



к.г.-м.н. Т.В. Семенова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. На территории Красноярского края сосредоточены крупные по величине начальные прогнозные и перспективные ресурсы углеводородного сырья. При этом для северной половины территорий Края характерна низкая неравномерная изученность. В пределах Сибирской платформы - это преимущественно территория Курейской синеклизы. Для таких обширных малоизученных территорий прогноз и поиски нефти и газа опережающими гидрогеохимическими методами в комплексе с традиционными геолого-геохимическими и геофизическими методами является актуальной задачей геологоразведочных работ. Прогнозом перспектив нефтегазоносности Курейской синеклизы на протяжении 60 лет занимались исследователи из различных организаций (НИИГА, ВНИГРИ, ВНИИЯГГ, СНИИГГиМС, КНИИГГиМС, ТПИ, ИНГГ СО РАН и др.). Накопленный материал и результаты исследований лежат в основе современных представлений о нефтегазоносности северо-западной половины Лено-Тунгусской НПП Сибирской платформы. Настоящая работа является продолжением этих исследований, но уже с учетом новых данных, полученных в ходе параметрического бурения 2000-2016 гг, новейших сейсмо-геологических моделей разреза и последних маршрутов гидрогеохимического опробования.

Объект исследования – природные воды осадочного чехла Курейской синеклизы и перекрывающей ее Тунгусской синеклизы.

Степень разработанности темы исследования. Гидрогеологические критерии нефтегазоносности рассмотрены в работах А.С. Зингера, В.А. Кротовой, Н.Н. Ростовцева, А.А. Карцева, Э.Е. Лондона, Л.М. Зоркина, В.М. Матусевича, М.И.Субботы, Я.А. Ходжакулиева, Е.В. Стадника, Е.А. Барс, А.С. Панченко, А.Д. Назарова и др. исследователей. На Сибирской платформе опыт регионального, зонального и локального гидрогеологического прогноза нефтегазоносности нижнепалеозойских и допалеозойских отложений Лено-Тунгусской провинции показан в работах гидрогеологов СНИИГГиМСа - В.И. Вождова, М.Б. Букаты, С.П.Кузьмина, А.И. Сурнина, ВостСибНИИГГиМСа - А.С. Анциферова и др. Все исследователи единодушны в том, что следует использовать оптимальный комплекс наиболее информативных критериев для

каждого нефтегазоносного бассейна, каждого отдельного его крупного структурного элемента и водоносного комплекса, со своими количественными характеристиками, своим гидрогеологическим фоном.

Анализ накопленного материала по геологии и опробованию Курейской синеклизы, с учетом результатов других исследователей, позволяет составить представление о гидродинамических и гидрогеохимических составляющих регионального гидрогеологического фона. Для решения задач сегодняшнего дня – поиска залежей нефти и газа на больших глубинах в структурных и неструктурных условиях, для оценки продуктивности новых площадей по первым скважинам, необходимо выбрать и применить региональные, зональные и локальные гидрогеологические критерии.

Цель диссертационной работы – обоснование комплекса гидрогеологических критериев для прогноза нефтегазоносности малоизученных территорий Курейской синеклизы.

Для достижения этой цели проведено комплексное изучение гидрогеологических условий Курейской синеклизы, в ходе которого решались следующие **задачи**:

- Анализ закономерностей геотемпературного поля в нефтегазоносных комплексах с картированием геотермических аномалий, оценкой параметров толщи многолетнемерзлых пород;

- Анализ распределения пластовых давлений в нефтегазоносных комплексах, расчеты коэффициентов негидростатичности, расчеты приведенных давлений, районирование по характеру гидродинамического режима;

- Оценка гидрогеохимических условий в водоносных комплексах, картирование гидрогеохимических аномалий межпластовых перетоков и поверхностной разгрузки подземных вод;

- Анализ взаимосвязей и геолого-тектонических условий проявления геотермических, гидродинамических, гидрогеохимических аномалий и скоплений углеводородов в осадочном чехле Курейской синеклизы и на известных месторождениях-эталонах;

- Обоснование оптимального комплекса гидрогеологических критериев прогноза нефтегазоносности в условиях Курейской синеклизы;

– Прогноз нефтегазоперспективных зон и участков по принятому комплексу гидрогеологических критериев.

Научная новизна и личный вклад автора. Научной новизной обладают результаты системной оценки гидрогеологических условий нефтегазоносности осадочного бассейна Курейской синеклизы, выполненной на основе собранного и обобщенного автором материала с учетом новых данных параметрического бурения, региональных сейсмических исследований и рекогносцировочных гидрогеохимических маршрутов.

В частности, с использованием современных сейсмогеологических моделей:

- Впервые дан прогноз пластовых температур по разрезу осадочного чехла и с учетом нового структурного плана построены Карты распределения температур в нефтегазоносных комплексах: кембрийском, венд-нижнекембрийском, рифей-вендском. Построены Карты приведенных температур, на основе которых выполнено геотермическое районирование территории с выделением районов устойчивого прогрева и устойчивого охлаждения осадочного чехла.

- Впервые выполнено районирование территории по характеру гидродинамического режима (в коэффициентах негидростатичности) и дан прогноз пластовых давлений в основных нефтегазоносных комплексах. Составлена обобщенная гидродинамическая модель осадочного чехла.

- Обобщен и проинтерпретирован материал, полученный (в том числе, с участием автора) в ходе опорных маршрутов гидрогеохимического, газогеохимического, фитогеохимического опробования в пределах базальтовых плато на севере Красноярского края (сезоны 1985, 1990, 2001-2003, 2014-2016 годов). Даны рекомендации по дальнейшему применению поверхностных геохимических поисковых методов.

- Обоснован оптимальный комплекс гидрогеологических критериев прогноза нефтегазоносности, адаптированный к условиям осадочного чехла Курейской синеклизы.

Все основные результаты проделанной работы, обладающие научной новизной и практической значимостью, получены автором лично или при его

участии. Составленная Автором и под его руководством серия гидрогеологических карт и разрезов вошла в научные и тематические отчеты.

Теоретическая и практическая значимость. Выявленные в ходе исследования и рассмотренные в данной работе, закономерности и модели гидрогеологического строения осадочного бассейна Курейской синеклизы, построенные карты прогноза пластовых температур и давлений в основных нефтегазоносных комплексах нашли применение:

- при проектировании 5 параметрических скважин на новых площадях Курейской синеклизы;

- использованы для оценки прогнозных ресурсов УВ в структурах, выявленных по результатам региональной сейсморазведки.

Поисковые работы на рекомендованных по гидрогеологическим критериям перспективных объектах для первоочередного изучения, позволят прирастить запасы УВ и подготовить новые участки для недропользования.

Учет и планомерная оценка ресурсов высокоминерализованных подземных вод в качестве источника гидроминерального сырья, бальнеологических и питьевых минеральных вод, имеет принципиальное значение для перспективного планирования развития территорий, комплексного недропользования и удовлетворения социальных запросов населения будущих промысловых поселков.

Методология и методы исследования. Исходными материалами работы послужили результаты исследований геологических и научных организаций, занимавшихся прогнозом, поисками и разведкой месторождений нефти и газа на территории Красноярского края: ПГО "Енисейнефтегазгеология", СНИИГГиМС, ТПИ (ныне ТПУ), ВНИИЯГГ, ВНИГРИ, ВСЕГЕИ, ИНГГ СО РАН. Фондовая и опубликованная информация по геологии, тектонике, гидрогеологии и геохимии Западной части Сибирской платформы.

Методологический подход к анализу гидрогеологических условий нефтегазоносности основан на заложенных Е.В. Пиннекером принципах системного регионального гидрогеологического анализа крупных платформенных структур. Обработка и систематизация данных по геотермии, гидродинамике, химическому составу подземных вод выполнена

традиционными методами нефтегазовой гидрогеологии [Корценштейн, 1991; Методы обработки, 1980; Отбор проб, 1985]. Для выполнения вероятностно-статистической и картографической обработки информации использовались методы и средства программных пакетов: MSExcel, Statistica, Surfer, ArcMap, CorelDraw.

При написании работы Автор использовал, изучил и обработал следующий фактический материал:

1. Результаты бурения, испытания и опробования глубоких опорных, параметрических и поисково-разведочных скважин, структурных колонковых скважин по 83 площадям (512 объектов), включая качественные анализы воды (232 пробы), анализы водорастворенных газов (141 проба), точечные замеры температур (110) и давлений (237) в скважинах. Результаты поверхностного геохимического опробования проведенного в период с 1990 по 2016 гг. на 5 поисковых объектах Северо-Тунгусской НГО: Худякитский, Агатский, Эмбенчиминский, Хантайский, Виви-Тутончанский и др. участки.

2. Результаты сейсморазведки МОВ и МОГТ, электроразведочных зондирований ЗСБЗ.

3. Результаты целевой гидрогеохимической съемки, региональных гидрогеологических и геохимических маршрутов научно-исследовательских и производственных организаций на территории Курейской синеклизы.

Положения выносимые на защиту.

1. В осадочном чехле Курейской синеклизы ведущим фактором современной гидродинамики является восходящая разгрузка глубинных флюидов (подземных вод, газов и углеводородов). Миграция флюидов осуществляется по локализованным каналам, связанным с проводящими глубинными разломами, которые проявляются в геотермическом поле осадочного чехла Курейской синеклизы, как устойчивые тепловые аномалии.

2. Пространственная соподчиненность геотермических, гидродинамических, гидрогеохимических аномалий и глубинных разломов в пределах установленного контура восходящей миграции подземных вод показывает возможность переформирования углеводородных скоплений из зоны их генерации и первичной аккумуляции в глубоко залегающих подсолевых

резервуарах рифея-венда-кембрия на вышележащие уровни разреза в высокочемкие коллекторы среднего и верхнего палеозоя.

3. Для зонального прогноза нефтегазоносности и оценки продуктивности локальных структур, подготовленных геолого-геофизическими методами, обоснован рациональный комплекс глубинных и ландшафтных гидрогеологических критериев, адаптированный к условиям осадочного чехла Курейской синеклизы.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты работы использованы при составлении научно-исследовательских отчетов СНИИГГиМС: по геологическому изучению и оценке минеральных ресурсов (2005), по научному сопровождению геолого-разведочных работ на нефть и газ в Восточной Сибири (2006), по обобщению результатов геологических исследований (2007), по оценке ресурсного потенциала нефтегазоносности на основе моделирования процессов формирования залежей УВ по технологии бассейнового моделирования (2010), по выявлению крупных объектов нефтегазопоисковых работ (2016). Научные наблюдения изложены в 18 публикациях, в том числе 4 из них - в изданиях, рекомендованных ВАК. Результаты работы неоднократно докладывались на совещаниях, всероссийских конференциях с международным участием (2007, 2009, 2010, 2013, 2017, 2018, 2019).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (более двухсот наименований опубликованных и фондовых источников). Объем работы составил 173 страниц текста, включая 44 рисунка и 73 таблицы.

Автор благодарен коллегам научных подразделений АО «СНИИГГиМС» за возможность постоянных консультаций и обмена мнением. В процессе работы над диссертацией автор обращался за консультациями к кандидатам геолого-минералогических наук А.К. Битнеру и В.А. Зуеву, профессиональный опыт и материалы которых, способствовали выполнению данной работы. Благодарность за поддержку, ценные советы, автор выражает кандидату геолого-минералогических наук А.И. Сурнину, который сыграл важную роль в становлении научного мировоззрения автора, как специалиста в области

региональной нефтегазовой гидрогеологии и руководителю диссертации доктору геолого-минералогических наук А.Г. Вахромееву.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Очерк гидрогеологических условий Курейской синеклизы

В тектоническом плане Курейская синеклиза занимает северо-западную и центральную части Сибирской платформы. Как единая депрессия, Курейская синеклиза четко выражена лишь по нижне- и среднепалеозойским горизонтам. Верхнепалеозойские и мезозойские образования входят уже в состав наложенной Тунгусской синеклизы и распространены на юге широко за контурами Курейской синеклизы. Вопросами геологического изучения и оценки нефтегазоносности Западной части Сибирской платформы занимались многие видные ученые С.В. Обручев, Н.Н. Урванцев, А.Э. Конторович, В.С. Сурков, Т.К. Баженова, Е.Я. Киевленко, Р.Г. Матухин, Н.В. Мельников, В.С. Старосельцев, Г.Д. Назимков, А.К. Битнер, В.А. Кринин, В.И. Евграфов, Ю.А. Филиппов и др.

Согласно схеме нефтегазогеологического районирования, территория Курейской синеклизы входит в Лено-Тунгусскую нефтегазоносную провинцию включает в себя Северо-Тунгусскую НГО, Южно-Тунгусскую НГО, и северную часть Катангской НГО [Нефтегазоносные провинции, 1975].

На схеме гидрогеологического районирования, территория Курейской синеклизы размещается в пределах одной артезианской структуры 1 порядка - в Тунгусском артезианском бассейне. Представления о гидрогеологическом строении Тунгусского бассейна сформированы по работам К.П. Флоренского, С.М. Фотиева, Е.А. Баскова, В.А. Кротовой, О.А. Бабозиной, Г.Д. Гинсбурга, М.Г. Валяшко, В.Н. Борисова, В.И. Вождова, А.А. Дзюбы, М.Б. Букаты, и других ученых и специалистов.

На основе схем гидрогеологической стратификации В.И. Вождова (1999, 2006) и М.Б. Букаты (2009), разработанных для Западной части Сибирской платформы, с учетом деталей регионального нефтегазогеологического деления разреза по Н.В. Мельникову (1996), автором предложена сводная укрупненная схема гидрогеологической стратификации для территории Курейской синеклизы (Таблица 3 Диссертации).

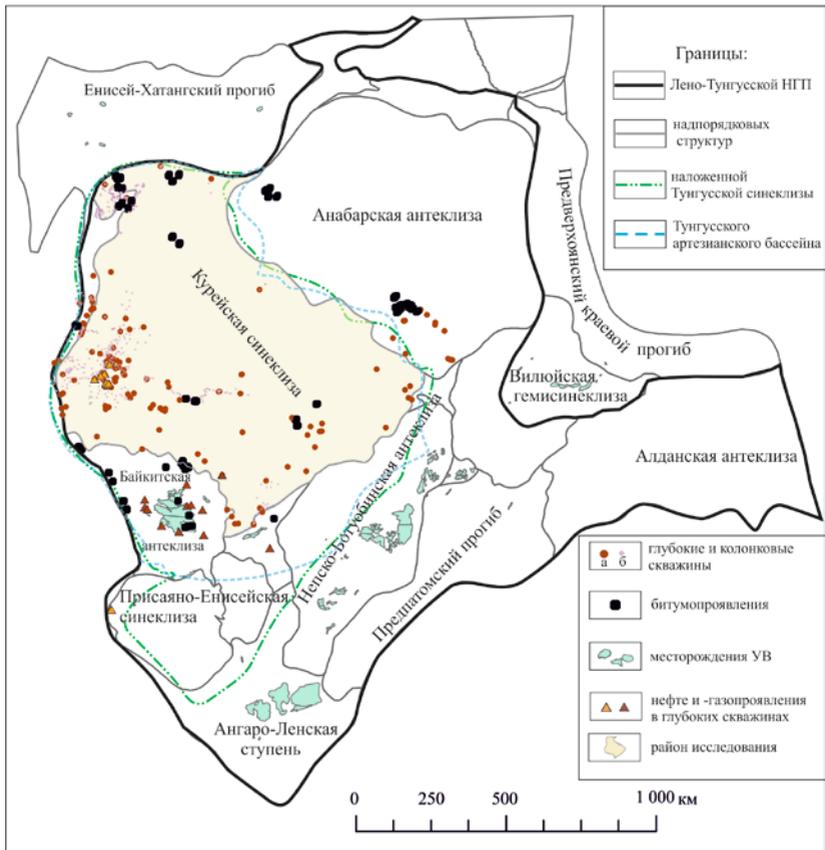


Рисунок 1- Обзорная карта района исследования

На основе схем гидрогеологической стратификации В.И. Вожова (1999, 2006) и М.Б. Букаты (2009), разработанных для Западной части Сибирской платформы, с учетом деталей регионального нефтегазогеологического деления разреза по Н.В. Мельникову (1996), автором предложена сводная укрупненная схема гидрогеологической стратификации для территории Курейской синеклизы (Таблица 3 Диссертации).

В соответствии с принятым делением, по данным колонкового и глубокого бурения, включая последние результаты испытания параметрических скважин (Чункинская, Нижнеимбакская, Кыстыхтахская, Майгунская) в работе приводится гидрогеологическая характеристика нефтегазоводоносных комплексов: верхнепалеозойско-триасового, ордовикско-девонского,

кембрийского, венд-нижнекембрийского, рифей-вендского. Приведены сведения о химическом составе пластовых вод и водорастворенных газов, рассмотрена изменчивость пластовых температур и давлений в водоносных комплексах. Современные гидрогеохимические условия разреза характеризуются повсеместным распространением хлоридных кальциево-натриевых рассолов, насыщающих осадочный чехол от западной окраины через центральные районы до северо-востока бассейна. На сегодняшний день, установлено, что формирование химического состава подземных вод западной части Сибирской платформы происходило во взаимодействии с вмещающими терригенно-карбонатными породами, в течение длительного геологического времени развития осадочного бассейна, испытавшего воздействие интрузивного и эффузивного траппового вулканизма в пермо-триасовый период и последующую интенсивную гидротермальную проработку [Букаты, 2000].

Исследованиями предшественников установлено, что в бассейне сосредоточены значительные ресурсы гидроминерального сырья, позволяющие оценивать эту территорию как крупную гидроминеральную провинцию с практически неограниченными ресурсами промышленных поликомпонентных рассолов [Вожов, 2006, Алексеев, 2014]. В работе рассмотрены перспективные участки и попытки их освоения на примере Ногинского и Сухо-Гунгусского месторождений. По территории Курейской синеклизы накоплен также аналитический материал о подземных минеральных водах, изученных попутно при поисках нефти и газа, которые обладают хорошим потенциалом применения в лечебно-оздоровительных целях.

Глава 2. Геотермические условия в осадочном чехле Курейской синеклизы

Во второй главе приведена полная (на сегодняшний день) региональная характеристика геотемпературного поля и криолитосферы Курейской синеклизы и прилегающих территорий.

Установленная мощность ММП изменяется от 0 до 500 м в зависимости от рельефа, состава и возраста отложений, плотности разрывов и секущих интрузий, плотности теплового потока.

Установлен диапазон изменения пластовых температур по разрезу осадочного чехла в основных нефтегазоносных комплексах: кембрийском, венд-нижнекембрийском, рифей-вендском (Таблица 1).

Таблица 1 – Температуры разреза в нефтегазоносных комплексах Курейской синеклизы и прилегающих территорий

| Нефтегазоносная область | Нефтегазоносный комплекс | | |
|-------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| | кембрийский | венд-нижнекембрийский | рифей-вендской |
| | диапазон изменения температуры, °С интервал измерений температуры, м | | |
| Северо-Тунгусская | 30-80 (прогноз) не вскрыт бурением | не вскрыт бурением | не вскрыт бурением |
| Южно-Тунгусская | 37-58 2500-3600 | 37-62 2800-4000 | 45-68 (юг) 3500-4000 |
| Катангская | 17-40 1200-2300 | 17-46 1600-2900 | 22-55 2500-400 |
| Сюгджерская | не изучен 2100-2700 | не изучен 2600-3300 | не изучен 3000-4000 |

Наблюдаемая изменчивость геотермических градиентов прямо связана с литологическим составом и теплопроводностью пород, слагающих осадочную толщу.

Так, наличие трапповой формации (пластовых интрузий, либо эффузивных лавовых покровов) создает дополнительный тепловой экран, который способствует разогреву подстилающих отложений, что уверенно фиксируется увеличением геотермических градиентов разреза. В случае возрастания объема карбонатно-галогенных отложений, геотермический градиент разреза снижается. В целом, геотермический градиент увеличивается с возрастанием мощности терригенных пород.

Карта распределения температур на поверхности венда в Курейской синеклизе демонстрирует общую картину. Чтобы снять влияние «структурного фактора» на интерпретацию изменчивости геотемпературного поля в разрезе и увидеть распределение тепловых потоков, построены Карты приведенных температур на горизонтальных срезах (-3500 м, -2500 м, -1500 м). По этим картам на южном борту Курейской синеклизы оконтурена высокотемпературная область, которая охватывает Чамбэнское поднятие над выступом фундамента и градиентную зону погружения в Тембенчинскую котловину Туринской впадины. Это внутренняя депрессия со сложным блоковым строением фундамента,

осложненная субвертикальными глубинными разломами. На основе этого наблюдения и аналогичных геотермических проявлений на прилегающих территориях, сделан принципиальный вывод о том, что *очаги и зоны аномального прогрева осадочного чехла связаны с восходящими тепловыми потоками, направленными по проводящим глубинным разломам, контролирующим границы сочленения крупных тектонических структур.*

Глава 3. Гидродинамические условия в осадочном чехле Курейской синеклизы

В работе автором выполнено региональное гидродинамическое районирование по нефтегазоводоносным комплексам осадочного разреза для обоснования однородных территорий по особенностям гидродинамического режима. Для характеристики гидродинамического режима в водоносных (нефтегазоносных) комплексах и районирования использован такой показатель, как «коэффициент негидростатичности» ($P_{пл}/P_{уг}$) (Таблица 2).

Таблица 2 - Гидродинамические режимы водоносных комплексов Лено-Тунгусской НПП

| Гидродинамический режим | Значение коэффициента негидростатичности |
|--------------------------------------|--|
| РАВНОВЕСНЫЙ РЕЖИМ | |
| Квазигидростатический (~равновесный) | $P_{пл.}/P_{уг.}=0,90-1,10$ |
| НЕРАВНОВЕСНЫЙ РЕЖИМ | |
| Сверхгидростатический | $P_{пл.}/P_{уг.}=1,1-1,25$ |
| Режим АВПД | $P_{пл.}/P_{уг.}\geq 1,25-1,35$ |
| Депрессионный - АНПД | $P_{пл.}/P_{уг.}<0,90$ |

Наиболее полно гидродинамические условия разреза Курейской синеклизы изучены в пределах её юго-западного борта (на Бахтинском мегавыступе).

В целом, гидродинамическая обстановка здесь наиболее напряженная: на всех уровнях вскрытого разреза преобладает положительно равновесный и сверхгидростатический гидродинамический режим с аномальностью пластовых давлений в диапазоне $+(10\div 20)\%$. При этом, имеют место проявления АВПД с коэффициентом негидростатичности до $\geq 1,40$ (Таблица 3).

Наблюдаемая положительная «негидростатичность» пластовых давлений проявляется в виде локальных гидродинамических аномалий /пьезомаксимумов/ в водоносных комплексах по всему разрезу, которые пространственно

согласуются с участками и зонами геотермических аномалий, а также с гидрогеохимическими аномалиями.

Таблица 3–Проявления «аномальных» пластовых давлений в нефтегазоносных комплексах Курейской синеклизы и сопредельных территорий

| Структура | Фоновые значения коэффициента негидростатичности ($P_{пл}/P_{г2}$) | Режим СГДП-АВПД ($P_{пл}/P_{г2}$) | Площади с проявлениями СГДП и АВПД |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Рифей-вендский НГК | | | |
| Ангарская зона складок | 0,9-1,1 | 1,25-1,6 | Абаканская, Имбинская, Берябинская |
| Катангская седловина | 1,1-1,2 | 1,3 | Верхнеджелиндуконская, Собинская |
| Байкитская антеклиза | 0,9-1,1 | - | - |
| Присяяно-Енисейская синеклиза | 1,0 | 1,2 | Чунская |
| Курейская синеклиза | Не вскрыты глубоким бурением | | |
| Сюгджерская седловина | Не вскрыты глубоким бурением | | |
| Венд-нижнекембрийский НГК | | | |
| Ангарская зона складок | 1,0 | 1,2-1,7 | Берябинская, Агалеевская |
| Катангская седловина | 1,2 | 1,2-1,6 | Джелиндуконская, Моровская, Ванаварская, Южно-Чунская |
| Байкитская антеклиза | 0,9-1,1 | 1,2 | Куюмбинская |
| Присяяно-Енисейская синеклиза | 0,9 | - | - |
| Курейская синеклиза | 1,2-1,3 | 1,2-1,25 | Кочечумская, Нижнегунгусская, Таначинская |
| Сюгджерская седловина | 1,0-1,1 | - | Далырская, Буягинская |
| Кембрийский НГК | | | |
| Ангарская зона складок | 1,1 | 1,4-1,5 | Берябинская |
| Байкитская антеклиза | 1,0-1,1 | - | - |
| Курейская синеклиза | 1,1-1,2 | 1,3-1,5 | Площади Сурингдаконского свода |
| Присяяно-Енисейская синеклиза | 1,0 | - | - |
| Сюгджерская седловина | 1,0-1,1 | - | - |

В поверхностном ландшафте комплексные гидрогеологические аномалии сопровождаются многочисленными источниками, субаквальной разгрузкой минерализованных вод и признаками глубинной дегазации. Гидрогеохимические аномалии фиксируются по показателям минерализации и химического состава (не свойственного водам верхнепалеозойских горизонтов), проявлениями гелия, водорода, тяжелых углеводородов в растворенных и подпочвенных газах.

Эти явления распространены на территориях Бахтинского мегавыступа и внутренних районов погружения юго-западного и южного борта Курейской синеклизы (Среднетаймуринская, Болгохтохская, Анакитская, Ногинская площади). Наиболее интенсивный подток пластовых подземных вод и рассолов наблюдается вдоль крупных рек: Нижней и Подкаменной Тунгусок, Таймуры, Тутончаны, Кочечума, Ейки и др. Все указывает на активные процессы восходящей разгрузки глубинных флюидов в верхние горизонты разреза. Сделан вывод: *в осадочном чехле Курейской синеклизы восходящая разгрузка глубинных флюидов (подземных вод, газов и углеводородов) является ведущим фактором гидродинамики.*

Ретроспективная оценка палеогидрогеологических условий показывает, что активная восходящая разгрузка рассолов осуществлялась периодически, с дотриасового по настоящее время. Можно говорить о четырех этапах разгрузки хлоридных вод: дотрапповый, трапповый, посттрапповый и новейший [Баженова, 1969; Борисов, 1976]. При этом важно, что флюиды использовали те же пути, что и трапповая магма – трещины, дайки, штоки, жилы траппов, каналы выброса пирокластики. В районах сосредоточения трубок взрыва существовали очаги гидровулканизма, по которым на поверхность разгружались огромные объемы термальных высоконапорных вод.

В формировании современной гидродинамики важную роль сыграл новейший этап разгрузки, связанный с неотектоническими движениями, начавшимися еще в олигоцене [Варламов, 1981]. Неотектонические поднятия (до 500-1000 м в пределах плато Путорана) привели к резкому расчленению рельефа, обновлению древних и заложению молодых флюидопроводящих разломов. Как результат, интенсифицировалась восходящая разгрузка флюидов.

С опорой на ранее установленные региональные закономерности, используя весь комплекс данных собранных предшественниками и собственные материалы, Автором построена Карта разгрузки глубинных флюидов на территории Курейской синеклизы (Рисунок 28 в Диссертации).

Сделано предположение, что *в результате активных процессов палеоразгрузки пластовых флюидов на трапповом, гидротермальном и неотектоническом этапах истории осадочного бассейна Курейской синеклизы*

могло происходить масштабное разрушение и переформирование первичных залежей углеводородов. Это подтверждают многочисленные выходы битумов, мальт, асфальтитов по всему разрезу осадочного чехла от нижнего палеозоя до триаса (Таблица 36 в Диссертации). Данный вывод согласуется с оценкой огромной роли мезозойско-кайнозойского этапа в истории формирования Лено-Тунгусской НГП, который проявился в «интенсивном прогреве осадочного чехла, интенсифицировавшем процессы нефтегазообразования; в переформировании структурного плана, способствовавшем струйному перетоку УВ в новые ловушки [Конторович, 1986].

Глава 4. Гидрогеологические критерии нефтегазоносности

Гидрогеологические поиски нефти и газа на Сибирской платформе в древних осадочных комплексах протерозоя и нижнего палеозоя (возрастом более 450 млн. лет) основываются на понимании локального характера углеводородного насыщения разреза. В этих толщах поступление УВ в резервуар сопровождается возмущением теплового, гидродинамического и гидрогеохимических полей. Такие аномалии фиксируются гидрогеологическими методами. В последней четверти XX века в результате совместной работы Тунгусской ГПЭ, ВНИИЯГГ, ТПИ и (позднее) СНИИГГиМС были разработаны нефтегазопроисковые гидрогеохимические показатели для условий Западной части Сибирской платформы и выполнено районирование по применимости геохимических методов [Битнер, 1987; Зувев, 1986]. С учетом этого опыта, автором выбран и апробирован оптимальный комплекс нефтегазопроисковых гидрогеологических критериев, применительно к особенностям Курейской синеклизы. Для его обоснования автором сформировано представление *обобщенной гидродинамической модели осадочного бассейна* Курейской синеклизы (Рисунок 2), которая учитывает главные палеогидродинамические обстоятельства и особенности современного гидродинамического поля в осадочном чехле, размещение термо- и пьезомаксимумов, проявлений восходящей разгрузки флюидов и другие сопутствующие процессы. Ключевое значение в структуре гидродинамической модели имеет установленная пространственная

соподчиненность гидрогеологических показателей нефтегазоносности (гидродинамических, геотермических, гидрогеохимических аномалий) с геолого-тектоническими особенностями разреза и поверхностными проявлениями.

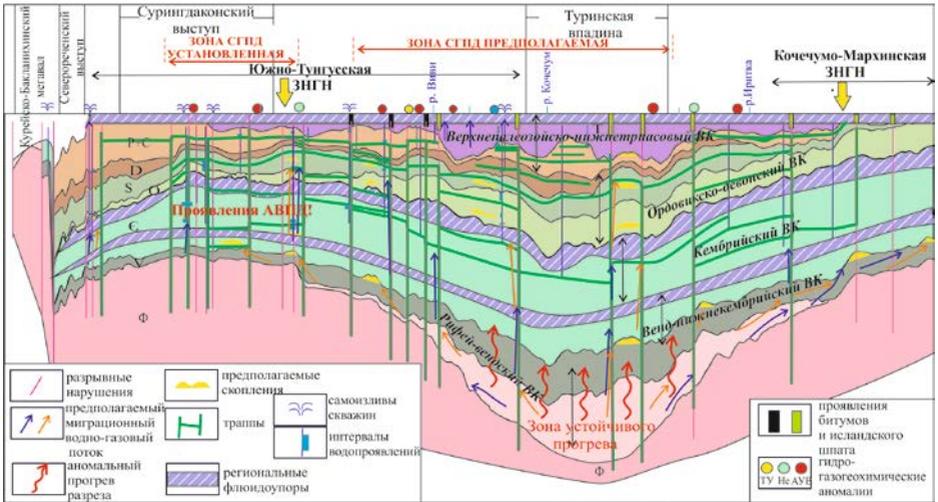


Рисунок 2 - Схематическая гидродинамическая модель осадочного чехла вдоль сейсмического профиля р. Нижняя Тунгуска.

Далее в работе рассмотрен оптимальный комплекс нефтегазопроисковых критериев, адаптированных автором к условиям Курейской синеклизы: глубинные гидрогеологические критерии нефтегазоносности основанные на данных бурения и испытания скважин показаны в Таблице 4. Поисковыми работами с применением комплекса поверхностных гидро-газо-фитогеохимических методов на известных месторождениях-эталонах (Собинское, Пайгинское, Юрубченское) и др. площадях с доказанной продуктивностью разреза было показано, что площади нефтегазонакопления соответствуют стабильным тектоническим блокам с благоприятной обстановкой сохранности УВ залежей. Эти участки выделяются в ландшафте низкой минерализацией вод с минимальным содержанием хлора, отсутствием проявлений гелия, значительной долей тяжелых изотопов углерода и пониженным общим фоном метана в газах. Контуры этих стабильных блоков –

ограничивающие их тектонические проницаемые зоны, проявляются в ландшафте как очаги восходящей разгрузки флюидов - контрастными гидрогеохимическими аномалиями по всем перечисленным показателям.

Таблица 4 - Граничные значения гидрогеологических поисковых показателей (обоснованные на эталонных месторождениях нефти и газа)

| | |
|--------------------|---|
| Геотермические | Относительно повышенная приведенная температура (термомаксимум) |
| | Высокий геотермический градиент осадочного разреза |
| Гидродинамические | Повышенное приведенное пластовое давление (пъезомаксимум) |
| | Положительная негидростатичность гидродинамической системы Рпл/Ру.г. >1.1 вмещающего перспективного комплекса (резервуара) |
| Гидрогеохимические | Гидрогеохимическая инверсия солевого состава |
| | Повышенное суммарное содержание металлов (> 20 мг/дм ³) в подошвенных и контурных водах в ближнем ореоле влияния залежи |
| | Повышенное содержание водорастворенных УВ (АБ > 50 мг/дм ³ , Сор >60 мг/дм ³ , АУВ >0.09 мг/дм ³) в подошвенных и контурных водах в ближнем ореоле влияния залежи |
| | Повышенное содержание тяжелых углеводородов (ТУ) в водорастворенных газах (Σ ТУ $>3\%$) |
| | Повышенная газонасыщенность рассолов ($\Gamma > 1000$ см ³ /дм ³) |
| | Высокое содержание индивидуальных газовых компонентов (He $>0.5\%$, H ₂ $>2\%$) |

В условиях широкого распространения трапповых формаций, затрудняющих сейсморазведочные работы (МОГТ) в Курейской синеклизе, уникальное сочетание специфических термобарических условий и высокая контрастность гидрогеохимических аномалий позволяет выполнять рекогносцировочную оценку нефтегазоносности и прогнозировать объекты для первоочередной постановки поисковых ГРР по гидрогеологическим критериям.

Глава 5. Прогноз нефтегазоперспективных объектов по гидрогеологическим критериям

По комплексу гидрогеологических глубинных и ландшафтных критериев с учетом последних геолого-геофизических данных автором построены Карты перспектив нефтегазоносности по оптимальному комплексу глубинных критериев и ландшафтных показателей (смотри рисунок 36, 44 в диссертации). В

таблице 5 показаны перспективные зоны и участки. Часть перспективных участков примыкает к известным зонам нефтегазонакопления Моктаконо-Таначинской, Сухотунгусской.

Таблица 5 - Общая характеристика нефтегазоперспективных участков Курейской синеклизы по комплексу глубинных гидрогеологических критериев и ландшафтных показателей

| НГО | Перспективные участки (тектоническая структура) | Глубинные критерии | Ландшафтные показатели | НГК |
|-------------------|--|--|---|--|
| Северо-Тунгусская | Худякитский (Путоранский выступ) | СГПД, нефтепроявления | газогеохимические | O-D |
| | Агатский (Анамское к.п.) | - | газогидрогеохимические, фитогеохимические | O-D |
| | Хантайский (Хантайский с.м.) | - | гидрогеохимические, газогидрогеохимические, фитогеохимические | O-D |
| | Северо-Реченский (Северо-Реченский выступ) | - | гидрогеохимические | O-D |
| Южно-Тунгусская | Виви-Тугончанский (Дегалинский с.м.) Учаминский с.м. | СГПД, АВПД; нефтегазопроявления; состав рассолов; ВРГ, ВРОВ | гидрогеохимические, газогидрогеохимические | O-D Є ₁ , Є ₁ -V |
| Катангская | Усть-Илимпейский (Ейкинский выступ, Усть-Илимпейский с.м.) | СГПД, АВПД; Термомаксимум, ВРГ, ВРОВ | гидрогеохимические, газогидрогеохимические | Є ₁ -V Rf-V |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее существенные научные и практические результаты проведенного анализа гидрогеологических условий нефтегазоносности Курейской сводятся к следующему:

1. Выполнено геотермическое районирование территории с выделением геотермических районов устойчивого прогрева осадочного чехла, которые ассоциируются с проводящими глубинными разломами.

2. Выполнено районирование по характеру гидродинамического режима в водоносных комплексах. Сформирована обобщенная флюидодинамическая модель сложного осадочного бассейна Курейской синеклизы, в котором ведущим фактором гидродинамики является восходящая разгрузка глубинных флюидов.

3. В гидрогеологическом разрезе выявлены гидродинамические барьеры и криогенные экраны, которые служат важным дополнительным региональным фактором обеспечения сохранности залежей УВ.

4. Обоснован оптимальный комплекс гидрогеологических глубинных и ландшафтных критериев прогноза нефтегазоносности в условиях осадочного чехла Курейской синеклизы. С применением комплекса гидрогеологических критериев выполнена оценка нефтегазоносности ряда поисковых участков в контурах подготовленных структур и прогнозируемых погребенных поднятий, рекомендованы объекты для первоочередной постановки геологоразведочных работ.

5. Для целей перспективного комплексного недропользования территории, важна приведенная в работе оценка потенциала гидроминеральных ресурсов Курейской синеклизы. Указано, что в западной части Сибирской платформы имеются значительные ресурсы гидроминерального сырья, минеральных бальнеологических и питьевых лечебных вод. Для установления терапевтической активности минеральных вод рекомендовано проведение дальнейшего их гидрогеологического и бальнеологического изучения.

Список публикаций по теме диссертации

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. Смирнов Е.В., Хилько А.П., Боровикова, Л.В., Литвинова И.В. Использование геолого-геофизических, неотектонических и геохимических критериев при прогнозе нефтегазоносности осадочных бассейнов Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2009. - № 3. С.4-11.

2. Сурнин А. И., Литвинова И.В., Малков Д.С., Шаманова А.А., Кряжев А.А. Картирование зон и очагов глубинной разгрузки южной части Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2016. - № 1. - С. 16-25.

3. Литвинова И.В., Сурнин А.И. Температурное поле осадочного чехла Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2016. - № 2. - С. 41-49.

4. Литвинова И.В., Ларионова Т.И. Прогноз нефтегазоперспективных объектов в бассейне реки Виви (Сибирская платформа) по комплексу геолого-гидрогеохимических методов // Известия Сибирского отделения РАН.

Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2019. Т. 42. № 1. - С. 15-26.

Другие издания:

5. Литвинова И.В. Гидрогеологические условия Северо-Тунгусской нефтегазоносной области // Гидрогеохимия осадочных бассейнов: Тр. Рос. науч. конф. Томск, 13 - 17 нояб. 2007 г. - Томск: Изд-во НТЛ, 2007. - С. 195 - 202.

6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Анабаро-Вилуйская. Лист R-48 – Хатанга. Г.В. Липенков, М.С. Машак, В.Т. Кириченко, А.И. Ларичев, Д.В. Назаров, И.В. Бигун, Е.А. Кондакова, А.Н. Хабаров, А.В. Герасичева, И.В. Заварзин, И.В. Литвинова, А.И. Сурнин Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. - С. 398. [Электронный ресурс] http://www.vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/Anabaro-Vilyuyskaya/r-48.php

7. Сурнин А.И., Литвинова И.В. Гидродинамический контроль нефтегазоаккумуляции на Сибирской платформе // ГЕОРЕСУРСЫ. ГЕОЭНЕРГЕТИКА. ГЕОПОЛИТИКА (М.). Выпуск 2(12), 2015. [Электронный ресурс] <http://oilgasjournal.center.ru/archive/issue/details/3231/328>

Совещания и конференции

8. Литвинова И.В. Поверхностное геохимическое опробование в Северо-Тунгусской НГО для оценки перспектив нефтегазоносности // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: материалы науч. конф., посвященной 100-летию профессора Томского политехнического университета П.А. Удодова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - С.173-175.

9. Литвинова И.В., Щербакова А.А. Ногинский участок, как объект первоочередного освоения гидроминерального сырья на территории Эвенкийского автономного округа // VII Междунар. конф «Новые идеи в науках о земле». Т.4. – М.: КДУ, 2005. – С. 130.

10. Сурнин А.И., Литвинова И. В. Комплексирование геологических, гидрогеологических данных и материалов поискового бурения для построения адекватной геолого-гидродинамической модели нефтегазоперспективного района // Сб. тезисов и докладов /European Association of Geoscientists & Engineers. Геомодель-2007, Международная научно-практическая конференция и выставка 16 - 21 сент. - Геленджик, 2007. - С. 194.

11. Литвинова И.В., Хилько А.П. Применение фитогазогеохимического метода для оценки перспектив нефтегазоносности погребенных поднятий Северо-Тунгусской НГО Сибирской платформы // Современные проблемы

геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения акад. К.И. Лукашева (1907-1987), 14-16 марта 2007 г., Минск. Изд. Центр БГУ, 2007. –С. 235-236.

12. Шиганова О.В., Сурнин А.И., Литвинова И.В. Гидрогеологический прогноз перспективных зон нефтегазоаккумуляции в условиях Сибирской платформы // Комплексирование геолого-геофизических методов при обосновании нефтегазопромысловых объектов на Сибирской платформе: Материалы научно-практической конференции (21 - 23 апр. 2008г.)-Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. - С. 139 - 141.

13. Сурнин А.И., Литвинова И.В. Современное представление структуры гидродинамического поля осадочного чехла Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы //Современная гидрогеология нефти и газа. Материалы Всерос. научной конференции посвящ. 85-летию А. А. Карцева. М.: ГЕОС, 2010. - С. 224 - 230.

14. Литвинова И.В. Гидрогеологические условия Хантайского участка (в связи с прогнозом нефтегазоносности и подготовкой территории к глубокому параметрическому бурению) // Современная гидрогеология нефти и газа Материалы Всерос. научной конференции посвящ. 85-летию А. А. Карцева. - М.: ГЕОС, 2010. - С. 181-185.

15. Битнер А.К., Литвинова И.В. Минеральные воды западной части Сибирской платформы // Подземная гидросфера: XX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. - Иркутск, 2012. - С. 441-444.

16. Литвинова И.В., Сурнин А.И. Применение технологии опережающей геохимической оценки нефтегазоносности малоизученных территорий // Комплексные проблемы гидрогеологии: Тез. докл. второй науч. конф. посвященной 125-летию со дня рождения профессора Б.Л. Личкова 23-25 октября 2013 г. – Санкт-Петербург, 2013. – С.86-89.

17. Литвинова И.В., Сурнин А.И. Гидрогеологические критерии нефтегазоносности Курейской синеклизы (Сибирская платформа) Геосочи-2017. Нефтегазовая геология и геофизика. Материалы международной научно-практической конференции, [24-28 апреля 2017 года, г. Сочи]. Текстовое (символьное) электронное издание. 1 CD-R. г. Тверь ООО "Издательство Полипресс", 201. № госрегистрации 0321702438.

18. Litvinova I.V., Surmin A.I. Hydrogeological criteria for forecasting the oil and gas areas of the Siberian platform Saint Petersburg 2018: Innovations in Geosciences &&� Time for Breakthrough, статья № 44730, [Электронный ресурс] <https://www.scopus.com>