

На правах рукописи



Пошибаев Владимир Владимирович

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОГНОЗ ЗОН РАЗВИТИЯ КОЛЛЕКТОРОВ
ПОЗНЕДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАСЕЕВСКОЙ СЕРИИ ИРКИНЕЕВО-
ЧАДОБЕЦКОГО ПРОГИБА

Специальность: 25.00.06 - Литология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Москва – 2014

Работа выполнена в Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина на кафедре литологии

Научный руководитель:

Доктор геолого-минералогических наук Постникова Ольга Васильевна

Официальные оппоненты:

Тучкова Марианна Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Геологического института РАН

Гаврилов Сергей Сергеевич, кандидат геолого-минералогических наук, директор ЗАО «Моделирование и мониторинг геологических объектов»

Ведущая организация – *Кафедра литологии и морской геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*

Защита состоится: _____ на заседании диссертационного совета Д 212.200.02 при Российском государственном университете нефти и газа имени И.М.Губкина по адресу: 119991, г. Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1, аудитория 232.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина [http: //www.gubkin.ru/diss2/](http://www.gubkin.ru/diss2/)

Автореферат разослан «____» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета

Милосердова Л.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Промышленная нефтегазоносность позднедокембрийских отложений тасеевской серии доказана открытием крупных залежей газа в пределах Абаканской, Агалеевской, Ильбокичской, Имбинской, Берямбинской площадей, расположенных в пределах Иркинеево-Чадобецкого рифтогенного прогиба (ИЧРП) юго-западной части Сибирской платформы. Продуктивность отложений тасеевской серии в пределах крупных антиклинальных поднятий ИЧРП в значительной степени контролируется литологическим фактором. В этих отложениях присутствуют высокочемкие гранулярные коллекторы, однако их распространение весьма прихотливо, нередко они представляют собой тонкие прослои. Существенную роль в фильтрационно-емкостной системе продуктивных отложений позднего докембрия ИЧРП играют тектонические трещины. Это обстоятельство приводит к тому, что в условиях низкой степени изученности продуктивность скважин резко различна.

В этой связи для определения зон повышенной продуктивности отложений тасеевской серии весьма актуальным представляется проведение детальных литологических, палеогеографических, тектонических и геодинамических реконструкций, которые позволят повысить эффективность освоения запасов углеводородов ИЧРП.

Цель и задачи исследования

Целью исследования явились литологическая характеристика и прогноз зон развития пород-коллекторов в позднедокембрийских отложениях тасеевской серии ИЧРП.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- литологическая характеристика отложений;
- циклостратиграфический анализ и типизация разрезов;
- реконструкция условий осадконакопления;
- выделение и типизация пород-коллекторов;
- определение основных параметров структуры и вещественного состава пород-коллекторов;
- анализ трещиноватости терригенных отложений тасеевской серии;
- прогноз зон развития коллекторов терригенных отложений тасеевской серии по комплексу геолого-геофизических и космогеологических данных.

Методы исследования

В работе проводился широкий комплекс литологических исследований отложений тасеевской серии по керну скважин глубокого бурения, а также обнажений.

Комплекс литологических исследований включал изучение пород в шлифах, в том числе прокрашенных, растровую электронную микроскопию, включая микронзондовые и катодолюминесцентные исследования, а также рентгеновскую дифрактометрию. Изучение трещиноватости проводилось на нераспиленном и распиленном керне с определением параметров и генерации трещин, а также характера их минерализации.

Для расчленения и корреляции разрезов были использованы результаты циклостратиграфического анализа и данные ГИС.

Реконструкция разломно-блоковой структуры территории проводилась с использованием комплекса космогеологических и геолого-геофизических данных. Определение геодинамического состояния разломно-блоковых структур проводилось с помощью структурно-геоморфологического метода реконструкции сдвиговых неотектонических напряжений.

Научная новизна

На основе широкого комплекса разномасштабных литологических исследований выявлены текстурные, структурные и минералогические характеристики отложений тасеевской серии, позволившие реконструировать условия их образования и выявить закономерности размещения пород-коллекторов в пределах ИЧРП.

Определены литологические факторы, которые способствуют сохранению пустотного пространства пород-коллекторов тасеевской серии. Выявлены типы коллекторов.

Установлены основные характеристики разломно-блоковой структуры осадочного чехла ИЧРП, выявлена их связь с раннедокембрийскими тектоническими элементами кристаллического фундамента и выделены зоны повышенной трещиноватости.

Для выделенных зон повышенной трещиноватости определены секторы современного геодинамического сжатия и растяжения. Установлена связь продуктивности терригенных отложений тасеевской серии с секторами современного геодинамического растяжения.

Практическое значение работы и реализация результатов исследований

В работе выявлены литологические критерии и определены зоны повышенной продуктивности терригенных отложений тасеевской серии ИЧРП, что позволит оптимизировать размещение объемов поисковых и разведочных работ на нефть и газ в пределах исследуемого региона.

На основе выявленных структурно-текстурных и минералогических особенностей пород-коллекторов могут быть разработаны технологии более эффективного освоения залежей УВ.

Выявленные в работе литологические характеристики отложений тасеевской серии могут быть положены в основу интерпретационных моделей ГИС.

Основные результаты диссертационной работы использовались при планировании геологоразведочных работ на лицензионных участках ОАО «Газпром» в Восточной Сибири.

Результаты исследований используются в учебном процессе для студентов и магистрантов геологических специальностей.

Защищаемые положения:

1. Позднедокембрийские отложения тасеевской серии представлены комплексом пестроцветных гравийно-песчаных, песчаных, алевро-глинистых отложений, образующих циклические последовательности. Формирование отложений тасеевской серии происходило преимущественно в континентальных постгляциальных обстановках в пределах Иркинеево-Чадобецкого прогиба. Источниками сноса обломочного материала явились Байкитский и Присяно-Енисейский выступы фундамента и метаморфические комплексы Енисейской складчатой зоны.

2. Пачки коллекторов в отложениях тасеевской серии представлены гравийно-песчаными, песчаными, алевро-песчаными литотипами и соединяются между собой системой субвертикальных протяженных частично минерализованных тектонических трещин. Факторами, определяющими сохранность пустотного пространства, являются развитие пленочной гематитовой и гидрослюдистой цементации, а также развитие аутигенных кристаллов кварца и регенерационных каемок вокруг обломочных зерен.

3. Разломно-блоковую структуру осадочного чехла определяют 4 взаимно-ортогональные системы космо- и тополинементов, приуроченных к зонам высоких градиентов и смены знака аномалий гравитационного и магнитного полей, что указывает на их глубинное заложение и связь с раннедокембрийскими тектоническими элементами кристаллического фундамента, а также с трапповыми телами. В современном геодинамическом состоянии границ между блоками выделяются локальные области растяжения и сжатия.

4. Факторами, определяющими наибольшую продуктивность отложений тасеевской серии в пределах антиклинальных структур, являются наличие в разрезе пористых песчаных и песчано-гравийных пород; развитие интенсивной тектонической трещиноватости; приуроченность к областям современного геодинамического растяжения.

Апробация работы

Результаты выполненных исследований и основные положения работы докладывались и обсуждались на: VII Всероссийском литологическом совещании "Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории" (октябрь 2013 года, ИНГГ СО РАН им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск); III Молодежной тектонофизической школе-семинаре (октябрь 2013 года, ИФЗ РАН им. О.Ю. Шмидта, г. Москва); X Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов "Новые технологии в газовой промышленности" (октябрь 2013 г., РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина); II Всероссийском симпозиуме с международным участием "Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы", посвященном памяти академиков Н.А. Логачева и Е.Е. Милановского (август 2013 года, ИЗК СО РАН, г. Иркутск); Балтийской школе-семинаре "Петрофизическое моделирование осадочных пород BalticPetroModel2013" (сентябрь 2013 года, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИФЗ РАН, г. Петергоф); I Всероссийской молодежной научно-практической конференции "Науки о Земле. Современное состояние" (август 2013 г., ИНГГ СО РАН им. А.А. Трофимука, ИГМ СО РАН им. В.С. Соболева, р-ка Хакасия, геологический полигон "Шира"); Международной молодежной конференции стран группы двадцати G20 Youth Conference (апрель 2013 г., G8&G20 Alumni Assotiation, г. Санкт-Петербург); Балтийской школе-семинаре "Петрофизическое моделирование осадочных пород BalticPetroModel2012" (сентябрь 2012 года, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИФЗ РАН, г. Петергоф); Всероссийском литологическом совещании, посвященном 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина "Ленинградская школа литологии" (сентябрь 2012 года, СПбГУ, г. Санкт-Петербург); XXIV Российской конференции по электронной микроскопии РКЭМ-2012 (июнь 2012 года, Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, г. Черноголовка); IX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (февраль 2012, РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина г. Москва); IX Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов "Новые технологии в газовой промышленности" (октябрь 2011 г., РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина); VI Всероссийском литологическом совещании «Концептуальные проблемы литологических исследований в России» (сентябрь 2011 года, КФУ, г. Казань); Международной конференции молодых ученых и специалистов «Ресурсно-геологические и методические аспекты освоения нефтегазоносных бассейнов» (октябрь 2011 года, ВНИГРИ, г. Санкт-Петербург); II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (февраль 2011 года, ФГУП «ВСЕГЕИ», г. Санкт-Петербург);

International conference «Neoproterozoic sedimentary basins: stratigraphy, geodynamics and petroleum potential» (august 2011, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk); V Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле (ноябрь 2010 года, ИНГГ СО РАН им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск).

Публикации и личный вклад автора

Основные результаты и положения диссертационной работы, полученные автором, опубликованы в 27 печатных работах, включающих 2 статьи из перечня ВАК РФ.

Автором был проведен большой объем работы, заключающийся в первичной обработке и исследовании кернового материала, разрезов верхнерифей-вендских отложений обнажений Енисейского кряжа; изучении, систематизации и обобщении обширных геолого-геофизических, космогеологических и фондовых материалов. Проведены детальные литологические исследования, циклостратиграфический анализ, произведена типизация разрезов, выполнена их корреляция.

Проведен обширный комплекс детальных разномасштабных литологических исследований по изучению минерального состава и структурных особенностей пород-коллекторов. Автором проведены все электронно-микроскопические и микронзондовые исследования. Обработаны результаты исследований пород-коллекторов методами рентгеновской дифрактометрии. Все полученные характеристики сопоставлены с результатами петрофизических определений.

Автором совместно с коллективом кафедры литологии проведен анализ разломно-блоковой структуры исследуемого региона. Совместно с коллективом ИФЗ РАН и д.г.-м.н. Л.А. Сим построены схемы наиболее продуктивных участков.

По результатам работы построены прогнозные схемы зон развития пород-коллекторов отложений тасеевской серии в пределах ИЧРП.

Использованные материалы

В основу диссертационной работы положен обширный фактический материал, собранный автором в период с 2007 г. по 2014 г. в качестве старшего лаборанта, младшего научного сотрудника КНИЛ по проблемам нефтегазоносности Восточной Сибири РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина, а также в ходе полевых работ совместно с коллективом ВНИГРИ в августе 2012 г. В работе использованы данные ГИС более чем по 50 скважинам, из которых 7 охарактеризованы керновым материалом в объеме около 700 м. В работе использованы результаты петрофизических исследований керна, проведенных в РГУ нефти и газа имени

И.М. Губкина, в том числе более 1200 измерений пористости и проницаемости. Для построения и анализа разломно-блоковой структуры были использованы цифровые композитные космоснимки, карта цифровой модели рельефа исследуемого региона, данные грави- и магниторазведки. Привлекались материалы по геолого-промысловым данным, литературные и фондовые данные.

* * * *

Работа выполнена на кафедре литологии в комплексной научно-исследовательской лаборатории по проблемам нефтегазоносности Восточной Сибири РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Автор благодарит научного руководителя - проф. Постникову О.В. На разных этапах выполнения работы автор получил интеллектуальную поддержку проф. Постникова А.В., с.н.с. Фомичевой Л.Н., н.с. Кудрявцева Д.И., н.с. Поповой Л.П., проф. Флоренского П.В. Автор выражает благодарность за помощь в проведении исследований и предоставленные материалы коллективу РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина – к.г.-м.н. Белякову М.А., с.н.с. Костериной В.А., доц. Милосердовой Л.В., к.г.-м.н. Пименову Ю.Г., инж. Крючкову В.П., сотруднику ИФЗ РАН – д.г.-м.н. Сим Л.А. Автор признателен г.н.с., д.г.-м.н. ВНИГРИ Баженовой Т.К. за предоставленную возможность участия в полевых работах в 2012 г. и с.н.с., д.г.-м.н. ГИН РАН Кузнецову Н.Б. - за организацию полевых работ в 2013 г. Автор глубоко признателен Ф.Д. Лёвину за оказанную помощь и предоставленные материалы (ЗАО «ГНПП Аэрогеофизика»).

Автор выражает благодарность всему коллективу комплексной научно-исследовательской лаборатории по проблемам нефтегазоносности Восточной Сибири и особенно Соловьевой Л.В., Коновальцевой Е.С., Данилко Н.К., Китаевой И.А., Омельченко О.В., Халиулову А.А., Изьюрову А.С., Рахматуллиной А.С., Козионову А.Е., Антиповой О.А. и др.

Объем работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 212 страницах машинописного текста, включая 2 таблицы и 174 рисунка. Список литературы включает 176 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Основные черты геологического строения и нефтегазоносности Иркинеево-Чадобецкого прогиба

1.1 Тектоническая характеристика

Вопросам, касающимся структурно-тектонического районирования южной части Сибирской платформы, были посвящены многочисленные труды А.А. Архангельского, А.А. Бакирова, Э.А. Базанова, В.Е. Бакина, А.К. Башарина, Н.А. Берзина, С.Ю. Беляева, А.К. Битнера, В.Г. Васильева, В.А. Егорова, В.В. Забалуева, А.Н. Золотова, С.М.Замараева, Н.С. Зайцева, А.А. Зиновьева, Л.Н. Илюхина, Ю.А. Косыгина, И.П. Карасева, К.А. Клещева, А.Э. Конторовича, А.А. Конторовича, В.С. Кренина, А.И. Ларичева, Н.В. Мельникова, М.М. Мандельбаума, А.В. Мигурского, К.В. Мокшанцева, В.А. Обручева, М.М. Одинцова, Л.Е. Оффмана, Ю.А. Притулы, Л.И. Ровнина, О.М. Розена, К.А. Савинского, В.В. Самсонова, В.В. Семеновича, В.С. Ситникова, В.С. Старосельцева, В.С. Суркова, А.А. Трофимука, В.Е. Хаина, Н.П. Хераскова, В.С. Шеина, А.Л. Яншина и др.

Большой вклад в структурно-тектоническое районирование южной части Сибирской платформы внесли исследования специалистов ИНГГ СО РАН, ФГУП «СНИИГГиМС», ЗАО «Красноярскгеофизика», «Енисейгеофизика», «Иркутскгеофизика», ИПНГ СО РАН, ООО "Газпром геологоразведка" и др.

В работе в качестве тектонической основы для исследований была использована дежурная структурно-тектоническая карта Красноярского края М 1: 2 000 000. Карта составлена коллективом авторов под редакцией Кренина В.А. по материалам ОАО "Енисейгеофизика", ДАО Богучанская ГЭ, ГП Катангская ГЭ, ОАО "Таймыргеофизика", ООО "Енисейнефть", СНИИГГиМС в 2001 г. В работе также были использованы опубликованные материалы к новой версии тектонической карты венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции М 1: 1 000 000 (Конторович А.Э. и др., 2009).

Иркинеево-Чадобецкий прогиб представляет собой мобильную зону, разделяющую жесткие стабильные блоки - Камовский свод на севере, Богучано-Манзинский на юге и Ангаро-Ленский с Непско-Ботуобинским на востоке. Впервые эта зона была выделена Ю.А.Косыгиным в 1964 г. как глубокий прогиб рифейского заложения. Наличие глубокого рифейского рифтогенного прогиба подтверждено опорным региональным профилем Алтай-Северная Земля и рассечкой к нему через Чадобецкое поднятие (Старосельцев В.С., 2009).

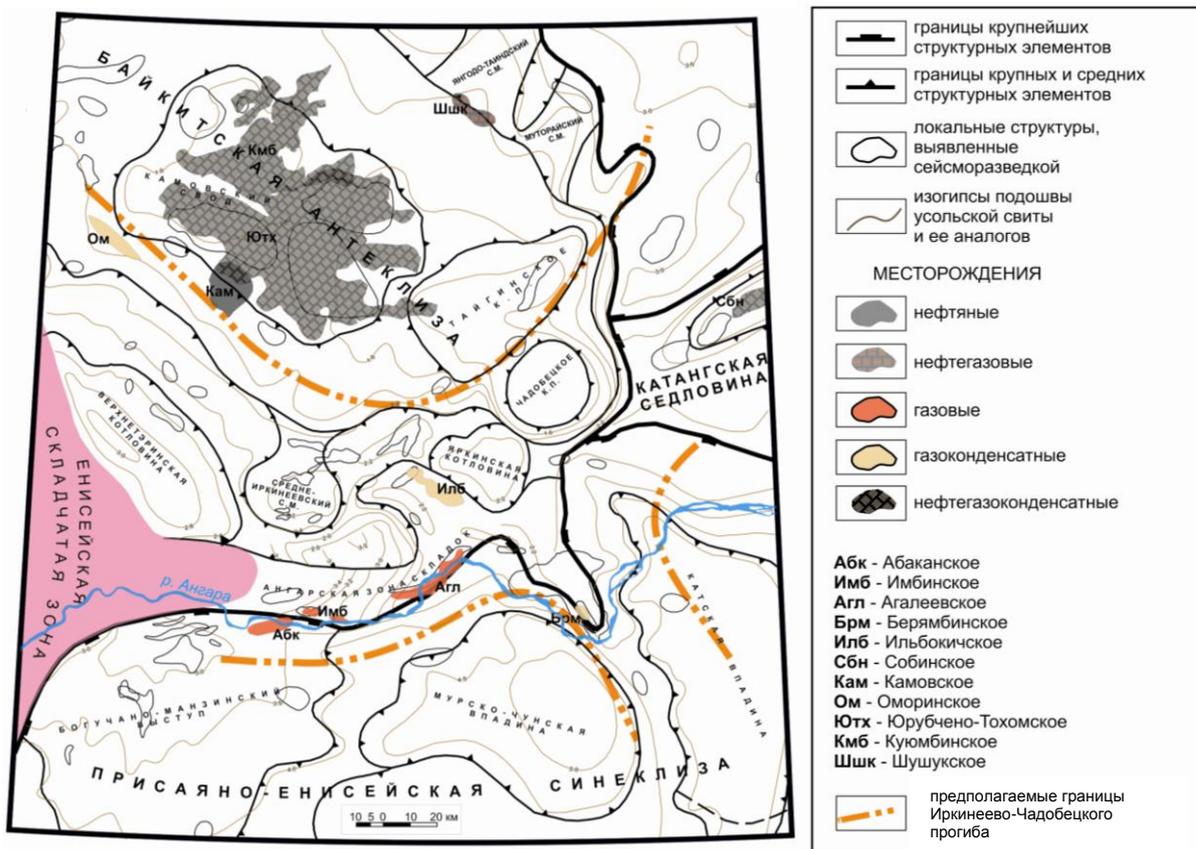


Рисунок 1 - Схема тектонического и нефтегазогеологического районирования исследуемого региона (по В.С. Старосельцеву и др., ФГУП "СНИИГГиМС, 2009; с дополнениями автора)

Иркутеево-Чадобецкий прогиб разделяет два надпорядковых структурных элемента: положительный - Байкитскую антеклизу и отрицательный – Присаяно-Енисейскую синеклизу.

Байкитская антеклиза, наиболее изученная структура, занимает Приенисейскую часть западной окраинной части Сибирской платформы, имеет площадь порядка 120 тыс. км², амплитуду более 3500 м. Центральную часть антеклизы осложняет *Камовский свод*, площадью около 50 тыс. км² и осложненный большим количеством локальных поднятий, а в южной части двумя положительными структурами - Чадобецким куполовидным поднятием и Ильбокичским структурным мысом. *Чадобецкое куполовидное поднятие* расположено в юго-восточной части свода, площадь поднятия около 3 тыс. км², амплитуда порядка 1900 м. *Ильбокичский структурный мыс* выделяется в южной части Камовского свода, площадь структуры около 1,8 тыс. км², амплитуда превышает 500 м. К югу от Камовского свода выделяются *Яркинский* и *Среднеиркутский структурные заливы*, разделенные Ильбокичским структурным мысом, площади структур порядка 3,3 тыс. км², амплитуды 900 м и 1300 м соответственно. В западной части Камовского свода выделяются две отрицательные структуры: *Верхнетэринская котловина* площадью 7200 км², амплитудой

1000 м и *Вельминская котловина* площадью 900 км², амплитудой менее 100 м. *Ангарская зона складок* расположена в нижнем течении Ангары, южная часть зоны погребена, в тектоническом плане она пересекает Присяяно-Енисейскую синеклизу, а в палеоплане зона соответствует рифейскому внутриконтинентальному рифту. Амплитуда складок может достигать 1 км. Размер этой зоны складок 200x30 км, здесь широко развиты разрывные нарушения.

Присяяно-Енисейская синеклиза занимает площадь порядка 175 тыс. км² в юго-западной периферийной части Сибирской платформы. Амплитуда прогибания в среднем составляет около 4000 м. В пределах синеклизы выделяются одна положительная и три отрицательные структуры I порядка: Богучано-Манзинский выступ, Долгомостовская, Мурско-Чуньская и Катская впадины. *Богучано-Манзинский выступ* занимает северо-западную часть территории синеклизы, площадь выступа свыше 13.5 тыс. км², его амплитуда по кровле вендских отложений составляет 1400 м. *Долгомостовская впадина*, наиболее погруженная область синеклизы, расположена в ее юго-западной части, охватывает площадь более 17.5 тыс. км². *Мурско-Чуньская впадина* расположена в северной части синеклизы, вытянута в субширотном направлении вдоль резкого изгиба Ангарской зоны складок. Структура занимает площадь более 14.5 тыс. км², амплитуда превышает 1200 м. *Катская впадина* расположена к востоку от Мурско-Чуньской впадины и отделена от нее двумя Беряμβинским и Араканским куполовидными поднятиями, площадь структуры составляет около 28 тыс. км², амплитуда по кровле вендских отложений достигает 1300 м.

Енисейский кряж представляет собой сложно построенный складчато-надвиговый пояс, расположенный в юго-западном обрамлении Сибирской платформы, вытянувшийся в СЗ-ЮВ направлении, длиной около 700 км при ширине от 50 до 200 км. Результаты многочисленных исследований (Зоненшайн и др., 1990 г.; Волобуев, 1993; Верниковский В.А. и др., 1993) свидетельствуют о том, что Енисейский кряж является аккреционно-коллизиейной структурой. В его состав входят террейны разной природы и разного возраста: островодужные, с офиолитовыми комплексами (Предивинский и Исаковский), пассивной континентальной окраины (Восточно-Ангарский), гранитно-метаморфические (Ангаро-Канский и Центрально-Ангарский). Тектоническими границами террейнов являются Татарско-Ишимбинская и Приенисейская сутурные зоны (Верниковский и др. 2006).

1.2 Стратиграфическая характеристика

Осадочный чехол в пределах исследуемого региона представлен отложениями рифея, венда, кембрия, ордовика, силура, девона и карбона.

Характеристика строения осадочного чехла в пределах ИЧРП основывается на

изучении скважин глубокого бурения, геолого-геофизических материалов, обнажений на Енисейском кряже, а также анализе и обобщении многочисленных опубликованных работ В.В. Хоментовского, Н.В. Мельникова, Е.С. Постельникова, А.И. Анатольевой, Ю.К. Советова, В.Ю. Шенфиля, Е.М. Хабарова, Б.Г. Краевского, Л.И. Салопа, М.А. Семихатова, А.Э. Конторовича, О.А. Вотеха, Н.М. Чумакова, О.В. Гутиной, Б.С. Соколова, Ю.Н. Карагодина, Е.П. Кошука, Г.Г. Шемина и многих других.

В пределах **северо-западной части Енисейского кряжа** породы **архейско-нижнепротерозойского возраста** представлены сильно метаморфизованными и дислоцированными толщами архея, прорванными гранитоидами возрастом 1,9 - 1,8 млн. лет.

Нижне-средне-рифейские отложения имеют широкое распространение и представлены мощным (до 10-12 км) комплексом карбонатных, обломочных и вулканогенно-осадочных образований.

В составе **отложений верхнего рифея** выделяются более древние отложения *маяния* и более молодые отложения *байкалия* (Хоментовский, 1972).

Стратификация отложений добайкальского рифея, как правило, понимается всеми исследователями достаточно однозначно.

Отложения байкалия с резким угловым несогласием залегают на нижележащих толщах маяния. Согласно работам В.В. Хоментовского (1996-1998 гг.) отложения байкалия представлены комплексом пород, отделенным от вмещающих образований принципиальными событийными рубежами. Байкалий характеризуется специфическим комплексом микрофоссилий, микрофитоцитов и строматолитов.

Тиллиты, обнаруженные в отложениях байкалия, в том числе в его основании, связывают байкалий с криогением Международной стратиграфической шкалы (850-650 млн лет) (Хоментовский В.В., 1998).

Стратиграфический объем и возрастная принадлежность отложений байкалия являются крайне дискуссионной проблемой. За последние годы произошла серьезная трансформация представлений В.В. Хоментовского о стратиграфическом объеме и абсолютном возрасте этих отложений. В последних стратиграфических схемах верхняя часть байкалия выделяется как ангарий. Причем верхняя возрастная граница ангария составляет 600 млн. лет.

На Енисейском кряже отложения байкалия обособленно распространены в бассейне рр. Тея и Чапа. Часть исследователей относят эти отложения к позднему рифею, а другая часть – к раннему венду. Отложения байкалия представлены комплексом преимущественно терригенных пестроцветных и местами вулканогенных пород, мощность которых составляет около 2500-3000 м (*чингасанская и вороговская серии*).

Вендские отложения несогласно залегают на нижележащих отложениях байкалия, имеют довольно выдержанный состав и представлены породами преимущественно терригенно-карбонатного состава. Мощность вендских отложений составляет 350-400 м.

В пределах **юго-восточной части Енисейского кряжа** отложения байкалия (*тасеевская серия*), описанные Ю.К. Советовым, В.В. Хоментовским, А.И. Анатольевой и многими другими, представлены комплексом пестроцветных терригенных отложений мощностью до 1300-1500 м. Отложения тасеевской серии в виде узкой полосы окаймляют Иркинеевский и Канский выступы Енисейского кряжа, с несогласием залегают на породах самого различного возраста – от архея до верхнего рифея. Названия свит неоднократно менялись, в настоящее время принято выделять в разрезе тасеевской серии (снизу вверх) *алешинскую, чистяковскую и мошаковскую свиты*.

В пределах ИЧРП отложения байкалия обнажаются **на Чадобецком поднятии**. Они выделяются под названием *брусской, медведковской и тогонской свит* и с явным стратиграфическим перерывом и угловым несогласием залегают на нижележащих отложениях рифея.

В зоне Ангарских складок в пределах ИЧРП к байкалию относятся отложения *тасеевской серии*. Определение стратиграфической приуроченности отложений является весьма проблематичным.

Трудности стратификации во многом обусловлены отсутствием или недостаточным количеством фаунистических остатков, широким временным диапазоном их распространения. Результаты геохронологических исследований часто носят противоречивый характер.

Принципиальным для стратификации этих отложений является установление взаимосвязи крупных тектонических и климатических перестроек с нижней и верхней возрастными границами отложений тасеевской серии (Хоментовский, 2008; Чумаков, 2011). Одним из крупнейших событий позднего рифея, который выделяется в международной стратиграфической шкале как криогений, является распад суперконтинента Родиния, который произошел в интервале 850-650 млн лет (Богданова С.В. и др., 2009). В этот промежуток времени различными исследователями выделяется несколько волн глобальных оледенений (Чумаков Н.М., 2011), следы которых обнаружены в пределах древних платформ. В стратиграфических аналогах тасеевской серии на Енисейском кряже обнаружены отложения ледникового и постледникового генезиса, соответствующие последнему в протерозое крупному периоду оледенений - криогению.

Последним крупным оледенением на Сибирской платформе является оледенение Марино, возраст которого определяется как 657-588 млн лет (Чумаков Н.М., 2010). Этому же

периоду соответствуют достаточно мощные тектонические события, приведшие к формированию предвендской эрозионной поверхности. Характерным признаком постледниковых отложений является наличие кэпроковых карбонатов и лежащих в их основании баритовых прослоев толщиной несколько десятков сантиметров.

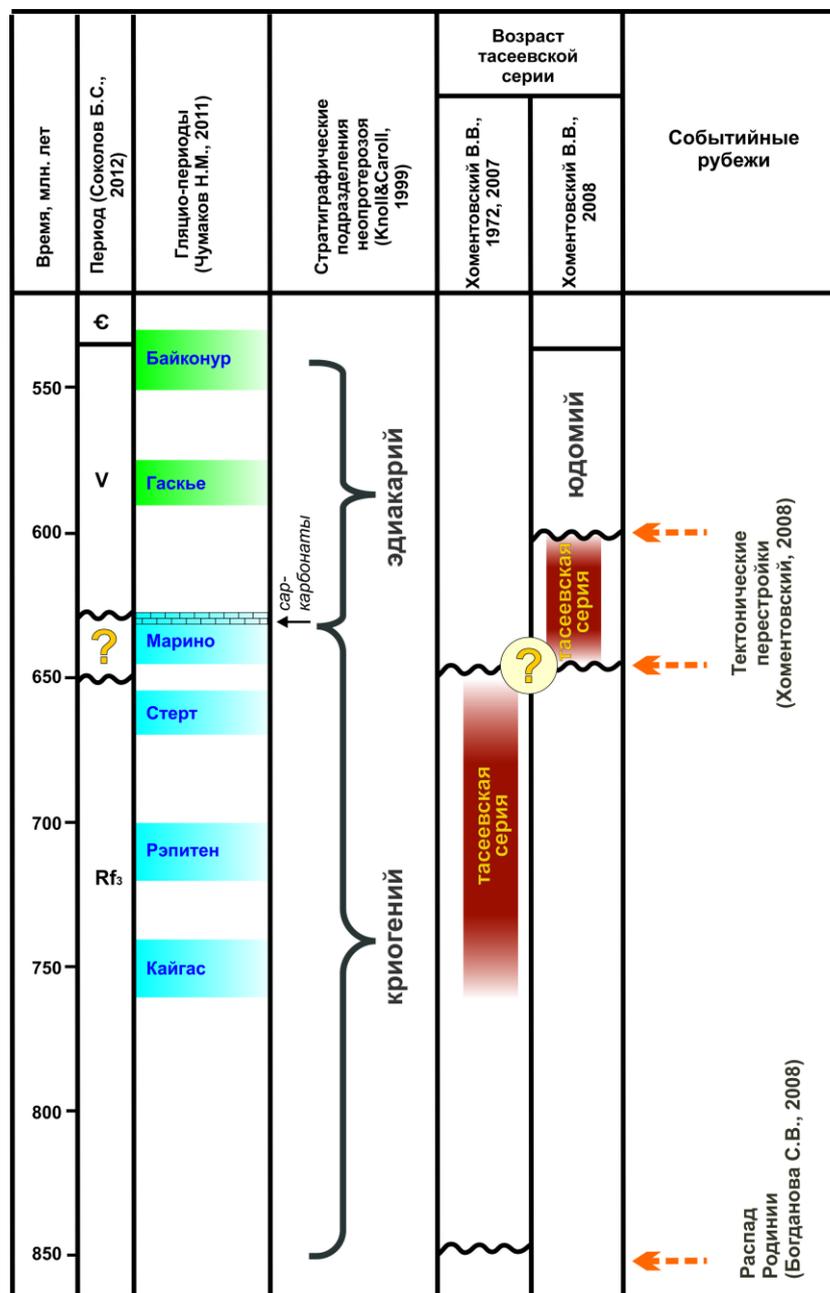


Рисунок 2 - Схема, иллюстрирующая проблему определения возрастных рубежей формирования отложений тасеевской серии

В настоящей работе нижняя граница отложений *тасеевской серии* устанавливается по поверхности углового и стратиграфического несогласия, вскрытого в одной из скважин Абаканской площади между отложениями шунтарской свиты верхнего рифея и вышележащими терригенными пестроцветными отложениями. Верхняя граница тасеевской серии устанавливается по литологическим признакам перерыва в

осадконакоплении, выраженным в достаточно резкой смене пестроцветных песчаников сероцветными алевро-глинистыми и алевро-песчаными породами. Положение верхней границы тасеевской серии подтверждается обнаружением в керне одной из скважин Абаканской площади баритового слоя. Возможно, исследуемые отложения соответствуют только *алешинской свите* тасеевской серии и ее верхняя граница проходит значительно выше.

Идентификация вышележащих отложений как отложений *чистяковской* и *мошаковской свит* и их сопоставление с отложениями оскобинской свиты представляются чрезвычайно проблематичными. Возможно, на территории ИЧРП отложения чистяковской и мошаковской свит отсутствуют в результате предвендского перерыва. Вышележащие отложения, интерпретируемые в работе как **вендские**, как правило, представлены тонким переслаиванием глинистых и песчаных мелко-среднезернистых разностей с прослоями доломитов, часто сульфатизированных. В обломочной части преобладают продукты разрушения гранитоидов и практически отсутствуют обломки глинистых сланцев. Значительная доля карбонатной и сульфатной составляющей в этих отложениях свидетельствует об их формировании в условиях достаточно теплого и аридного климата.

Вендские отложения согласно перекрываются отложениями нижнего кембрия. **Кембрийские отложения** представлены соленосно-карбонатной толщей общей мощностью 1800-2000 м. Завершают разрез осадочного чехла отложения **ордовика**, и, в отдельных участках **силура** и **девона**.

1.3 Характеристика нефтегазоносности

В ИЧРП частично входит юго-восточная часть Байкитской нефтегазоносной области (НГО) и Нижнеангарский самостоятельный нефтегазоносный район (СНГР).

Байкитская НГО приурочена к Байкитской антеклизе. В пределах Байкитской НГО установлены Юрубчено-Тохомская, Оморинская зоны, выявлена Вайвидинская и намечена Таимбинская зоны нефтегазонакопления (Мельников Н.В., 2011). В пределах НГО разведываются крупнейшие нефтегазовые месторождения: Юрубчено-Тохомское, Куюмбинское, Терское, а также Оморинское нефтегазовое и Камовское нефтяное. Нижнеангарский СНГР охватывает площадь Ангарской зоны складок. Нефтегазоносность здесь доказана открытием газовых и газоконденсатных месторождений: Абаканского, Агалеевского, Берямбинского, Ильбокичского, Имбинского. В настоящее время в пределах района выделена только Агалеевская зона газонакопления (Мельников Н.В., 2011).

В пределах Байкитской НГО и Нижнеангарского СНГР выделяются следующие нефтегазоносные комплексы: ниже-среднерифейский потенциально нефтегазоносный;

верхнерифей-вендский; венд-кембрийский, нижнекембрийские - бельский и булайско-ангарский. Основная промышленная нефтегазоносность связана с верхнерифей-вендским НГК.

Верхнерифей-вендский НГК в пределах Байкитской НГО довольно резко изменяется по своему стратиграфическому объему. На склонах антеклизы объем НГК увеличивается за счет появления в разрезе верхнерифейских терригенных отложений тасеевской серии и, в целом, увеличения мощности рифейских и вендских отложений. Мощность НГК составляет порядка 2500 м. В пределах сводовой части коллекторская часть представлена верхнерифейскими карбонатно-кремнистыми и вендскими терригенно-карбонатными отложениями. На склонах Байкитской антеклизы появляются дополнительные коллекторские пропластки, приуроченные к терригенным отложениям венда и верхнего рифея. Экранирующая часть НГК сложена глинистыми и глинисто-карбонатными отложениями катангской свиты, имеющей региональное распространение. На склонах антеклизы в объеме НГК появляются дополнительные зональные покрывки, представленные глинистыми отложениями позднего рифея. В сводовой части Байкитской антеклизы отложения венда образуют единый резервуар с подстилающими рифейскими карбонатно-кремнистыми породами, а на склоне отделяются от него зональными покрывками, представленными глинистыми отложениями тасеевской серии верхнего рифея.

В пределах Нижнеангарского СНГР верхнерифей-вендский НГК объединяет терригенные отложения тасеевской серии и редколесной свиты. Мощность НГК в наиболее погруженных участках превышает 4,5-5 км. В пределах района интенсивно развита трещиноватость. В пределах Абаканского месторождения этаж газоносности составляет более 400 м. Породы-коллекторы представлены терригенными отложениями тасеевской серии верхнего рифея. Региональной покрывкой являются нижнекембрийские галогенно-карбонатные отложения. В качестве локальных покрывок выступают глинистые пропластки верхнего рифея и слабо проницаемые толщи нижнего венда.

Глава 2. Литологическая характеристика позднекембрийских отложений тасеевской серии Иркинеево-Чадобецкого прогиба

Верхнерифейские отложения тасеевской серии (и ее аналогов) были детально изучены в обнажениях на Енисейском кряже и в Приангарье М.А. Семихатовым, В.Ю.Шенфилом, А.И. Анатольевой, М.А. Жарковым, В.В. Хоментовским, Ю.К. Советовым, В.В. Благовидовым и др.

В настоящей работе приведены результаты детальных литологических исследований по керновому материалу 7 скважин глубокого бурения Абаканской, Берямбинской,

Платоновской, Камовской, Оморинской, Чегалбуканской площадей. В результате полевых работ 2012 - 2013 гг. в пределах Тейско-Чапского прогиба Енисейского кряжа были отобраны и изучены образцы аналогов отложений тасеевской серии.

Проведенные литологические исследования включали в себя изучение структурно-текстурных особенностей пород по макрообразцам и их петрографическое описание. Верхнерифейские отложения тасеевской серии в пределах Иркиннеево-Чадобецкого прогиба представлены преимущественно красноцветными гравийно-песчаными, алевро-песчаными, алевро-глинистыми разностями.

На основании проведенных исследований дана их литологическая характеристика и выделены основные литологические типы: гравелиты мелкообломочные железистые, песчаники разнозернистые железистые, песчаники крупнозернистые железистые, песчаники среднезернистые гравелитистые железистые, песчаники среднезернистые гравелитистые, песчаники среднезернистые железистые, песчаники мелкосреднезернистые железистые, песчаники мелкозернистые железистые, песчаники мелкозернистые алевритистые железистые, алевролиты железистые, алевролиты доломитовые железистые, алевролиты глинистые железистые, аргиллиты алевритистые железистые, аргиллиты железистые. Для каждого литотипа определены структурные и минералогические особенности. Выделены основные типы вторичных изменений и определена их стадийность.

Характерными литологическими особенностями песчаников и гравелитов тасеевской серии, отличающими их от вышележащих терригенных отложений венда, являются преимущественно грубообломочный состав, крайне низкая степень сортировки и окатанности обломков, смешанный состав со значительным содержанием (более 20-25 %) обломков метаморфических пород и вулканогенно-осадочного материала. В разрезах исследуемых скважин в отложениях тасеевской серии сульфатно-карбонатный цемент в основном отмечается в виде сгустков и редких прослоев и является вторичным. В вышележащих вендских отложениях сульфатно-карбонатная цементация имеет значительно более широкое распространение. Отличительной особенностью терригенных отложений тасеевской серии является наличие пленочного гидрослюдистого железистого или гематитового цемента. В отложениях тасеевской серии, как правило, часто отмечаются многочисленные взаимопересекающиеся субвертикальные и хаотические тонкие трещины. В вышележающих вендских отложениях такие хаотические трещины отсутствуют. От вышележающих вендских отложений песчаники и гравелиты тасеевской серии отличаются направленностью и степенью проявления вторичных изменений, среди которых наиболее интенсивно проявлены процессы регенерации и инкорпорации зерен.

Глава 3. Закономерности строения и реконструкция условий осадконакопления отложений тасеевской серии Иркиннеево-Чадобецкого прогиба

Исследованию закономерностей строения и реконструкции условий осадконакопления позднедокембрийских терригенных отложений были посвящены многочисленные труды Семихатова М.А., Золотова А.Н., Вотеха О.А., Краевского Б.Г., Анатольевой А.И., Советова Ю.К., Чумакова Н.М., Старосельцева В.С., Хоментовского В.В., Волобуева М.И., Кириченко Г.И., Шенфиля В.Ю., Косыгина Ю.С., Хабарова Е.М., Гутиной О.В., Ножкина А.Д., Мигурского А.В., Баженовой Т.К., Буша В.А., Левина Ф.Д., Брагина С.С., Кочкина Г.Б., Ножкина А.Д., Постельникова Е.С., Старикова Л.Е., Мельникова Н.В., Тыщенко Л.Ф., Гуровой Т.Н., Черновой Л.С., Гутиной О.В., Постниковой И.Е., Тихомировой Г.И., Постниковой О.В. и др. Основные черты обстановок осадконакопления исследуемого региона рассматривались в работах ряда геолого-геофизических производственных организаций.

Одной из особенностей отложений тасеевской серии является их отчетливое циклическое строение. Седиментационные циклиты имеют трансгрессивное строение (проциклиты). В разрезе выделяются циклиты различных порядков.

В основании циклита самого низкого ранга (I), толщиной 1,1-1,3 м, залегают наиболее грубообломочные разности пород - мелкообломочные гравелиты с интракластами железистых аргиллитов. Вверх по разрезу зернистость песчаников уменьшается. Завершают цикл наиболее тонкозернистые породы – аргиллиты.

В нижней части циклита, в гравелистых разностях, наблюдаются различные текстуры: оползания, взлома слойков, взмучивания, прерывисто-слоистые, линзовидно-слоистые, что указывает на непостоянство гидродинамического режима, общую мелководность среды осадконакопления. В сочетании с крайне слабой отсортированностью зерен текстурные особенности пород позволяют сделать вывод о том, что нижние части циклитов формировались в условиях временных потоков и конусов выноса. Наличие градационной слоистости в алевритовых разностях свидетельствует об однонаправленности потока. В глинистых разностях верхней части циклитов отмечаются правильные тонкослоистые текстуры, в редких случаях – прерывисто-слоистые и текстуры оползания. Подобного рода текстуры и тонкозернистый состав осадка свидетельствует о более спокойном гидродинамическом режиме среды осадконакопления. Такие условия осадконакопления могли создаваться в озерных водоемах, являвшихся зоной аккумуляции обломочного материала, переносимого временными потоками.

Циклиты I порядка образуют более крупные циклиты мощностью 5-8 метров (циклиты II порядка). Результаты проведенных седиментологических и циклостратиграфических исследований керна скважин были сопоставлены с результатами детального описания обнажений тасеевской серии в Приангарье и на р. Тасеева (Осадочные бассейны..., 2004). Наиболее распространенными обстановками образования гравийно-песчаных отложений являются системы гравийной сплетенной реки, песчаной меандровой реки. Формирование алевро-глинистых отложений происходило в условиях дистальной зоны аллювиальной равнины и озерных обстановках.

Строение седиментационных циклитов отчетливо отражается на диаграммах ГИС. Нижние части, сложенные относительно более грубозернистыми литотипами, характеризуются пониженными значениями естественной гамма активности, а верхние, как правило, глинистые, высокими значениями ГК.

Седиментационные циклиты II порядка (5-8 метров) образуют более крупные последовательности (40-50 м) – циклиты III порядка. Эти последовательности соответствуют крупным тектоно-седиментационным циклам. Последовательности имеют трансгрессивное строение с постепенным уменьшением зернистости вверх по разрезу.

Результаты анализа литологических характеристик и закономерностей строения отложений тасеевской серии были положены в основу выделения типов разрезов в пределах ИЧРП. При выделении основных типов разрезов отложений тасеевской серии учитывались общая мощность отложений, стратиграфический объем, литологический состав.

Общие толщины тасеевской серии в пределах исследуемой территории изменяются от 0 до 300 м, при этом суммарная толщина песчаных прослоев изменяется от 0 до 70 м.

Тасеевское время соответствует периоду времени конца позднего рифея - началу венда, когда на большей части Сибирской платформы господствовал денудационный режим. Области осадконакопления определялись границами внутриплатформенных и окраинных палеорифтовых депрессий. Анализ закономерностей распределения типов разрезов отложений тасеевской серии позволяет реконструировать палеогеографическую ситуацию позднерифейского бассейна в пределах ИЧРП.

Время накопления отложений тасеевской серии ознаменовалось образованием обширных областей континентального осадконакопления. Аллювиально-пойменная равнина формировалась в межгляциальные периоды и была вытянута в субширотном направлении. С севера равнина была ограничена преимущественно карбонатной по составу рифейской сушей. Источником терригенного кварц-полевошпатового материала могли служить гранитоидные массивы, располагавшиеся в северной части Камовского свода. Южное обрамление аллювиальной равнины к настоящему времени изучено очень слабо. Еще одним

источником кварц-полевошпатового материала являлись гранитоидные образования, располагавшиеся по южному борту ИЧРП. Последнее подтверждается результатами бурения скважины на Чуньской площади, где под толщей рифей-вендских терригенных отложений вскрыты породы кристаллического фундамента. Более проблематично местоположение источника сноса, сложенного метаморфическими образованиями. Возможно, они могли располагаться в пределах Енисейского кряжа, в частности Иркинеевского выступа. Обломочный материал с источников сноса разносился по аллювиальной долине в основном временными потоками, которые формировались в периоды потеплений.

Фациальная природа отложений тасеевского природного резервуара обуславливает высокую степень его латеральной и вертикальной изменчивости, а область его развития определяется границами распространения тасеевской серии.

Глава 4. Характеристика пород-коллекторов позднедокембрийских отложений тасеевской серии Иркинеево-Чадобецкого прогиба

В результате проведенных исследований было установлено, что породы-коллекторы отложений тасеевской серии относятся к поровому и порово-трещинному типам. Породы-коллекторы порового типа сложены преимущественно песчано-гравийными, песчаными и алевро-песчаными разностями. Выделенные по комплексу литолого-петрофизических исследований породы-коллекторы порового типа представлены преимущественно мелкообломочными гравелитами, песчаниками крупно- и среднезернистыми, часто с примесью гравийного материала, реже песчаниками мелкозернистыми.

В областях развития интенсивной тектонической раздробленности в отложениях тасеевской серии развиты породы-коллекторы порово-трещинного типа.

В отложениях тасеевской серии, представленных чередованием песчано-гравийных и алевро-глинистых красноцветных пород, выявлены значения пористости, которые колеблются от 2-3% до 17-19%, проницаемости по газу от 0,001-0,002 мД до 1,1-1,2 мД – для порового коллектора, проницаемости (по "Autoskan") от 0,1-0,2 мД до 110-140 тыс мД – для порово-трещинного коллектора. Исследования структуры пустотного пространства в прокрашенных шлифах позволили установить, что пустотное пространство занимает от 0,5-1% до 30% объема пород.

В гравелитах мелкообломочных железистых значения пористости меняются от 6,15% до 15,45%, в среднем составляют 10,43%. В песчаниках разноезернистых железистых значения пористости меняются от 1,57% до 7,27%, в среднем составляют 5,5%. В песчаниках крупнозернистых железистых значения пористости меняются от 1,5 % до 7%, в среднем составляют около 4%. В песчаниках среднезернистых гравелитистых железистых значения

пористости меняются от 12,5 % до 26,78%, в среднем составляют около 18,01%. В песчаниках среднезернистых железистых значения пористости меняются от 2,5% до 7,64%, в среднем составляют около 5,5%. В песчаниках мелко-среднезернистых железистых значения пористости меняются от 0,7% до 4,76%, в среднем составляют около 3,4%. В песчаниках мелкозернистых алевритистых железистых значения пористости составляют около 3,2%.

По выделенным литотипам были исследованы морфометрические параметры структуры пустотного пространства. Поры имеют удлиненные очертания, преобладающее соотношение минимального и максимального размеров пор составляет обычно 0,5-0,6. Значения формфактора пор имеют одномодальное распределение. Основная часть пор приходится на значения формфактора 0,1-0,2.

Мощность пород-коллекторов в отдельных прослоях колеблется от 0,15-0,2 м до 0,7-0,9 м, в целом составляя 10,92 м.

С помощью электронно-микроскопических исследований было изучено строение пустот, заполненных глинистым гидрослюдистым и хлоритовым поровым цементом. В областях развития глинистого порового цемента были обнаружены многочисленные микропустоты размером от 5 – 10 мкм до 25 – 30 мкм.

В поровом пространстве пород-коллекторов были выявлены многочисленные аутигенные кристаллы барита, апатита, магнетита, титаномагнетита, кварца.

Исследования структуры пород-коллекторов, проведенные с помощью рентгеновского микротомографа, позволили оценить связанность пустот и параметры пустотного пространства. По данным томографических исследований значения K_p варьируются от 10-11% до 14-15%, значения диаметра пор колеблются от 4,0-5,0 мкм до 250-300 мкм. Среднее значение диаметра пор составляет 90- 95 мкм. Коэффициент связанности пор в среднем составляет 20-25 %.

Установлено, что поровое пространство в основном относится к межзерновому типу и контролируется структурой породы, а также направленностью и интенсивностью вторичных процессов. Показано, что в породах-коллекторах с преимущественно гематитовым пленочным цементом, интенсивность вторичных преобразований, ухудшающих фильтрационно-емкостные свойства породы, значительно ниже. Высокие значения ФЕС во многом определяются степенью уплотнения породы. Показано неоднозначное влияние процессов регенерации зерен кварца на сохранность первичного пустотного пространства в горных породах. В породах-коллекторах тасеевской серии обнаружены многочисленные аутигенные кристаллы кварца, сопоставимые по своим размерам с обломочными зернами. Их развитие в пустотном пространстве пород-коллекторов, по-видимому, препятствовало процессам уплотнения. Помимо межзерновых пор в породах-коллекторах отложений

тасеевской серии встречаются более мелкие поры, приуроченные к пустотам выщелачивания в обломках калиевых полевых шпатов. К процессам, значительно снижающим ФЕС, относятся образование вторичного сульфатно-карбонатного цемента в межзерновом пространстве, а также образование кристаллов цеолитов.

Глава 5. Анализ трещиноватости позднедокембрийских отложений тасеевской серии Иркинеево-Чадобецкого прогиба

Существенную роль в объеме пустотного пространства породы играют трещины.

В разрезе рифей-вендских отложений Иркинеево-Чадобецкого прогиба широко развиты системы разнонаправленных тектонических трещин. В различных стратиграфических интервалах разреза интенсивность трещиноватости различна.

В разрезе верхнерифейских отложений одной из скважин (шунтарская свита, тасеевская серия) были отмечены многочисленные наклонные и горизонтальные трещины, часто затухающие, а также сеть хаотических мелких трещин. В глинистых интервалах разреза верхнерифейских отложений часто наблюдаются зоны дробления, где размер обломков колеблется от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

Трещины, как правило, частично, а участками полностью, залечены сидеритом и анкеритом, местами доломитом. В трещинах были отмечены многочисленные новообразованные аутигенные кристаллы барита, галита и кварца. Интенсивность трещиноватости в отложениях венда резко падает. В этом стратиграфическом интервале продолжает свое развитие система субвертикальных ортогональных частично минерализованных трещин.

Стоит отметить, что вверх по разрезу минерализация этих трещин меняется с сидеритовой и анкеритовой на доломитовую, а еще выше – сульфатную. В трещинах верхних частей разреза также были отмечены многочисленные аутигенные образования барита, кварца. Такой минеральный парагенезис, вероятно, свидетельствует о происходивших по трещине низкотемпературных гидротермальных процессах.

Результаты сканирования керна в системе «Autoscan» и промысловые данные свидетельствуют о значительном влиянии трещиноватости на фильтрационно-емкостные свойства исследуемых отложений.

Выявленные в разрезе субвертикальные взаимопересекающиеся трещины соединяют тонкие гранулярные коллекторские прослои, образуя тем самым единую рифей-вендскую сложную фильтрационно-емкостную систему.

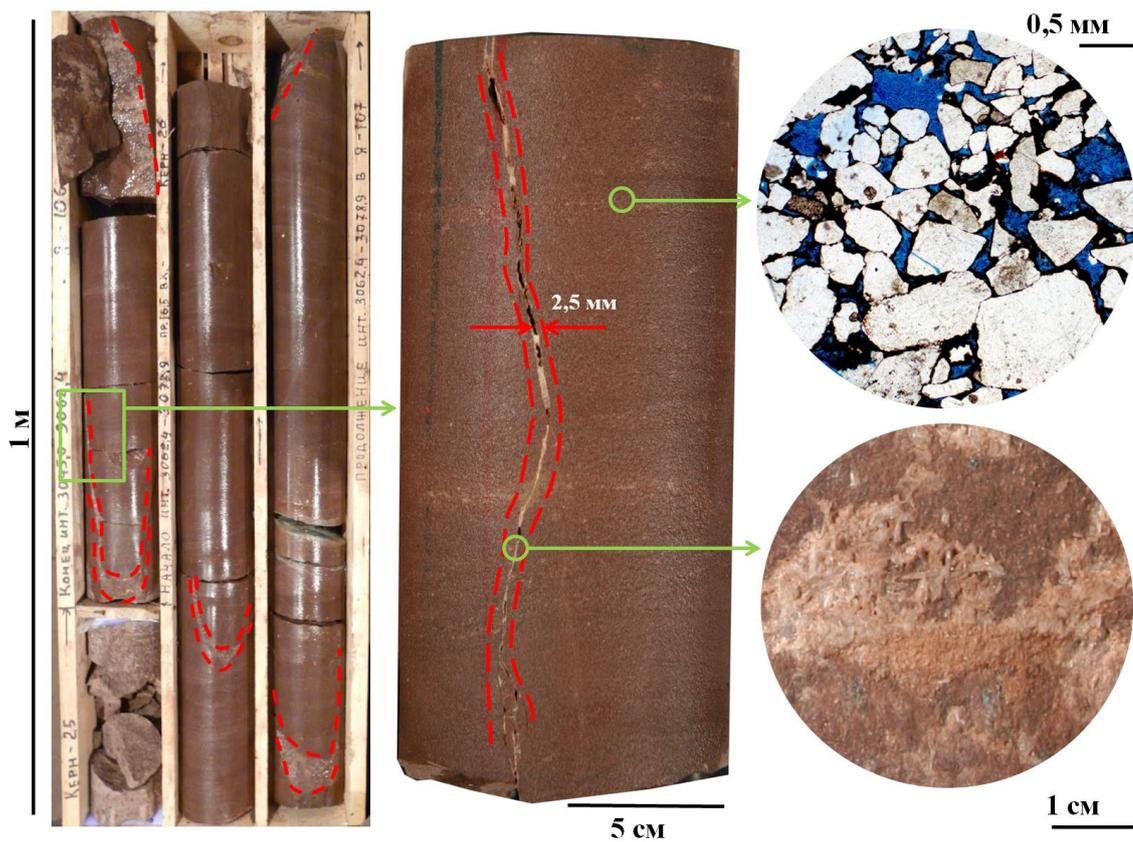


Рисунок 3 – Протяженные субвертикальные раскрытые частично минерализованные трещины, пересекающие тонкие поровые гранулярные коллекторы

Глава 6. Прогноз зон развития типов коллекторов позднедокембрийских отложений тасеевской серии в пределах Иркиннеево-Чадобецкого прогиба

Наиболее значительные притоки газа в пределах ИЧРП приурочены к природным резервуарам тасеевской серии. Закономерности распространения этих природных резервуаров определяются фациально-палеогеографическими условиями формирования тасеевских отложений.

Проведенные литолого-фациальные исследования показали, что песчано-гравийные тела, которые были вскрыты в разрезах скважин Абаканская и Берямбинская, имеют аллювиальную природу. Эти тела, периодически чередуясь в разрезах с глинистыми пачками, формируют коллекторскую часть тасеевского природного резервуара.

Суммарная толщина прослоев песчано-гравийных тел отложений тасеевской серии изменяется от 0 до 70 м.

Фациальная природа пород-коллекторов тасеевского природного резервуара обуславливает высокую степень их латеральной и вертикальной изменчивости. Для этого резервуара характерно линзообразное строение, определяемое чередованием высокоемких

песчано-гравийных отложений временных потоков и глинистых отложений пойменной равнины. Толщина отдельных песчаных пропластков в отложениях тасеевской серии составляет от 0,2-0,5 м до 6-7 м. По комплексу литолого-геофизических данных в разрезе скважин, вскрывающих эти отложения, выделяется до 21 коллекторского прослоя, которые были прослежены в объеме тасеевского резервуара по всей территории Иркинеевского рифта. Максимальные значения толщин песчаных прослоев приурочены к зоне, протягивающейся в субширотном направлении вдоль современного течения р. Ангары. Сокращение мощности песчаных прослоев прослеживается по направлению к бортам ИЧРП. Фациальные обстановки осадконакопления тасеевского времени определяют распространение поровых коллекторов, которое корректируется интенсивностью и направленностью вторичных изменений.

Для терригенных коллекторов тасеевской серии ИЧРП важнейшей составляющей фильтрационно-емкостной системы являются тектонические трещины. Прогноз зон распространения трещин основывался на результатах анализа трещиноватости по керну и реконструкции разломно-блоковой структуры ИЧРП.

Выделение разломно-блоковых структур проводилось на основе интерпретации материалов гравиразведки и магниторазведки в комплексе с топо- и космодешифрированием. Для выделенных относительно однородных ортогонально-блоковых и концентрических структур современного тектонического плана прослежена связь с поверхностными и погруженными структурами осадочного чехла.

Высокой степени детализации дешифрирования способствовало наличие разветвленной гидрографической сети, значительная контрастность топографического плана, а также весьма незначительное антропогенное воздействие на природные ландшафты. Это позволило закартировать совокупность линеаментов, относящихся к различным системам.

Проведенное картирование показывает весьма высокую насыщенность территории линеаментами различных типов, систем и рангов, отражающих значительную степень трещиноватости осадочных комплексов.

Закартированы 4 взаимно-ортогональных системы космо- и тополинеаментов, приуроченных к зонам высоких градиентов и смены знака аномалий гравитационного и магнитного полей, что указывает на их глубинное заложение и связь с раннедокембрийскими тектоническими элементами кристаллического фундамента, а также с трапповыми телами.

Выделенные в процессе анализа разломно-блоковой структуры линеаменты были проанализированы с позиций новейшей геодинамической обстановки территории с помощью структурно-геоморфологического метода реконструкции сдвиговых неотектонических напряжений. Применение структурно-геоморфологического метода позволило выделить

временных потоков. Емкостные характеристики пород-коллекторов определяются структурно-текстурными особенностями пород, их вещественным составом, а также интенсивностью и направленностью вторичных изменений. Фильтрационные характеристики природного резервуара определяются, главным образом, системой субвертикальных трещин, трассирующихся в рифей-вендских отложениях ИЧРП.

Зоны повышенной продуктивности в отложениях тасеевской серии в пределах ИЧРП связаны с областями современного геодинамического растяжения, сформированными в результате сдвиговых разнонаправленных деформаций осадочного чехла.

Заключение

В результате проведенных исследований было выявлено, что терригенные породы-коллекторы тасеевской серии относятся к поровому и порово-трещинному типам.

Породы-коллекторы представлены литотипами: гравелиты мелкообломочные железистые; песчаники разномзернистые железистые; песчаники крупномзернистые железистые; песчаники среднезернистые гравелитистые железистые; песчаники среднезернистые железистые; песчаники мелко-среднезернистые железистые; песчаники мелкозернистые алевритистые железистые.

По данным петрофизических исследований коэффициент пористости изменяется от 2-3 до 17-19%. Исследования структуры пустотного пространства в прокрашенных шлифах позволили установить, что пустотное пространство занимает от 0,5-1% до 30% объема пород. При этом размер пустот составляет от 0,03 мм до 6 мм. Поры в основном имеют удлиненные очертания, преобладающее соотношение минимального и максимального размеров пор составляет 0,5-0,7. Удельные значения площади пор в основном находятся в пределах от 10-1 до 1 мм².

Породы-коллекторы терригенных отложений тасеевской серии позднего рифея сформировались в континентальных условиях аллювиально-пойменной равнины. Песчано-гравийные разности, с которыми связаны максимальные значения пористости, приурочены к отложениям временных потоков, возникших в периоды таяния позднерифейских ледников.

Фациальная природа пород-коллекторов обуславливает высокую степень их латеральной и вертикальной изменчивости. Для позднерифейского терригенного природного резервуара характерно линзообразное строение, определяемое чередованием высокочемких песчано-гравийных отложений временных потоков и глинистых отложений пойменной равнины. Толщина отдельных песчаных пропластков в отложениях тасеевской серии составляет от 0,2-0,5 м до 6-7 м. Максимальные значения толщин песчаных прослоев приурочены к зоне, протягивающейся в субширотном направлении вдоль современного

течения р. Ангары. Сокращение мощности песчаных прослоев прослеживается по направлению к бортам ИЧРП. Фациальные обстановки осадконакопления тасеевского времени определяют распространение поровой составляющей пород-коллекторов.

Для терригенных пород-коллекторов тасеевской серии ИЧРП важнейшей составляющей фильтрационно-емкостной системы являются тектонические трещины. По всему разрезу тасеевской серии прослеживается система субвертикальных трещин с разной степенью раскрытости. По стенкам трещин в отдельных участках отмечается интенсивная минерализация железистым магнезитом и сидеритом. Раскрытость трещин составляет от одного до нескольких миллиметров. Трещины пересекают различные литологические разности: как песчаные, так и глинистые.

Субвертикальные тектонические трещины сопровождаются ортогональными к ним горизонтальными с раскрытостью до нескольких миллиметров. Часть субвертикальных трещин имеет относительно малую протяженность – 10-20 см, переменную раскрытость и затухают вверх по разрезу. Кроме того в разрезе наблюдаются наклонные трещины, расположенные под углом к оси керна. Тектонические трещины часто пересекаются, что указывает на разновременность их образования.

Прогноз зон распространения трещин основывался на реконструкции разломно-блоковой структуры Иркиннеево-Чадобецкого прогиба. Закартированы 4 взаимно-ортогональные системы космо- и тополинеаментов, приуроченные к зонам высоких градиентов и смены знака аномалий гравитационного и магнитного полей, что указывает на их глубинное заложение и связь с раннедокембрийскими тектоническими элементами кристаллического фундамента, а также с трапповыми телами. По своей протяженности все линеаменты были разделены на линеаменты I порядка (наиболее крупные) и линеаменты II порядка (крупные и мелкие). Выделенные многочисленные линеаменты образуют сложную разломно-блоковую мозаику, в которой размеры отдельных блоков не превышают 1-2 км². Помимо относительно большого количества мелких блоков выделены более крупные элементы размером 32-34 км², ограниченные линеаменами различного простирания первого порядка.

Выделенные в работе крупные приповерхностные неоднородности разломно-блоковой структуры территории определяют зоны распространения и интенсивность тектонической трещиноватости осадочного чехла нефтегазоносных объектов изучаемой территории. Показано, что система трещин в разрезе рифей-вендских отложений, видимо, объединяет в единую гидродинамическую систему прослои пород с межгранулярным пустотным пространством и определяет широкий возрастной диапазон уровней продуктивности.

Выделенные в процессе анализа разломно-блоковой структуры линеаменты были проанализированы с позиций новейшей геодинамической обстановки территории. Применение структурно-геоморфологического метода позволило выделить области со сдвиговыми неотектоническими напряжениями, характеризующимися главными нормальными максимальными и минимальными сжимающими напряжениями (осями «сжатия» и «растяжения»), ориентированными ортогонально в горизонтальной плоскости. Зоны растяжения соответствуют интервалам максимальной проницаемости нефтегазоносных интервалов осадочного чехла.

На основании результатов комплексных литологических, космо-геологических и геодинамических исследований в пределах ИЧРП было выделено 8 зон развития порово-трещинных пород-коллекторов, наиболее перспективных для проведения геолого-разведочных работ с целью выявления газовых месторождений. Установлена взаимосвязь газоносности территории ИЧРП с областями современного растяжения земной коры. Выявлены наиболее перспективные участки, приуроченные к зонам растяжений.

Основные опубликованные работы по теме диссертации:

1. Постникова О.В., Соловьева Л.В., Коновальцева Е.С., **Пошибаев В.В.** Литологические особенности и условия формирования базальных отложений венда западного склона Байкитской антеклизы / Нефть, газ и бизнес, 2012, №12. - С. 26-36.
2. Постникова О.В., Фомичева Л.Н., Соловьева Л.В., **Пошибаев В.В.**, Коновальцева Е.С. Природные резервуары рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы: особенности строения и закономерности размещения / Геология нефти и газа, 2010, №6. - С. 54-64.
3. Сим Л.А., Постникова О.В., Постников А.В., **Пошибаев В.В.** Тектонофизические критерии прогноза месторождений газа Иркинеево-Чадобецкого палеорифта / Тезисы докладов X Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России», 10-12 февраля 2014 г.
4. **Пошибаев В.В.**, Сим Л.А. Возможная связь неотектонических напряжений и газоносности на некоторых месторождениях Приангарья / Современная тектонофизика. Методы и результаты. Материалы третьей молодежной школы семинара. – М.: ИФЗ, 2013. Т1, стр. 284-289.
5. **Пошибаев В.В.** Особенности строения, литофациальная характеристика и перспективы нефтегазоносности рифей-вендских отложений Иркинеево-Чадобецкого внутриконтинентального палеорифта / Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы: Материалы Второго Всероссийского симпозиума с международным участием и молодежной научной школы, посвященной памяти академиков Н.А. Логачева и Е.Е. Милановского / Под редакцией С.В. Рассказова, А.М. Никишина, С.П. Приминой. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2013. - Т.2. - стр. 25-28.
6. Постникова О.В., **Пошибаев В.В.**, Омельченко О.В., Китаева И.А., Кутукова Н.М. Результаты исследования минерального состава и структуры пустотного пространства продуктивных отложений рифея Байкитской антеклизы / Электронный сборник материалов Международной Балтийской школы-семинара петрофизическое моделирование осадочных пород «Петромодель», 2013, г. Санкт-Петербург, с. 1-3.
7. **Пошибаев В.В.**, Данилко Н.К., Козионов А.Е. Анализ разломно-блоковой структуры осадочного чехла в пределах Иркинеево-Чадобецкого палеорифта / Сборник тезисов Юбилейной X Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности» (газ, нефть, энергетика), 8-11 октября 2013 г., Секция 1 Геология, поиск и разведка газовых и газоконденсатных месторождений, М.: 2013, стр. 26-27.

8. Данилко Н.К., **Пошибаев В.В.**, Козионов А.Е. Результаты литолого-петрофизических исследований верхнерифейских терригенных пород-коллекторов Приангарья / Сборник тезисов Юбилейной X Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности» (газ, нефть, энергетика), 8-11 октября 2013 г., Секция 1 Геология, поиск и разведка газовых и газоконденсатных месторождений, М.: 2013, стр. 10-11.

9. Китаева И.А., Омельченко О.В., **Пошибаев В.В.**, Данилко Н.К. Особенности вещественного состава рифейских карбонатно-кремнистых отложений Байкитской антеклизы / Тезисы докладов Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Науки о Земле. Современное состояние», 28 июля – 4 августа 2013 г., р-ка Хакасия, учебный геологический полигон Шира.

10. Рахматуллина А.С., **Пошибаев В.В.**, Соловьева Л.В. Особенности строения и условия формирования рифейских кремнисто-карбонатных отложений Байкитской антеклизы / Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б.Рухина (Санкт-Петербург, 25-29 сентября 2012 г.). Том II. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2012. С. 181-182.

11. **Пошибаев В.В.** Типизация разрезов позднедокембрийских продуктивных отложений Иркинеево-Чадобецкого палеорифта юга Сибирской платформы / Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б.Рухина (Санкт-Петербург, 25-29 сентября 2012 г.). Том II. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2012. С. 177-178.

12. **Пошибаев В.В.**, Коновальцева Е.С., Омельченко О.В. Литологические исследования керн на современных программно-аппаратных комплексах / Балтийская школа-семинар: Петрофизическое моделирование осадочных пород «Петромодель-2013», 17-20 сентября 2012. С. 1-9.

13. **Пошибаев В.В.**, Изъюргов А.Д., Халиулов А.А. Оптические и электронно-микроскопические исследования структуры пустотного пространства и вещественного состава позднедокембрийских пород-коллекторов нефти и газа юга Сибирской платформы / Тезисы докладов XXIV Российской конференции по электронной микроскопии РКЭМ – 2012, 29 мая – 1 июня 2012 г., г. Черногоровка. С. 368-369.

14. Соловьева Л.В., **Пошибаев В.В.** Применение высокотехнологичного наукоемкого оборудования при структурно-вещественном моделировании пород-коллекторов нефти и газа / Тезисы докладов IX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» 20 января – 1 февраля 2012 г. Часть I. Секции 1-4. - С. 25-26.

15. **Пошибаев В.В.**, Изъюрлов А.Д. Особенности строения пород-коллекторов тасеевской серии юга Сибирской платформы / «Новые технологии в газовой промышленности»: тезисы докладов XIX Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов. Секция № 1- Геология, поиск и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, 4-7 октября 2011 г. - С. 19 – 20.

16. **Пошибаев В.В.** Типизация разрезов и особенности строения позднедокембрийских продуктивных отложений Иркинеево-Чадобецкого палеорифта юга Сибирской платформы / «Новые технологии в газовой промышленности»: тезисы докладов девятой Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов. Секция № 1- Геология, поиск и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, Москва, 4-7 октября 2011 г., С. 21-22.

17. **Пошибаев В.В.** Особенности строения позднедокембрийских терригенных продуктивных комплексов Иркинеево-Чадобецкого палеорифта / Ресурсно-геологические и методические аспекты освоения нефтегазоносных бассейнов: сб. материалов II Международной конференции молодых ученых и специалистов, ВНИГРИ, Санкт-Петербург, 3-9 октября 2011 г. - С. 100-107.

18. **Пошибаев В.В.**, Изъюрлов А.Д., Халиулов А.А. Строение, литологическая характеристика и закономерности распространения позднедокембрийских терригенных продуктивных комплексов Иркинеево-Чадобецкой рифтовой зоны / Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-ого Всероссийского литологического совещания. Казань, 26-30 сентября 2011 г. Том II. - С. 162-165.

19. Хаин Е.В., Постников А.В., Постникова О.В., Соловьева Л.В., **Пошибаев В.В.** Нефтегазоносность древних шельфов Палеоазиатского океана / Материалы Международной конференции «Неопротерозойские осадочные бассейны: стратиграфия, геодинамика и нефтегазоносность» (30 июля-14 августа 2011 г., Россия, г. Новосибирск) - С. 69-70.

20. **Пошибаев В.В.** Литология и петрофизика продуктивных отложений тасеевской серии Иркинеево-Чадобецкого палеорифта юга Сибирской платформы / Тезисы докладов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (8-11 февраля 2011 г., Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «ВСЕГЕИ»). – С. 1-5.

21. **Пошибаев В.В.** Литология и особенности структуры пустотного пространства отложений тасеевской серии Иркинеево-Чадобецкого палеорифта и прилегающих территорий / Сборник тезисов Пятой Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле. 29 ноября – 2 декабря 2010 г. Новосибирск. – С.1-3.

22. **Пошибаев В.В.**, Халиулов А.А. Литолого-петрофизические особенности верхнерифейских терригенных отложений южного борта Иркинеево-Чадобецкого палеорифта / Сборник докладов 2-ой межвузовской конференции по итогам учебных практик, 7 октября 2010 г., Геологический музей им. В.И. Вернадского. Москва, С. 30-34.

23. Постникова О.В., **Пошибаев В.В.** Разломно-блоковая модель южного склона Непско-Ботубинской антеклизы (На примере Ярактинского и Аянского месторождений) / Тезисы докладов VII Всероссийской научно-технической конференции "Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России", 1-3 февраля 2010 г., РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, Москва 2010 г. - С.48-49.

24. **Пошибаев В.В.** Особенности строения нижневендских продуктивных отложений Ярактинского природного резервуара / Перспективы развития нефтегазовой геологии: доклады Всероссийской конференции молодых учёных и специалистов, 10-13 ноября, 2009 г., Санкт-Петербург. - СПб.: ВНИГРИ, 2009. – С.1-8.