

На правах рукописи



ПОТАПОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

**СИКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НИЖНЕМЕЛОВОГО
КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ
СРЕДНЕМЕССОЯХСКОГО ВАЛА С БОЛЬШЕХЕТСКОЙ ВПАДИНОЙ И
ПРОГНОЗ СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ЛОВУШЕК**

Специальность 25.00.12 - Геология, поиски и разведка нефтяных
и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Тюмень - 2018

Работа выполнена в ООО «Тюменском нефтяном научном центре», Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Научный
руководитель: **Бородкин Владимир Николаевич** - доктор геолого-минералогических наук, заслуженный геолог, профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень.

Официальные
оппоненты: **Галкин Владислав Игнатьевич** - доктор геолого-минералогических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор, заведующий кафедрой геологии нефти и газа ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь

Касаткин Виктор Егорович - кандидат геолого-минералогических наук, начальник управления прогноза свойств продуктивных резервуаров, детализации и актуализации геологических моделей, филиал ООО ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень

Ведущая
организация: Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа - Югры Научно-Аналитический Центр Рационального Недропользования Им. В.И. Шпильмана, г. Тюмень

Защита состоится 11 декабря 2018 г. в 16:00 на заседании диссертационного совета Д 212.273.05 при ТИУ по адресу: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, ауд.113.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотечном информационном центре ТИУ по адресу: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72 и на сайте ТИУ www.tyuiu.ru

Автореферат разослан 27 октября 2018 г.

Отзывы, заверенные печатью учреждения, в 2 экземплярах просим направлять по адресу 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, Тюменский индустриальный университет, ученому секретарю диссертационного совета Д212.273.05. Факс 8(3452) 390-346, e-mail: semenovtv@tyuiu.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета



Т. В. Семенова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Объект исследования - отложения клиноформного типа раннемелового возраста на южном склоне Среднемессояхского вала в пределах Мессовского нефтегазоносного района (НГР).

Предмет исследования – литолого-стратиграфическая модель клиноформных отложений нижнемелового возраста как основа прогноза структурно-литологических ловушек углеводородов (УВ)

В настоящее время одним из основных потенциальных объектов прироста запасов УВ в Западной Сибири являются структурно-литологические ловушки в нижнемеловом клиноформном комплексе.

История геологоразведочных работ в этом направлении начинается еще с 90-х годов, когда были открыты первые крупнейшие месторождения УВ. С тех пор интерес к этому интервалу разреза только возрастал. Менее всего при этом оказались разведанными северные районы Западно-Сибирской низменности, в частности Среднемессояхский вал. Он располагается в северной части Западно-Сибирской низменности, на юго-западе Гыданского полуострова.

Актуальность темы диссертации с научной точки зрения определяется следующими причинами: в пределах Среднемессояхского вала открыты Восточно-Мессояхское и Западно-Мессояхское нефтегазоконденсатные месторождения, следовательно, высокие перспективы нефтегазоносности объекта можно считать доказанными; объект находится на территории сразу трех литолого-фациальных районов неокома, границы которых требуют детализации пространственного расположения; сложное конседиментационное развитие Среднемессояхского вала внесло значительные коррективы в классическую литолого-стратиграфическую модель клиноформного комплекса.

Актуальность темы диссертации в практическом плане определяется тем, что залежи УВ в неокомских отложениях – основной объект поддержания добычи в будущем в пределах Восточно-Мессояхского месторождения, где введен в эксплуатацию пласт ПК₁₋₃. Поиск, разведка и подготовка к эксплуатации запасов УВ должны производиться своевременно. Установление закономерностей распределения структурно-литологических ловушек в клиноформном комплексе с использованием сиквенс-стратиграфического моделирования, позволило решить эту задачу. Разработанная методика рекомендована к применению на объектах, расположенных в северных районах Западной Сибири.

Степень разработанности.

Проблемами изучения геологического строения и прогноза нефтегазоносности нижнемелового клиноформного комплекса занимались многие ведущие исследователи Западно-Сибирской плиты: В.Н. Бородкин, А.М. Брехунцов, В.В. Глебов, Ф.Г. Гурари, Н.П. Дещеня, С.В. Ершов, В.А. Казаненков, Ю.Н. Карагодин, В.А. Корнев, К.Н. Кунин, Н. Я. Кунин, О.М. Мкртчян, Г.П. Мясникова, А.А. Нежданов, В.В. Огибенин, Т. Ю. Павлова, А.А. Преженцев, О.А. Смирнов, В.В. Соседков, Р.Т. Трушкевич, Л.Я. Трушкова, В.С. Шелепов, В. В. Шиманский, В.И. Шпильман и многие другие геологи.

Изучению геологического строения Среднемессояхского вала посвятили свои труды С.Е. Агалаков, А.Н. Бабурин, В.А. Балдин, В.Н. Бородкин, А.М. Брехунцов, В.П. Игошкин, В.Е. Касаткин, А.Э. Конторович, В.А. Корнев, Н.М. Кулишкин, А.Р. Курчиков, В.А. Маринов, Б.В. Монастырев, И.И. Нестеров, И.Д. Сокол, Н.В. Танинская, Е.Р. Чухланцева и многие другие исследователи.

Ранее литолого-стратиграфическая модель изучаемого объекта предполагала развитие только прибрежно-морских отложений, что официально закреплено в «Стратиграфических схемах...» Этот факт являлся основным критерием прогноза структурно-литологических ловушек УВ и их площадного развития. Геологические модели были созданы в рамках циклической парадигмы формирования шельфовых пластов. Развитие глубоководных отложений прогнозировалось только на северо-западном склоне Среднемессояхского вала.

В результате бурения скважин и интерпретации сейсмических данных 3D на южном склоне установлена глубоководная природа развития песчаных тел, аналогичных ачимовским отложениям. Форма тел, глубина залегания и площадное развитие отложений контролируется палеогеографическими особенностями территории и имеет неклассическое строение.

В рамках диссертационной работы геологическая модель пересмотрена с учетом новых данных, полученных в период 2012-2016 гг. на основе метода сиквенс-стратиграфии, позволяющий моделировать строение клиноформных пластов в сложных геологических условиях.

Первые работы в рамках «сиквенс-стратиграфии» появились в 70-е годы двадцатого века (Vail et al., 1977). В 80-ые годы двадцатого столетия наиболее значимые результаты были получены Галловеем и Хобдеем (Galloway, 1989; Galloway, Hobday, 1983). В публикации Октавиана Катуняну (Catuneanu et al., 2009) приведены обобщающие данные об имеющейся теоретической информации и отображено единство подхода разных научных школ к сиквенс-стратиграфическим исследованиям. Данный подход хорошо зарекомендовал себя

при картировании структурно-литологических ловушек углеводородов в различных осадочных бассейнах. Впервые попытка сиквенс-стратиграфического моделирования нижнемелового осадочного комплекса Среднемессояхского вала была предпринята специалистами Halliburton Consulting & Project Management в 2012 году при седиментологическом изучении керна. Территория их исследования бала ограничена только рамками 3Д сейсмики обработанной на тот момент (1, 2, 3, 4, 5, 6 кубы), что в 5 раз меньше территории исследуемой автором. Результаты этой работы, частично опубликованные в открытой печати детально изучены автором и учтены при разработке авторской сиквенс-стратиграфической модели.

В модели, представленной в диссертации, учтено: индексация разреза неокома согласно стратотипу Уренгойского литолого-фациального подрайона (ЛФПР), что не было сделано ранее; автором учтены все скважины, пробуренные в период 2013-2017 года, где восстановление условий осадконакопления выполнено самостоятельно; новые сейсмические данные 3Д (8, 9, 10 куб), а так же 2Д сейсморазведочные данные.

Цели и задачи.

Основной целью исследований является создание детальной модели объекта, вписанной в региональную модель нижнемеловых отложений Западной Сибири, прогноз структурно-литологических ловушек, оценка ресурсного потенциала объекта.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: уточнена стратиграфическая модель объекта – обоснование границ сиквенсов; изучены палеогеографические особенности формирования отложений; изучены фильтрационно-емкостные характеристики выделенных фаций; определены фации-резервуары, фации-покрышки, фации-толщи рассеивания; выявлены закономерности их распределения; обоснованы границы пластов с учетом данных керна, ГИС, сейсмических данных; определены критерии прогноза структурно-литологических ловушек УВ и составлены схемы перспективных объектов; выработаны рекомендации по дальнейшему проведению поисково-разведочных работ.

Научная новизна.

Доказано, что в районе южного борта Среднемессояхского вала нижнемеловые отложения представлены клиноформным разрезом Уренгойского ЛФПР, строение которого контролируется палеорельефом. Разработана сиквенс-стратиграфическая модель отложений нижнего мела в пределах Среднемессояхского вала, охватывающая зону сочленения с Большехетской

впадиной. Разработана методика построения карт фациальных ассоциаций, имеющих закономерное распространение по площади и разрезу, на основе чего сформулированы критерии прогноза структурно-литологических ловушек УВ. Обосновано выделение границ литолого-стратиграфического выклинивания пласта с учетом данных керна.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы заключается в разработке для объекта исследования сиквенс-стратиграфической модели и в определении на ее основе критериев прогноза структурно-литологических ловушек УВ.

Практическую значимость имеют следующие разработки: схемы перспективных объектов пластов БУ₁₆₋₁₉, рекомендации по геологоразведочному и поисковому бурению, база данных для построения трехмерной математической модели объекта. Результат моделирования и прогноза внедрен в программу геологоразведочных работ на период 2018-2023 гг. в пределах Восточно-Мессояхского лицензионного участка.

Методология и методы исследования.

В работе реализованы методы выделения, картирования и прогноза нефтегазоносности ловушек в трехчленном резервуаре (А.М. Хитров, В.Д. Ильин, П.Т. Савинкин), методы моделирования клиноформ (К.Е. Закревский, Н.В. Насонова, А.А. Нежданов), сиквенс-стратиграфическое моделирование (Н.W. Rosamentier, P.R. Vail, O. Catuneanu), метод ихнологии для определения поверхностей несогласий (Д. Пембертон), комплекс специальных методик фациального анализа (Т. Н. Малярова, Е.Ю. Барабошкин, Г.-Э Рейнек, И.Б. Сингх, В.П. Алексеев и др.).

Автором: разработана система фациальной зональности, в пределах которой доказана закономерность распределения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС); разработаны критерии прогноза литологических ловушек; выполнено электрофациальное моделирование на основе заданной системы; построена сиквенс-стратиграфическая модель пластов БУ₁₅-БУ₂₀; выделены границы эрозионных несогласий по крену и вписаны в сиквенс-стратиграфическую модель, обоснована их значимость для геологической модели пласта; выполнена корреляция скважин, прогноз коллекторских свойств с учетом полученных данных; выполнена оценка подтверждения прогноза по данным бурения 2017 года; рекомендована программа геолого-разведочных работ на период 5 лет, перенос полученных закономерностей в 3Д модель объекта, применение апробированных методик на соседних территориях.

Положения, выносимые на защиту

В пределах южного борта Среднемессояхского вала нижнемеловые отложения относятся к Уренгойскому ЛФПР и в нижней части имеют неклассическое клиноформное строение, контролируемое палеорельефом: западная граница распространения мощных песчаных тел ачимовского комплекса пластов БУ19-20 контролировалась палеовыступом морского дна.

Сиквенс-стратиграфическая модель обеспечивает надежный прогноз фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), сохраняя закономерность в условиях неклассических клиноформ Среднемессояхского вала: каждый системный тракт состоит из последовательного фациального ряда: верхний/нижний пляж, предфронтальная зона, переходная зона, внешняя зона, склоновые шлейфы, подводные конуса, дно бассейна.

Корреляция клиноформных пластов с использованием ихнологического метода определения эрозионной поверхности обеспечивает прогноз дополнительных ловушек углеводородов: разделение пласта в отдельные линзы с обоснованием стратиграфического выклинивания.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности научных результатов большим объемом разнородной геолого-геофизической информации, единой базой данных с прилегающими территориями, комплексностью методов и способов реализации поставленных задач, высоким коэффициентом успеха скважин, законченными строительством в 2012-2017 годах. Работа является результатом исследований автора, проводимых на базе ООО «Тюменский нефтяной научный центр» в течение более 5 лет в рамках мониторинга Западно-Мессояхского и Восточно-Мессояхского месторождений. Лично автором проанализировано описание керна 83 поисковых и разведочных скважин, седиментологические колонки (39 скважин), результаты палеонтологических и палинологических исследований (40 скважин), данные по минерально-петрографическому составу пород, данные ГИС, результаты испытания скважин, данные по ФЕС, материалы региональных и площадных сейсморазведочных работ МОГТ 2D (7313 пог.км) и 3D (3430 км²), научно-исследовательские региональные работы (опубликованные материалы и фондовая литература), выполненные в период 2006-2015 гг. в пределах северных районов Западной Сибири (ОАО «Ямалгеофизика», ООО «ЛНТНГ «Петрограф», ИНГГСОРАН, ЗАО «СибНАЦ», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»).

Результаты проведенных исследований и основные положения диссертации докладывались и обсуждались: на международных конференциях (Новосибирск, 2015; Геленджик, 2017, Санкт-Петербург, 2018); на всероссийских конференциях

(Тюмень, 2012); на научно-технических советах ООО «ТННЦ», ПАО НК Роснефть, АО «Мессояханефтегаз», ООО «Газпромнефть НТЦ»

Результаты исследований опубликованы в 12 работах, в том числе 6 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, и содержит 137 стр. текста, 40 рис., 9 таблиц, библиография - 123 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, обозначен объект исследования, сформулирована цель исследования, обозначены задачи, научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе «Геологические особенности строения клиноформных отложений в зоне сочленения Среднемессояхского вала и Большехетской впадины» приведен краткий обзор истории вопроса изучения клиноформных объектов Западной Сибири, обозначены основные проблемы, требующие решения.

Выполнен анализ геолого-геофизической изученности и геологического строения Среднемессояхского вала: тектонические особенности, стратиграфическое расчленение разреза, литологические и палеогеографические особенности. Обозначены наиболее перспективные области обнаружения ловушек УВ в пределах развития Среднемессояхского вала на основе проанализированного материала.

Первое защищаемое положение: В пределах южного борта Среднемессояхского вала нижнемеловые отложения относятся к Уренгойскому ЛФПР и в нижней части имеют неклассическое клиноформное строение, контролируемое палеорельефом: западная граница распространения мощных песчаных тел ачимовского комплекса пластов БУ₁₉₋₂₀ контролировалась палеовыступом морского дна

Положение сформулировано в результате анализа всей имеющейся геолого-геофизической информации с учетом результатов работ других авторов, а так же на основании выполненных схем корреляций по скважинам, палеогеографических построений и увязки сейсмических данных 2Д, 3Д и региональных сейсмических профилей.

Клиноформный комплекс на юго-восточном склоне Среднемессояхского вала в связи с установленным Уренгойским типом разреза [5] представлен 3 маркирующими горизонтами: самбургским, урьевским, самотлорским. На основе данных региональных НИР под руководством Игошкина В.П. (2007 г.) в

нижнемеловом возрасте изучаемая площадь представлена мелководно-морскими отложениями. На основе детальных работ, проводимых в пределах Среднемессояхского вала, установлено несоответствие региональному представлению о строении нижней части нижнемеловых отложений на южном его склоне несколькими авторами, в том числе автором диссертации [5]:

- В.А. Мариновым с соавторами на основании прямых признаков (биостратиграфия) установлено, что на протяжении берриаса- начала раннего валанжина Среднемессояхский вал был островной частью с хвойно-гинкговыми лесами и папоротниковым подлеском. Далее произошло опускание территории, и остров оказался погруженным по воду.

- По данным литофациальных исследований в 2012 году специалистами «Halliburton Consulting & Project Management» в изучаемом интервале впервые определены фации подводных конусов выноса (X5, X8, X16). Глубоководный генезис отложений установлен по следующим критериям: состав и окраска пород, порядок следования в разрезе, вторичные изменения, цикличность, текстурно-структурные особенности, минеральный состав обломочных и аутигенных образований, характер включений, систематический состав и количественная характеристика окаменелостей, типы захоронения и т.д. Основные седиментологические признаки глубоководных отложений, обнаруженные в керне изученных скважин: полное отсутствие биотурбаций, включения интракластов сильноуглистых глин, циклы Боума турбидитных отложений.

- Гатина Н.Н., Гаврилов С.С. и другие в своей публикации в 2015 году спрогнозировали развитие песчаных тел турбидитов на основе седиментологического изучения керна 2012 года и сейсмических данных 3Д сезонов 2009-2013 в пределах зоны сочленения Среднемессояхского вала и Большехетской впадины.

- Автором диссертации в 2013-2015 годах фации турбидитов обнаружены в скважине X24, а фации глубоководных илов в скважине X74 (рис. 1). При анализе сейсмических разрезов (2Д+3Д) и палеовременных карт, построенных автором (рис. 1), было установлено, что Среднемессояхский вал на время формирования изучаемых пластов препятствовал распространению осадков на север. Группа пластов БУ₁₉₋₂₀, соответствующая стратотипу Уренгойского ЛФПР, представлена на ограниченной территории, а клиноформы, сформированные в это время, представлены неразвившейся склоновой частью и вытянутой вдоль вала ачимовской частью.

Конуса выноса локализуются в пределах палеовпадины, их границы контролируются границами палеорельефа морского дна. Еще одним отличием

является, то, что конус выноса не проградирует с омоложением отложений, а осадки наслаивались друг на друга до полного заполнения палеовпадины. В связи с установленными признаками глубоководных отложений построена новая модель геологического строения изучаемого объекта, закартированы границы предполагаемых конусов выноса и другие перспективные песчаные тела. Отложения пластов БУ₁₆₋₁₈ сформированы после нивелирования рельефа морского дна, когда Среднемессояхский вал, практически не влиял на распределение осадков. Клиноформное строение этого интервала так же подтверждается сейсмическими данными. В составе клиноформ пластов БУ₁₆₋₁₈ автором выделены все основные элементы: ундоформа, склон, фондоформа. Конуса выноса этого интервала пластов сформированы на северо-западе изучаемой территории.

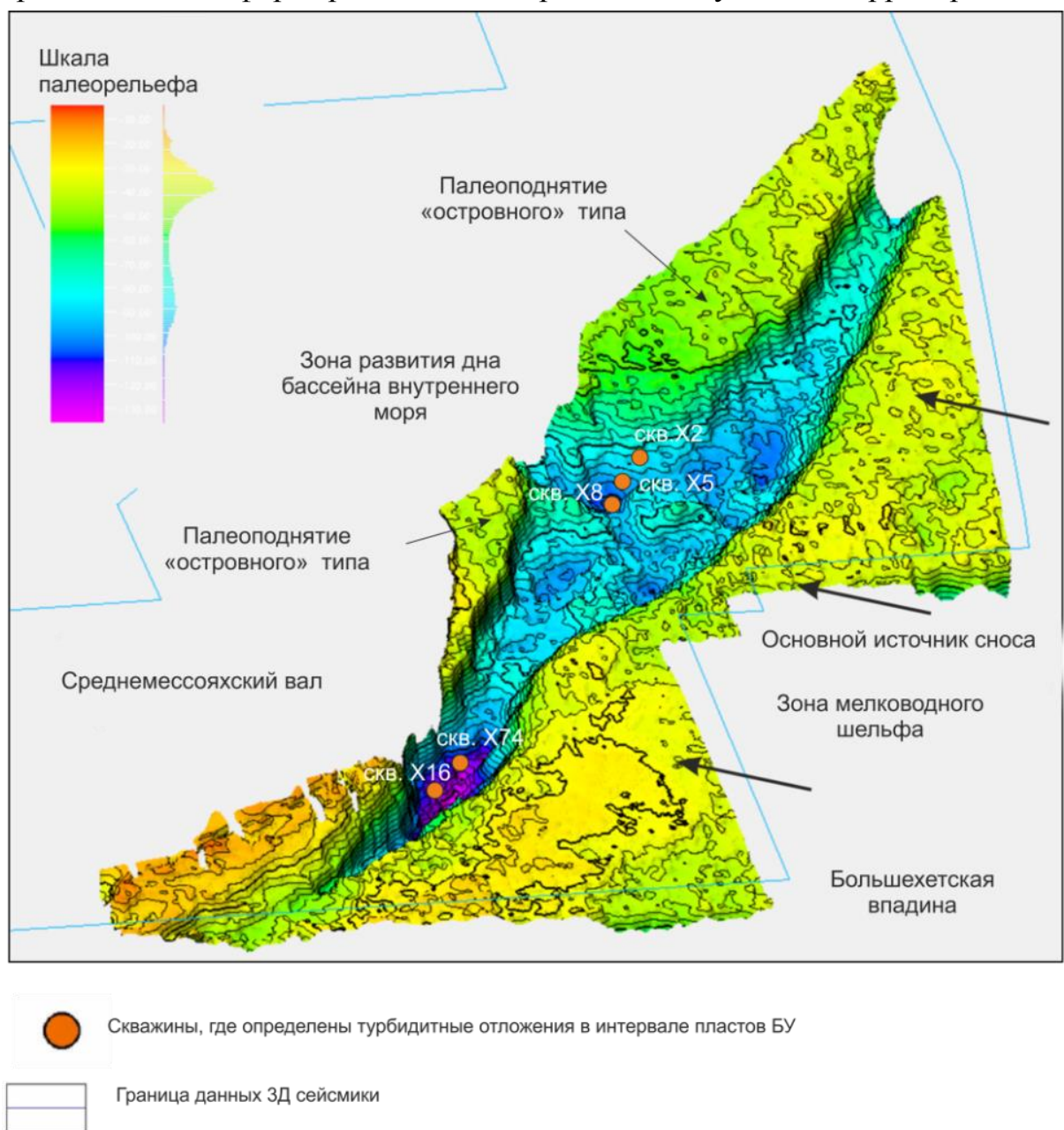


Рисунок 1 - Палеорельеф изучаемого комплекса

Во второй главе «Методологические приемы» детально описаны методики, которыми пользовался автор при исследовании объекта и построении модели. Обозначены основные термины сиквенс-стратиграфического и фациального анализа. Выполнена систематизация имеющихся представлений о фациях и сформирована таблица, на основе которой создана собственная шкала фациальных групп для дельтовых отложений [3]. Для дальнейшего анализа описаны электрометрические образы фаций.

В третьей главе «Сиквенс-стратиграфическая модель клиноформного комплекса в зоне сочленения Среднемессояхского вала и Большехетской впадины» последовательно описано решение задач моделирования: сбор и анализ первичной информации по скважинам (керна) и региональных данных; литофациальный и ихнофациальный анализ; выбор концептуальной модели и фациального ряда, обобщение литофаций в фациальные ассоциации; электрофациальный анализ; прослеживание границ сиквенс-стратиграфической модели по скважинам и сейсмическим данным; уточнение корреляции пластов по скважинам на основе границ сиквенсов; построение структурного каркаса; сейсмофациальный и атрибутный анализ.

Седиментологическое изучение керна в пределах Среднемессояхского вала проводилось в период 2011-2015 годов. Результаты для пластов БУ₁₆₋₂₀ содержатся в отчетах научно-производственных организаций, выполненных по заказу Недропользователя и опубликованы в научных изданиях. Для построения единой седиментационной модели исследуемого интервала выполнен анализ и обобщение первичной информации по 39 скважинам, разработана концептуальная модель формирования отложений.

Второе защищаемое положение: Сиквенс-стратиграфическая модель обеспечивает надежный прогноз фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), сохраняя закономерность в условиях неклассических клиноформ Среднемессояхского вала: каждый системный тракт состоит из последовательного фациального ряда: верхний/нижний пляж, предфронтальная зона, переходная зона, внешняя зона, склоновые шлейфы, подводные конуса, дно бассейна.

Автором разработана концептуальная модель формирования отложений. Для пластов группы БУ по керну установлены типы обстановок осадконакопления: дельтовый комплекс, приливно-отливная равнина, шельфовая часть, склоновая и глубоководная части морского бассейна. Сиквенс-стратиграфическая модель (генетический тип) в полной мере соответствует условию надежного прогноза ФЕС – наличие закономерности. Автором разработана шкала фациальных

ассоциаций, закономерно сменяющих друг друга в каждом системном тракте сиквенс-стратиграфической модели (таблица 1).

Таблица 1 - Фациальные ряды системных трактов сиквенса.

Фациальная ассоциация	Системный тракт/фациальный ряд			
	HST	LST	FSST	TST
Верхний/нижний пляж	Прибрежная равнина	Прибрежная равнина		Прибрежная равнина
Предфронтальная зона	Предфронтальная зона	Предфронтальная зона		эстуарий
Переходная зона	Переходная зона	Переходная зона		
Внешняя (дальняя) зона	Шельф	Шельф		мелкое море
Склоновые шлейфы			шельф	шельф
Подводные конуса			Турбидиты	
Дно бассейна	Пелагиаль		Пелагиаль	Пелагиаль
HST	Системный тракт высокого стояния уровня моря			
FSST	Системный тракт падения уровня моря			
LST	Системный тракт низкого стояния уровня моря			
TST	Трансгрессивный системный тракт			
BSFR	Базальная поверхность форсированной регрессии			
CC	Коррелятивная поверхность субаэральной эрозии			
MRS	Поверхность максимальной регрессии			
MFS	Поверхность максимального затопления			
SU	Поверхность субаэральной эрозии			

Граничные значение пористости и проницаемости для коллекторов, определены при подсчете запасов. В основе анализа лежат представления о трехчленном строении резервуара А.М. Хитрова и др., граничные значения для покрышки заданы по методике А. А. Ханина. Коллектор: граничные $K_p=11\%$, $K_{пр}=0,2\text{мДс}$; Покрышка: $K_{пр}=0,05\text{ мДс}$; Толща рассеивания включает в себя все остальные отложения, может содержать флюид, но не может отдавать его.

На основе полученных результатов (таблица 2) обозначены критерии для прогноза литологических ловушек: наилучшими коллекторскими свойствами обладают отложения, сформированные в ФА турбидитов и предфронтальной зоны пляжа; экранирующими свойствами могут обладать отложения ФА внешней (дальней) зоны, склоновых шлейфов и переходной зоны; толщи рассеивания принадлежат к ФА всех типов, но в большей степени представлены ФА склоновых шлейфов, предфронтальной зоны пляжа и внешней (дальней) зоны; ловушки литологического типа в изучаемой группе пластов, приурочены к зоне влияния волновых процессов в предфронтальной части пляжа, а так же связаны с формированием конусов выноса в глубоководной части.

Таблица 2 - Граничные значения для фациальных ассоциаций

Преимущественная зона	Граничное значение		Кп.ср.	Кпр.ср.	Кп. мк*	Кпр.мк*	ФА
	Кп	Кпр					
коллектор	≥ 11	> 0,2	11,37	2,20	15,55	0,20	Верхний/нижний пляж
			11,00	12,00	15,8	23,00	Предфр.зона пляжа -фаии баров и дельт
			17,38	6,78	18,3	5,94	Подводные конусы выноса
Толща рассеив.	< 11	0,01-0,2	11,00	12,00	9,57	0,07	Предфр.зона пляжа -фаии открытого моря
			5,39	0,08	10,6	0,10	Переходная зона
			6,92	0,39	7,53	0,07	Склоновые шлейфы
			6,07	0,05	7,19	0,21	Внешняя зона
покрышка	< 11	< 0,01	нет данных			Дно бассейна	

*Значения в точке макс. концентрации на графике зависимости Кп/Кпр

Для построения сиквенс-стратиграфической модели на данных скважин и сейсмоки определены все виды поверхностей системных трактов. Осуществлен прогноз ФА по данным ГИС в тех интервалах, где отсутствует отобранный керн: разрез проинтерпретирован по фациальному ряду с учетом электрометрических моделей обозначенных в главе 2 и адаптированных к ФА. Таким методом были проинтерпретированы 83 скважины в интервале клиноформных пластов БУ₁₆₋₂₀.

Третье защищаемое положение: Корреляция клиноформных пластов с использованием ихнологического метода определения эрозионной поверхности обеспечивает прогноз дополнительных ловушек углеводородов: разделение пласта в отдельные линзы с обоснованием стратиграфического выклинивания.

Корреляция пластов выполнена на основе сиквенс-стратиграфического моделирования. В пределах одного системного тракта выделены фациальные серии, отождествляемые с одним пластом. Границы субаэральной эрозии в используемой модели играют главную роль при разделении системных трактов НСТ/ЛСТ/ТСТ. Обнаружение границы несогласия, свидетельствует о смене системного тракта, следовательно, существует возможность наличия стратиграфического экрана и литолого-стратиграфической ловушки.

Метод определения границы субаэральной эрозии и трансгрессии - выявление комплекса Glossifungites (Diplocraterion, Skolithos и Thalassinoides), который является признаком заполнения бассейна уплотненными породами в

течение продолжительного времени после эрозии. Выявление ходов илоедов относится к методам ихнофациального анализа (Пембертон, Бижу-Дюваль и др.).

При анализе керна в ФА прибрежной равнины скважины X5 в интервале глубин 2803-2812 обнаружены ходы *Skolithos* и *Thalassinoides*, что подтверждает наличие субаэральной эрозии и свидетельствует о необходимости разделения фациального ряда в разные системные тракты. Пласт, который ранее считался единым объектом, разделен на 2 линзы БУ₁₆ и БУ₁₆₋₀ (рис. 2), что позволило обосновать различный уровень водонефтяного контакта (ВНК) в скважинах X7 и X5 (разница 118 метров), расположенных в 8 км друг от друга и выделить перспективные объекты.

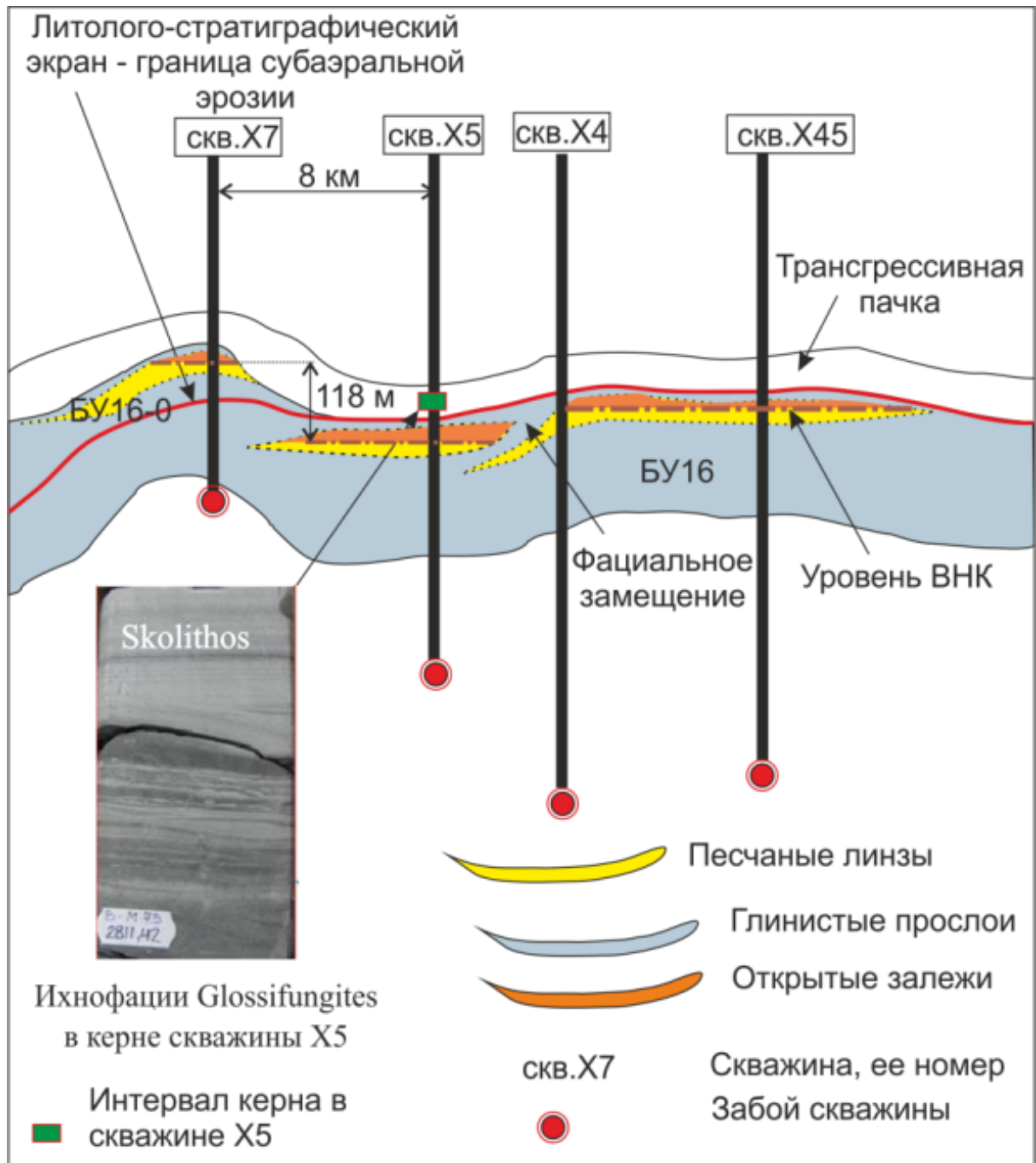
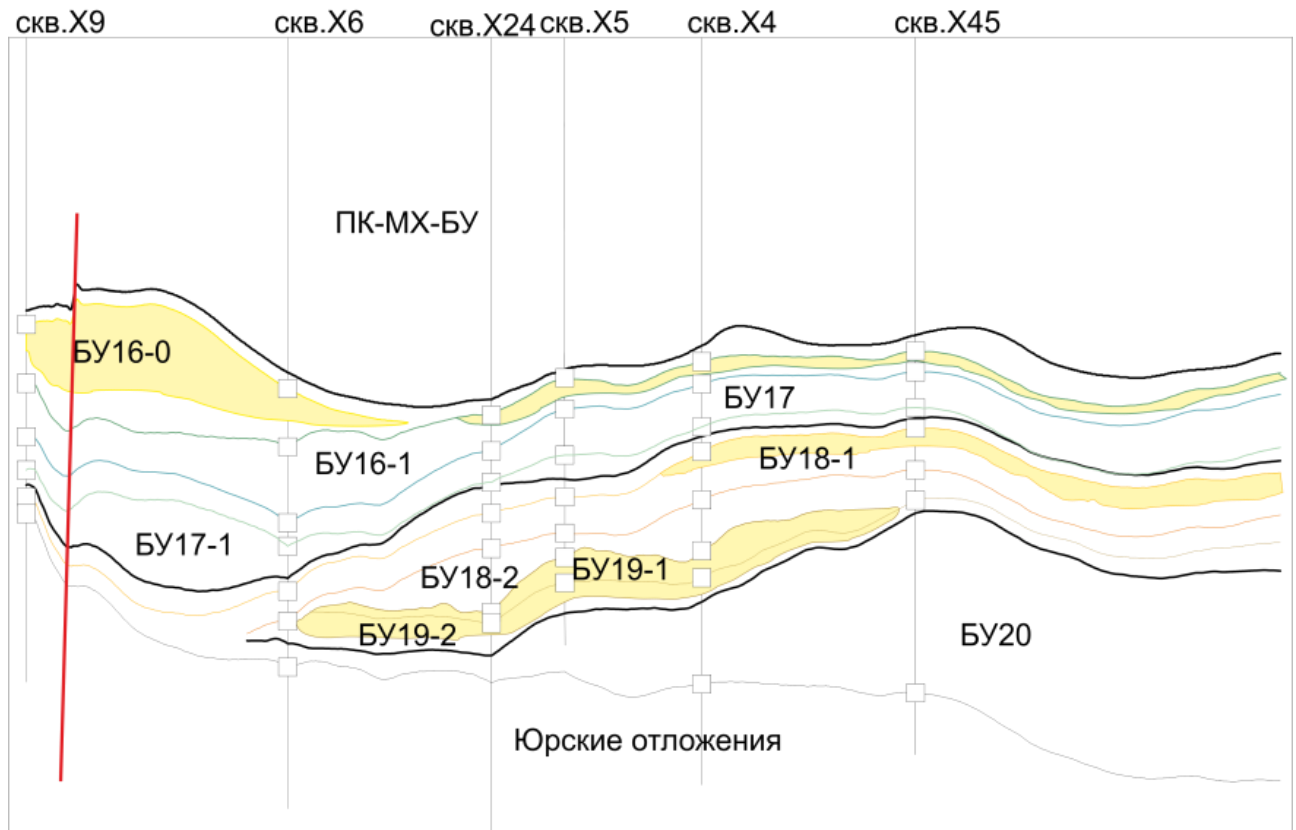





Рисунок 2 - Учет эрозионной поверхности при корреляции

Для всех выделенных пластов построены структурные карты стратиграфической кровли. Основа для построения – сейсмическая корреляция, выполненная в ООО «ТННЦ» в пределах 3Д и 2Д сеймики и скорректированная с учетом сиквенс-стратиграфической модели.

На основе определенных критериев поиска структурно-литологических и структурно-стратиграфических ловушек выбраны перспективные пласты, для которых выполнен прогноз литологических свойств и выделение перспективных объектов (Рис. 3): БУ₁₆₋₀, БУ₁₆, БУ₁₈₋₁, БУ_{19-1ач}, БУ_{19-2ач}.



Условные обозначения

- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Граница трансгрессивных системных трактов (пластов) |  | Тектоническое нарушение |
|  | |  | Граница системных трактов высокого стояния уровня моря (пластов) |
|  | Граница системных трактов низкого стояния уровня моря (пластов) |  | |


 Перспективные интервалы на основе критериев выделения ловушек

Рисунок 3 - Выделение перспективных интервалов в разрезе

Итоговая прогнозная карта для каждого пласта включает в себя структурную карту с наложением на карту ФА (рис. 4). На карту вынесена характеристика по ГИС в скважинах для каждой фациальной зоны. Первоочередные ловушки и залежи рекомендуются к изучению в пределах

фациальных зон предфронтальной части пляжа и подводных конусов выноса. Риски на наличие коллектора распределяются в соответствии с таблицей 2.

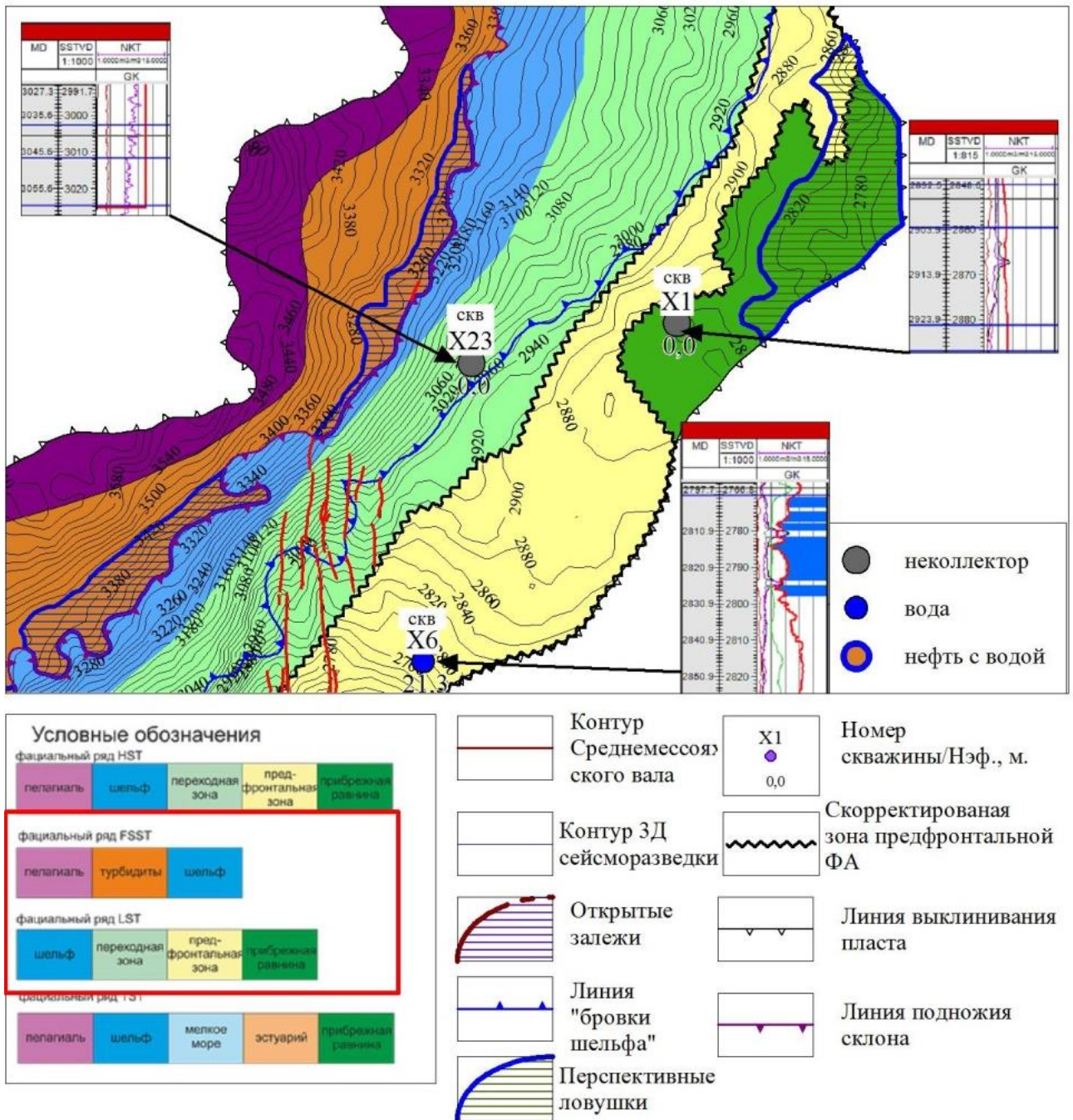


Рисунок 4 - Прогнозная карта пласта БУ16-0

В четвертой главе «Рекомендации по использованию результатов и анализ подтверждения прогноза» приведены рекомендации по индексации выделенных объектов с учетом выявленных объектов ачимовского типа. Выполнен анализ эффективности бурения 2014-2017 годов, приведена характеристика прогнозных объектов, вскрытых скважинами 2017 года бурения, и приведено описание созданной базы данных для дальнейшего 3Д моделирования объекта.

Сиквенс-стратиграфическая модель была построена в 2013 году, на основе полученного результата заложены скважины, которые пробурены в период 2014-2017 гг. Последний вариант модели скорректирован с учетом новой геолого-геофизической информации.

В период 2014-2017 годов все пробуренные скважины, запроектированные по рекомендации автора, дали промышленные притоки в исследуемом интервале. Прогнозные характеристики фациальных ассоциаций подтверждены скважинами при анализе керна и ГИС (рис. 5). Характеристика прогнозных объектов, приведена по новым скважинам, законченным бурением и испытанием в 2017 году, которые были запланированы на последний вариант модели.

Для дальнейшего изучения территории необходимо использовать данную модель строения резервуара. При этом по предложенной методике предлагается построить сиквенс-стратиграфическую модель вышележащих отложений неокома (пласты БУ13-15) и нижележащих отложений (пласты БУ20), для того, чтобы иметь полное представление о строении резервуара и выявить возможные пропущенные объекты.

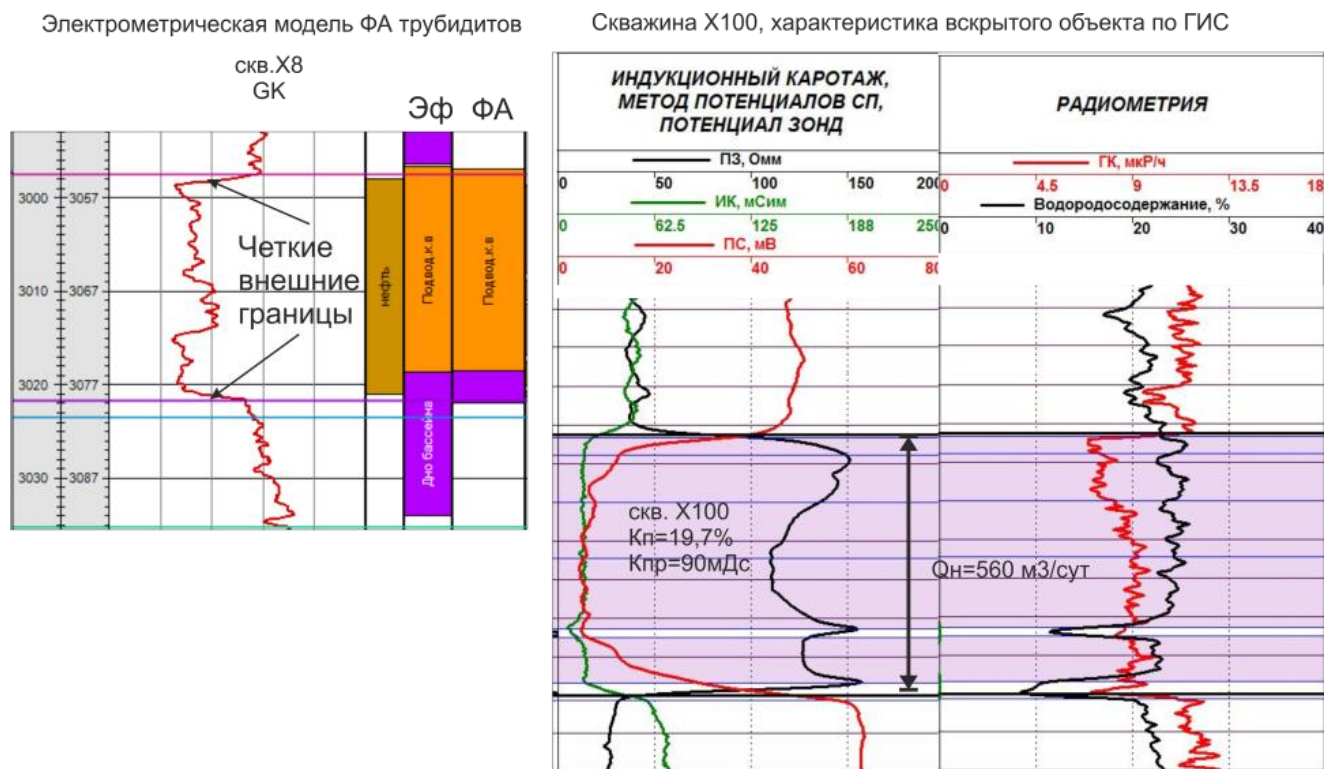


Рисунок 5 - Характеристика фациальной ассоциации подводных конусов выноса (турбидитов) по скважине X100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы основная задача – спрогнозировать границы литологических ловушек решена в полном объеме, в период 2012-2017 годов все пробуренные скважины, запроектированные по рекомендации автора, дали промышленные притоки в исследуемом интервале.

Результат моделирования и прогноза внедрен в программу геологоразведочных работ на период 2018-2023 гг. в пределах Восточно-Мессояхского лицензионного участка. Скорректированы точки заложения скважин.

С учетом полученного положительного опыта дальнейшие исследования в пределах Среднемессояхского участка направлены на создание сиквенс-стратиграфической модели выше- и нижележащих отложений. Это позволит достичь максимальных показателей приростов запасов нефти и газа со снижением затрат на изучение поисково-разведочным бурением.

Северный борт Среднемессояхского вала также исследуется с помощью предложенной методики – ограничением на этой территории является отсутствие в зоне развития клиноформ данных 3Д сейсморазведки. С учетом полученных данных на южном борту, в программу ГРП заложено проведение сейсморазведочных работ 3Д, после которых, через год запланировано бурение скважин на перспективные объекты, выделенные по данным 2Д. Положение скважин будет уточнено с использованием сиквенс-стратиграфической модели, построенной на данных 3Д.

Перспективным направлением исследования является подтверждение выявленных закономерностей ФЕС промысловыми данными после разбуривания объекта эксплуатационной сеткой и создание трехмерной модели, которая может использоваться с целью более точного определения параметров пласта (Кп, Кпр) и дальнейшего подсчета запасов уже открытых залежей в пределах изученного интервала.

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Малеванная, Е.А. (Потапова Е.А.) Применение сейсмофациального анализа при изучении распределения коллекторов на примере месторождения Широкого Приобья / Малеванная Е.А. (Потапова Е.А.), Финогенова А.С. // Нефтяное хозяйство. -2011. - №4. -С. 33-35
2. Потапова, Е.А. Выделение ловушек литологического типа пласта БУ₁₅ в пределах Восточно-Мессояхского лицензионного участка на основе литолого-фациального анализа/ Е.А. Потапова, Л.А. Дубровина// Нефтяное хозяйство. - 2014. - №1. - С. 30-32

3. Потапова, Е.А. Анализ и принципы унификации терминологии при построении литолого-фациальной карты пласта дельтового генезиса / Потапова Е.А. // Нефтяное хозяйство. - 2014. - №2. - С. 100-104
4. Потапова, Е.А. Реализация сиквенс-стратиграфического подхода для уточнения корреляции клиноформных пластов группы БУ на юго-восточном склоне Среднемессояхского вала / Потапова Е.А.// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. -2015. -№7. -С. 22-29.
5. Потапова Е.А. Проблемы стратификации отложений неокома в пределах Среднемессояхского вала и сопредельных территорий севера Западной Сибири. / Е.А. Потапова, А.Р. Курчиков, В.Н. Бородкин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. - №12. С. 4-14
6. Потапова Е.А. Типизация отложений пластов БУ15-20 в пределах Среднемессояхского вала на основе петрофизического анализа керна и фациального анализа с целью прогноза наличия коллектора. / Е.А. Потапова // Нефтепромысловое дело. – 2017. - №11. – С. 5-13

Статьи по теме диссертации, опубликованные в прочих изданиях:

7. Потапова Е.А. Способы улучшения результатов сейсмофациального анализа при геометризации залежей в карбонатных коллекторах / Потапова Е.А.// Проблемы развития нефтяной и газовой промышленности Сибири: Сборник тезисов докладов XVII научно-практической конференции молодых ученых и специалистов ТюменНИИгипрогаза. -2012. -С 48-50
8. Пухарев, В.А. Применение классификационных алгоритмов при седиментологическом моделировании / Пухарев В.А., Потапова Е.А., Малиновская О.И. // Нефть и газ. Oil&Gas Journal Russia. -2012. -№1. -С.55-59.
9. Бородкин, В.Н. Ачимовская толща - один из главных объектов стабилизации добычи углеводородного сырья на Севере Западной Сибири. / Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Попов Ю.Л., Потапова Е.А. // Тезисы докладов восьмой Всероссийской научно-технической конференции (посвященной 100-летию со дня рождения Муравленко Виктора Ивановича) Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского Мегабассейна (опыт, инновации), - 2012, - т.2, С. 10-12
10. Потапова, Е.А. Решение задачи построения литолого-фациальной карты в пределах юго-восточного склона Среднемессояхского вала с целью прогноза перспективных объектов/ Потапова Е.А. // Международная научная конференция "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Гео-экология" СГУГиТ/ИНГГ СО РАН. Новосибирск. 27-30 апреля 2015 г.

11. Потапова, Е.А. Oil and Gas Content Analysis of the Tectonic Blocks of the Srednemessoyakhsky Shaft/ Е.А. Потапова, Л.А. Дубровина, Ю.В. Лошаченко // материалы XIX международной научно-практической конференции Гео-модель-2017, EAGE. – Геленджик, 2017. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=90897>
12. Потапова, Е.А. Substantiation of Sequence Stratigraphical Boundaries for Geological Modeling Considering Core-derived Unconformity Surfaces / Е.А. Потапова // материалы 8-й международной геолого-геофизической конференции и выставки Санкт-Петербург-2018, EAGE. – Санкт-Петербург, 2018. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=91511>