

На правах рукописи

КУРАСОВ Иван Андреевич

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКИХ
ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ
АКВАТОРИИ КАРСКОГО МОРЯ**

Специальность 25.00.12— геология, поиски и разведка
нефтяных и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук



Москва – 2015

Работа выполнена на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Научный руководитель: Доктор геолого-минералогических наук, доцент
Ступакова Антонина Васильевна

Официальные оппоненты: *Скоробогатов Виктор Александрович*
доктор геолого-минералогических наук
(директор Центра «Газовые ресурсы», ООО
«Газпром ВНИИГАЗ»)

Гаврилов Сергей Сергеевич
кандидат геолого-минералогических наук
(заведующий сектором сейсмологического
моделирования ФГУП «ВНИГНИ»)

Ведущая организация: *ОАО «ИГиРГИ»*

Защита диссертации состоится 27 ноября 2015 года в 16 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 501.001.40 при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Главное здание МГУ, геологический факультет, аудитория 608.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в отделе диссертаций Фундаментальной библиотеки по адресу Москва, Ломоносовский проспект, 27 и на сайте www.istina.msu.ru.

Автореферат разослан 20 октября 2015 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета



Карнюшина Е.Е.

Актуальность работы. Северная часть Западно-Сибирского бассейна и прилегающая акватория Карского моря представляют огромный интерес не только с точки зрения уже открытых запасов углеводородов, большая часть которых сосредоточена в крупных и уникальных месторождениях нефти и газа, но также и за счет неразведанных ресурсов углеводородов. Одним из объектов поисково-разведочных работ на нефть и газ является юрский комплекс, для которого остается еще много неясных вопросов, связанных в первую очередь с прогнозом полноты разреза юрского комплекса, области распространения коллекторских горизонтов как в центральной части бассейна, так и на его склонах, прогнозом свойств резервуара. Детальные комплексные исследования юрского комплекса севера Западной Сибири необходимы для прогнозирования строения юрских отложений и прогноза их нефтегазоносности на неразбуренных территориях и прилегающей акватории Карского моря. Эффективность геолого-разведочных и поисковых работ зависит от степени и детальности геологической модели юрского разреза, возможности наиболее достоверно реконструировать условия его формирования и вторичные преобразования в ходе геологической истории развития региона.

Цель работы – выявление зон развития перспективных резервуаров нефти и газа в юрском нефтегазоносном комплексе северной части Западной Сибири и прилегающей акватории Карского моря.

Для решения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Изучение строения юрского комплекса отложений по площади и в разрезе на основе исследования каменного материала скважин и обнажений, геофизических данных скважин, интерпретации региональных временных (BCP) и глубинных сейсмических разрезов.
2. Выделение регионально выдержанных интервалов разреза и основных несогласий. Выявление особенностей напластования пород и сейсмофаций для определения направлений сноса и реконструкции условий образования юрских отложений.
3. Выделение в разрезе единых трансгрессивных горизонтов юрских отложений и регрессивных толщ, изучение их строения и восстановление условий седиментации.
4. Построение карт мощностей для нижне-, средне- и верхнеюрских отложений северной части Западно-Сибирского бассейна и прилегающей части Карского моря. Оценка изменения мощности отдельных интервалов разреза за счет перерывов в осадконакоплении.
5. Реконструкции обстановок седиментации для ранне-, средне- и позднеюрского времени. Определение зон наиболее благоприятных для развития песчаных резервуаров, зональных и региональных покровов в разрезе.

6. Изучение состава, текстурно-структурных характеристик пород юрского возраста и определение их емкостно-фильтрационных свойств. Прогноз зон развития юрских резервуаров в северной части Западно-Сибирского бассейна

Основные защищаемые положения:

1. Юрский седиментационный комплекс формировался в условиях морской трансгрессии, на фоне которой существовали периоды регрессии моря и поступления большого объема осадочного материала в бассейн осадконакопления. Снос осадочного материала происходил как со стороны южной части Западной Сибири, так и, возможно, со стороны Северо-Карской плиты в Южно-Карскую впадину. Периодическое обмеление морского бассейна привело к формированию серии перерывов в осадконакоплении юрского комплекса, наиболее выраженные из которых могут быть связаны с раннеаленским и келловейским временем.
2. Смена обстановок седиментации от аллювиально-дельтовых до прибрежно- и мелководно-морских выразилась в цикличности строения разреза. Всего в юрском разрезе выделено восемь циклитов, каждый из которых содержит песчаные коллекторы и регионально выдержанные флюидоупоры. Коллекторские горизонты преимущественно аллювиально-дельтового генезиса формировались на завершающей регрессивной стадии формирования циклита и перекрывались морскими глинистыми отложениями, которые накапливались в периоды максимального затопления бассейна осадконакопления.
3. Анализ мощности, условий формирования и закономерностей распространения по площади юрских отложений позволил выделить зоны, перспективные для поиска углеводородов в юрском комплексе. Высокими перспективами обладают зоны развития аллювиально-дельтовых отложений в районе структур Уренгойского и Адерпаютинского валов и в Южно-Карской впадине, где следует ожидать структурные и литологические залежи углеводородов. Перспективны зоны развития прибрежно- и мелководно-морских отложений севера Западно-Сибирской депрессии, однако мощность песчаных интервалов разреза в этих зонах сокращается по сравнению с областью развития аллювиально-дельтовых отложений. В бортовых частях Западно-Сибирской депрессии, где резервуары юрского возраста часто отсутствуют в силу локальной эрозии песчано-алевритовой верхней части седиментационных циклитов, выделяются низкоперспективные зоны на поиски углеводородов в юрском комплексе.

Научная новизна. Геологическая интерпретация региональных сейсмических профилей позволила уточнить область распространения, сейсмо-стратиграфические и структурные особенности строения юрского комплекса северной части Западно-Сибирского бассейна и проследить их распространение в акваторию Южно-Карской впадины. Показана седиментационная цикличность в формировании юрского разреза. По скважинному материалу выявлены регионально выдержанные глинистые пласты, сформированные в периоды высокого стояния уровня моря и выполняющие роль флюидоупоров для нижележащих песчаных толщ. Эти пласты увязаны с сейсмическими разрезами и прослежены на всей изучаемой территории и акватории Южно-Карской впадины. По сейсмическим материалам сделано предположение о существовании дополнительного источника сноса осадочного материала в Южно-Карской впадине с севера, со стороны Северо-Карской плиты, помимо основного источника сноса с юго-востока.

Практическая значимость работы состоит в научном обосновании зон развития юрских резервуаров на севере Западно-Сибирского бассейна и в Южно-Карской впадине. Выделены зоны и интервалы разреза, наиболее благоприятные для формирования коллекторских горизонтов и флюидоупоров. Существование дополнительного источника сноса осадочного материала в Южно-Карской впадине может способствовать развитию зон с лучшими емкостно-фильтрационными свойствами в акватории, нежели чем на суше. В работе показаны зоны развития ловушек разного типа на склонах и в центральной части депрессии. Выводы и рекомендации в проведенной работе могут быть полезны для недропользователей, работающих в регионе, для обоснования геолого-разведочных работ в акватории Карского моря и для выбора участков для лицензирования.

Фактический материал и личный вклад. Для анализа строения и условий формирования юрского комплекса отложений лично автором была проведена интерпретация региональных сейсмических профилей общей протяженностью более 25 тысяч погонных километров. Региональные профили, часть из которых представлена в работе, увязаны со скважинным материалом. Для расчленения юрского разреза использовался каротажный материал по 79 скважинам, что позволило выделить преимущественно песчаные пачки и регионально выдержанные глинистые пласты и проследить их распространение от изученной бурением северной части Западной Сибири в акваторию Карского моря. Автором детально описан керн по 18 скважинам Арктического, Бованенковского, Заполярного, Нейтинского, Песцового, Тазовского и Ямбургского месторождений и отобраны образцы кернового материала. На базе имеющегося каменного материала автор провел детальные литологические исследования, которые включают в себя описания более 80 шлифов, микрофациальный анализ и анализ геофизических материалов скважин.

Апробация работы. Основные результаты докладывались на отечественных и международных совещаниях, семинарах и конференциях с 2011 по 2014 гг. Автор выступал с устными сообщениями на 2 международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2011), на международной конференции по арктическим бассейнам – 3P Arctic (Галифакс, 2011), «Ломоносовских чтениях» 2012 (МГУ, Москва), международной ежегодной конференции Американского геофизического сообщества AGU Fall Meeting 2012 (Сан-Франциско, 2012), IV научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Обеспечение эффективного функционирования газовой отрасли» (Новый Уренгой, 2014), международной конференции Arctic Days 2014 (Тромсо, 2014), молодежной научно-практической конференции «Моделирование газовых и нефтегазоконденсатных месторождений» (ООО Газпром ВНИИГАЗ, Москва, 2014).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ, 3 из которых на английском языке. В журналах, входящих в список Высшей Аттестационной Комиссии, издано три статьи.

Благодарности. Диссертационная работа готовилась на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Глубокую признательность автор выражает своему научному руководителю профессору Антонине Васильевне Ступаковой за постоянное внимание, поддержку и содействие в подготовке данной работы. Автор выражает особую благодарность Н.И. Коробовой, Т.А. Кирюхиной и Р.А. Хамидуллину за неоценимую помощь и консультации при подготовке работы, а также всем сотрудникам, принимавшим участие в арктических проектах кафедры: С.И. Бордунову, П.О. Голынчику, А.А. Сусловой, Р.С. Сауткину, Н.М. Кирюхиной, А.В. Каюковой. Искреннюю признательность автор выражает всем сотрудникам кафедры и аспирантам. Автор выражает признательность ведущим коллективам научно-исследовательских институтов и организаций, посвятивших многие годы изучению арктических бассейнов России: ФГУП «ВНИИОкеангеология», ФГУП «ВНИГРИ», ФГУП «СНИИГГиМС», ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «ВНИГНИ», ИНГГ СО РАН, ИПНГ РАН, ОАО «МАГЭ», ОАО «СМНГ», ОАО «АМНГР», ОАО «СибНАЦ», ОАО «Севморгео», ООО Газпром «ВНИИГАЗ», ОАО «НК Роснефть», ОАО «Газпром-нефть». Автор выражает особую благодарность сотрудникам ООО Газпром «ВНИИГАЗ» за оказанную поддержку при написании работы.

Объем и структура работы. Диссертационная работа содержит 136 страниц печатного текста, состоит из 4 глав, введения и заключения. Работа иллюстрирована 67 рисунками, а также 11 фотографиями. Список использованной литературы насчитывает 133 наименования.

Содержание работы

Глава 1. Очерк геологического строения северной части Западной Сибири

1.1. Физико-географический очерк и история изученности северной части Западной Сибири. В подглаве кратко описываются физико-географические условия и положение региона в Арктике. Изучение особенностей строения, состава и закономерностей распространения юрских отложений севера Западной Сибири началось с 40-х годов прошлого века и продолжается в наши дни. Наиболее изученной частью является сухопутная часть севера Западной Сибири, которая располагается на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. В меньшей степени изучена акватория Карского моря.

Большую роль в исследовании региона сыграли работы ФГУП «СНИИГГиМС», ЗапСибНИГРИ, ФГБУН «ИГИГ СО РАН», ФГУП «ВНИГРИ», ОАО «ИГИРГИ», ОАО «Газпром ВНИИГАЗ», ФГУП «ВНИГНИ», ОАО «СибНАЦ», ФГУП «ВСЕГЕИ», министерства природных ресурсов РФ, ОАО «МАГЭ», ФГУП «ВНИИОкеангеология», ФГУНПП «ПМГРЭ», ВНИИМоргео, ИПНГ РАН, ОАО «Севморгео», ОАО «АМНГР», ОАО «МАГЭ», ОАО «СМНГ» и других институтов и организаций.

1.2. Стратиграфия. Отложения юрской системы со стратиграфическим (при отсутствии триаса) и угловым несогласием залегают на породах палеозоя и развиты в пределах севера Западной Сибири повсеместно. Нижний (геттанг-тоарский ярусы) и средний (аален-батский ярусы) отделы представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и глин с прослоями углей. Келловей-верхнеюрские отложения представлены преимущественно глинистыми и кремнисто-глинистыми битуминозными породами. Перекрываются юрские отложения меловой толщей, имеющей клиноформенное строение.

1.3. Тектоническое строение. Наиболее крупные тектонические элементы севера Западной Сибири – Западно-Сибирская депрессия, Восточно-Приуральская зона прогибов, Енисей-Хатангский прогиб и зона поднятий Широкого Приобья. Западно-Сибирская депрессия, Восточно-Приуральская зона прогибов и Енисей-Хатангский прогиб – это наиболее прогнутые части осадочного бассейна, представляющие собой систему линейных прогибов рифтогенного генезиса, испытавших длительное компенсированное осадками погружение. В пределах таких сверхглубоких депрессий в результате различных тектонических процессов сформировались линейные инверсионные валы (Уренгойский, Ямбургский, Заполярный, Медвежий и другие) и прогибы.

1.4. История геологического развития. В истории развития севера Западной Сибири можно выделить несколько этапов: домезозойский, пермско-триасовый и юрско-кайнозойский. На домезозойском этапе Западно-Сибирский бассейн претерпел как процессы растяжения с образованием зон активного рифтогенеза, так и последующие процессы сжатия во время которых сформировались складчатые структуры байкальского, каледонского и герцинского возраста. В пермско-триасовый этап активно формировалась Западно-Сибирская

депрессия и происходили складчатые деформации. Юрско-кайнозойский этап – время синеклизного развития всего Западно-Сибирского бассейна с широким развитием аллювиально-дельтовых, прибрежно- и мелководно-морских терригенных отложений.

1.5. Нефтегазоносность. В настоящее время в юрском комплексе севера Западной Сибири открыто 20 месторождений углеводородов. Нефтегазоносность юрского комплекса связана с ниже-среднеюрскими и верхнеюрскими отложениями, существенно отличающимися друг от друга по характеру нефтегазоносности. Крупнейшие нефтяные залежи открыты в среднеюрских проницаемых пластах Ю₂₋₄ Уренгойского месторождения (геологические запасы нефти – 130,2 млн. т) и среднеюрских пластах Ю₂₋₇ Новопортовского месторождения (геологические запасы нефти – 277,8 млн. т). Крупнейшие газоконденсатные залежи открыты в среднеюрском проницаемом пласте Ю₃ Бованенковского месторождения (геологические запасы газа – 221 млрд. м³ (Строганов, 2004)).

Глава 2. Сейсмостратиграфические комплексы (ССК). В условиях определенного дефицита геолого-геофизической информации в северной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, одним из основных методов, который был использован в работе, является метод сейсмостратиграфии. Стратиграфическая привязка основных отражающих горизонтов была проведена с использованием данных скважин, выходов пород на поверхность и сопоставлением основных сейсмостратиграфических комплексов (ССК) с геологической картой и с учетом характерных особенностей волнового поля.

Юрский ССК (J) характеризуется слоистой толщей с яркими протяженными сейсмическими границами. Комплекс распознается по пачке низкочастотных средне- и высокоамплитудных отражений временной мощностью до 1-1,5 с. Нижняя граница представляет собой яркий горизонт, прослеживающийся по всему району исследований, связанный с подошвой юрского комплекса отложений, которые представлены терригенными породами различного возраста в зависимости от приуроченности к определенному типу тектонических элементов. Нижняя граница юрского СК в зависимости от возраста нижележащих отложений индексируется как ОГ А (юрский комплекс несогласно перекрывает палеозойские отложения), который характерен для бортовых частей бассейна (зоны моноклиналей и ступеней), или ОГ Ia (юрские породы согласно залегают на триасовом комплексе), распространенный в наиболее погруженных областях северной части Западной Сибири (Западно-Сибирская депрессия, Енисей-Хатангский прогиб, Восточно-Приуральская зона прогибов).

Верхняя граница представляет собой яркий горизонт, прослеживающийся по всему району, который связан с кровлей битуминозных глин бажендовской свиты (ОГ В). В северной части Западной Сибири юрский СК разделяется на три сеймоподкомплекса, отделенных друг

от друга отражающими горизонтами предположительно раннеааленского Т4 (J2a) и келловейского Т1 (J2c) возрастов (рис. 1).

Нижнеюрский сейсмостратиграфический подкомплекс контролируется в подошве ОГ Ia в центральной части бассейна или ОГ А на его бортах и Т4 в кровле и характеризуется параллельно-слоистыми, хаотичными, холмообразными и косослоистыми сейсмофациями. Для них характерна переменная интенсивность отражений, преимущественно слабая. Максимальные мощности данного подкомплекса выделяются в наиболее погруженных частях бассейна – Западно-Сибирской депрессии, Енисей-Хатангском прогибе и Восточно-Приуральской зоне прогибов, доходя до 0,4 с в Южно-Карской впадине и в районе структур Уренгойского и Адерпаютинского валов. В пределах Ямало-Гыданской седловины мощность несколько уменьшается (в среднем 0,3 с). В бортовых зонах северной части Западной Сибири нижнеюрский подкомплекс сокращается по мощности до полной потери его прослеживания, выклиниваясь на ОГ А по типу подошвенного налегания. Эти сейсмические характеристики прослеживаются вблизи архипелага Новая Земля, Пайхоя, Полярного Урала, Таймыра и Северо-Сибирского порога (рис. 2).

Разрез нижнеюрских отложений характеризуется циклическим строением и представляет собой чередование преимущественно песчаных и глинистых толщ, сформировавшихся в различных условиях осадконакопления. Косослоистые и холмообразные сейсмофации распространены в южной части рассматриваемой территории в районе Харампурского и Адерпаютинского валов и в Южно-Карской впадине и, возможно, сформированы в аллювиально-дельтовых обстановках осадконакопления. Субпараллельные сейсмофации отмечаются в Ямало-Гыданской седловине, части Южно-Карской впадины и Енисей-Хатангском прогибе и сформированы в условиях мелководно-морского шельфа.

В направлении с юго-востока от Уренгойского вала на северо-запад к Адерпаютинскому валу выделяются достаточно выдержанные проградационные клиноформенные тела. Такие же проградационные тела выделяются в Южно-Карской впадине, направленные с северо-запада со стороны Северо-Карской плиты на юго-восток. На поперечных профилях видны сейсмофации, напоминающие облик палеорусел с хорошо выраженной внешней нижней границей и плохо различимой внутренней структурой. Русловые фации характеризуются увеличением мощности в центральной части.

Направление проградационных тел свидетельствует о том, что основная масса осадочного материала, слагающего нижнеюрский подкомплекс, поступала из южной части

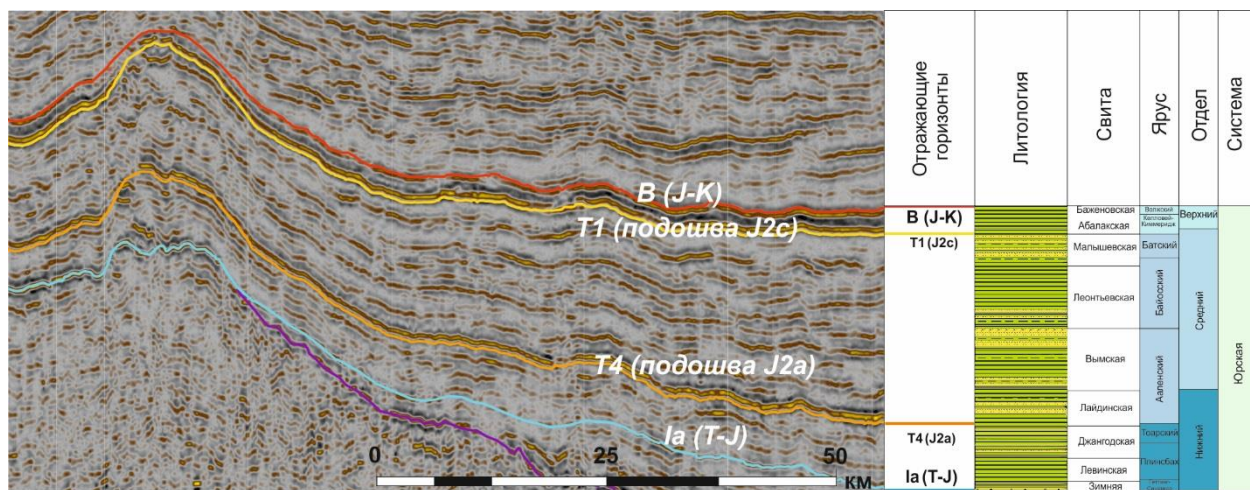


Рис. 1. Особенности строения юрского ССК

Западно-Сибирской плиты в северном и северо-западном направлениях, а также со стороны Северо-Карской плиты в юго-западном направлении. В обоих случаях источниками сноса могли быть древние палеореки и связанные с ними мощные аллювиально-дельтовые комплексы отложений.

Среднеюрский сеймостратиграфический подкомплекс (без келловей) согласно перекрывает нижнеюрский в пределах Западно-Сибирской депрессии, Енисей-Хатангского прогиба и Восточно-Приуральской зоны прогибов, а в бортовых зонах несогласно залегает на палеозойском СК. Данный подкомплекс характеризуется большей областью распространения, чем нижнеюрский, что может говорить о постепенном расширении юрского моря и вовлечении новых территорий в процессы накопления осадочного материала. В его строении выделяются горизонтально-слоистые, хаотичные, холмообразные и косослоистые сеймофации. Для них характерна переменная интенсивность отражений, преимущественно слабая. Максимальные мощности среднеюрского сеймостратиграфического подкомплекса, так же, как и нижнеюрского, выделяются в Западно-Сибирской депрессии в пределах Уренгойского и Адерпаютинского валов и в Южно-Карской впадине и достигают 0,5-0,6 с. В бортовых частях Западно-Сибирского бассейна мощности сокращаются до 0,1-0,2 с за счет выклинивания на ОГ А самых нижних горизонтов.

Разрез среднеюрского подкомплекса имеет идентичное строение нижнеюрскому и представлен чередованием преимущественно песчаных и глинистых толщ, сформировавшихся в различных обстановках осадконакопления. Хаотичные, холмообразные и косослоистые сеймофации распространены в южной части рассматриваемого района в районе Харампурского и Адерпаютинского валов и в Южно-Карской впадине и, возможно, связаны аллювиально-дельтовыми отложениями. Субпараллельные сеймофации

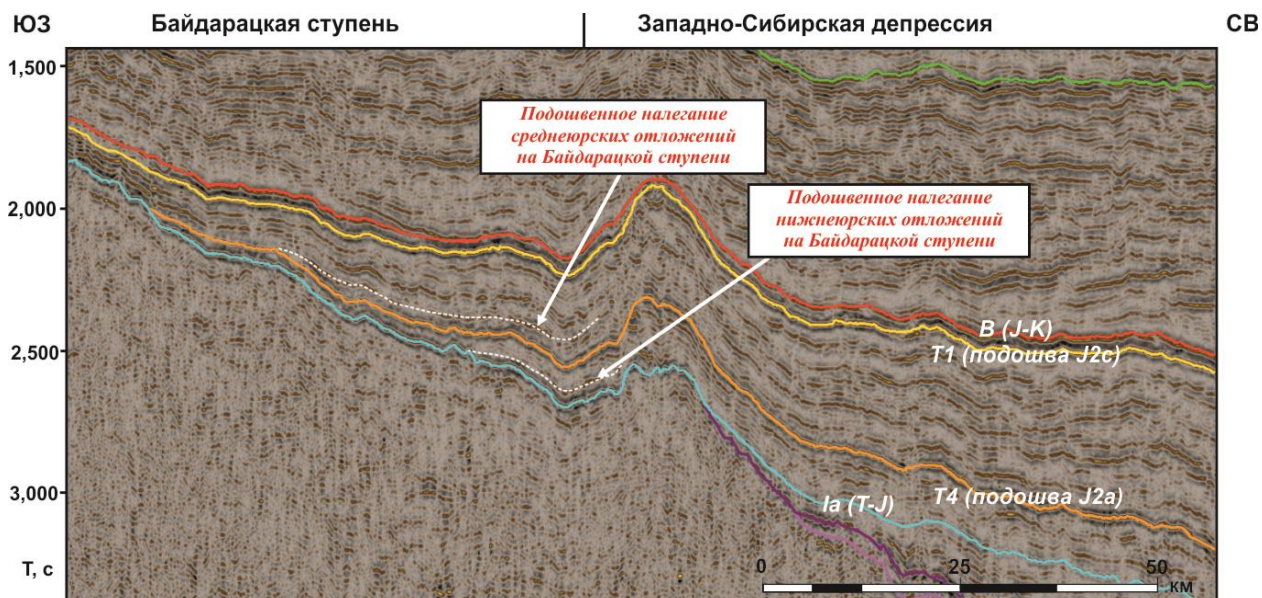


Рис. 2. Выклинивание ниже- и среднеюрских отложений на Байдарцкой ступени

выделяются в пределах Ямало-Гыданской седловины и в некоторых частях Южно-Карской впадины и соответствуют отложениям мелководно-морского шельфа.

В среднеюрском подкомплексе выделены проградационные тела, направленные в северном направлении от Уренгойского до Адерпаятинского валов. В Южно-Карской впадине проградационные тела направлены с северо-запада со стороны Северо-Карской плиты на юго-восток. Это может быть свидетельством того, что основная масса осадочного материала в среднеюрское время, как и в раннеюрское, поступала в этих направлениях.

Келловей-верхнеюрский сейсмостратиграфический подкомплекс ограничен в подошве ОГ Т1 и в кровле ОГ В. Для данного подкомплекса характерны преимущественно морские глинистые отложения. В бортовых зонах за счет выклинивания ниже- и среднеюрского подкомплексов отложения келловей-верхнеюрского подкомплекса несогласно залегают на палеозойских. На сейсмических профилях эти отложения соответствуют anomalously ярко выдержанным по площади отражениям. Мощность в среднем составляет 0,1-0,15 с. Для данного подкомплекса характерны параллельно-слоистые сейсмofации. В районе Русско-Часельского вала мощность отложений возрастает до 0,2-0,35 с, горизонтально-слоистые сейсмofации сменяются холмообразными и косослоистыми, что, возможно, говорит о смене обстановок осадконакопления с относительно глубоководно-морских на прибрежно-морские и аллювиально-дельтовые.

Таким образом, в составе юрского ССК выделяется три подкомплекса – ниже-, средне- и келловей-верхнеюрский. Они отделены друг от друга поверхностями возможных несогласий раннеалленского и келловейского возраста, которые соответствуют основным трансгрессивным стадиям развития бассейна. Их возраст определен по скважинным данным.

В ниже- и среднеюрском сейсмостратиграфических подкомплексах выделяются достаточно отчетливые проградационные тела, которые свидетельствуют о том, что основная масса осадочного материала поступала из южной части Западно-Сибирской плиты в северном и северо-западном направлениях, а также со стороны Северо-Карской плиты в юго-западном направлении в Южно-Карскую впадину. Максимальные мощности юрского ССК приурочены к наиболее погруженным участкам Западно-Сибирской депрессии, сокращаясь на ее склонах до десятков метров.

Глава 3. Строение юрского комплекса северной части Западной Сибири.

Скважинная корреляция юрского комплекса отложений проводилась вдоль линий основных региональных сейсмических 2D профилей. Анализ материалов бурения 79 скважин позволил провести детальную корреляцию юрских отложений. В основу корреляции было положено выделение регионально выдержанных пластов аргиллитов, соответствующих поверхностям максимального затопления. Эти горизонты выдержаны по площади на всей территории Западно-Сибирского бассейна и в других арктических бассейнах.

Цикличность строения осадочных толщ выражена направленными изменениями повторяемости слоев различного состава и текстурно-структурных признаков, связанными с циклами седиментации. Под *циклом седиментации* понимается процесс смены обстановок седиментации в геологическом времени. *Циклит* – это геологическое тело, являющееся вещественным результатом процессов, происходивших в течение седиментационного цикла. Основой анализа циклитов служит сравнительная литологическая характеристика отложений, образующих последовательный ряд (Вассоевич, 1974). Как минимум в циклите должно быть два слоя, которые называют элементами циклита. Основа методики выделения циклитов связана с представлениями о стадиях регрессивного, стабильного и трансгрессивного развития полного цикла осадконакопления. Это выражено сменой континентальных отложений переходными и, затем, морскими. В качестве основания выделения циклитов используется изменение гранулометрического состава. В данной работе за начало циклита были приняты глинистые пласты, образованные в этапы трансгрессий, так как они являются наиболее изохронными частями циклитов (Карагодин, 1980).

Корреляция предполагала анализ форм кривых каротажных диаграмм для определения изменения гранулометрического состава юрских отложений и выделения в нем циклитов по интервалам в несколько и десятков метров. За основу были взяты данные гамма-каротажа, нейтронного каротажа, потенциала собственной поляризации и сопротивления. Корреляция проводилась на основе работ В.С. Муромцева, а также ряда зарубежных авторов. Для подтверждения расчленения разреза по каротажу был проанализирован керн, проведены

макро- и микроописания, что позволило определить возможные обстановки седиментации для юрских отложений.

Интерпретация данных, полученных при изучении керна, проводилось на основе положений, опубликованных в работах А.А. Чистякова, исследовавшего четвертичные отложения. Также использовались работы М.К. Иванова, Ю.К. Бурлина, Г.А. Калмыкова, Е.Е. Карньюшиной, Н.И. Коробовой и Е.Ю. Барабошкина.

Периодически повторяющиеся регрессии на фоне общей трансгрессии моря нашли отражение в строении разреза, где преимущественно песчаные регрессивные толщи аллювиально-дельтового, и прибрежно-морского генезиса перекрываются глинистыми мелководно-морскими отложениями, выполняющими роль региональных флюидоупоров. В юрских отложениях выделены 8 циклитов. При этом четыре из них – в нижнеюрских, два – в среднеюрских и два – в келловей-верхнеюрских отложениях. Эти циклиты соответствуют нижне-, средне- и верхнеюрскому сейсмостратиграфическим подкомплексам (рис. 3).

Нижнеюрские отложения представлены толщей цикличного чередования песчаников, алевролитов и глин геттанг-тоарского ярусов. По характеру переслаивания в разрезе можно выделить четыре трансгрессивно-регрессивных циклита, каждый из которых начинается с регионально выдержанной глинистой пачки, а заканчивается преимущественно алевролито-песчаной пачкой. Исключением является лишь первый нижнеюрский циклит, который состоит главным образом из алевролито-песчаных пород.

Раннеюрские седиментационные циклы предполагаются, как преимущественно аллювиально-дельтовые и чаще всего связаны с континентальными и озерными фациями (Гурари, 2005). Они развиты практически повсеместно на изучаемой территории. Исключение составляет лишь первый нижний циклит, который соответствует нерасчленным геттангскому и синемюрскому ярусам, а также нижней части плинсбахского яруса. Эти отложения развиты только в глубоких депрессиях и на склонах бортовых зон северной части Западно-Сибирского бассейна.

Геттанг-синемюр-плинсбахский циклит. Циклит сложен чередованием песчаников, алевролитов и глин аллювиально-дельтового генезиса. По характеру переслаивания разнотекстурных пород, текстурно-структурным особенностям и типам каротажных кривых в них выделяются преимущественно песчаные русловые и глинистые пойменные отложения.

Плинсбах-тоарские циклиты. Отложения последующих трех циклитов начинаются с достаточно выдержанной по площади толщи глин, которая характеризует собой первую ясно выраженную трансгрессию на территории севера Западной Сибири (Гурари, 2005).

Мощность глинистой пачки варьирует от 20 м в разрезе скважины Западно-Новогодняя 210 до 40-50 м в скважине Тота-Яхинская 25, увеличиваясь в северном

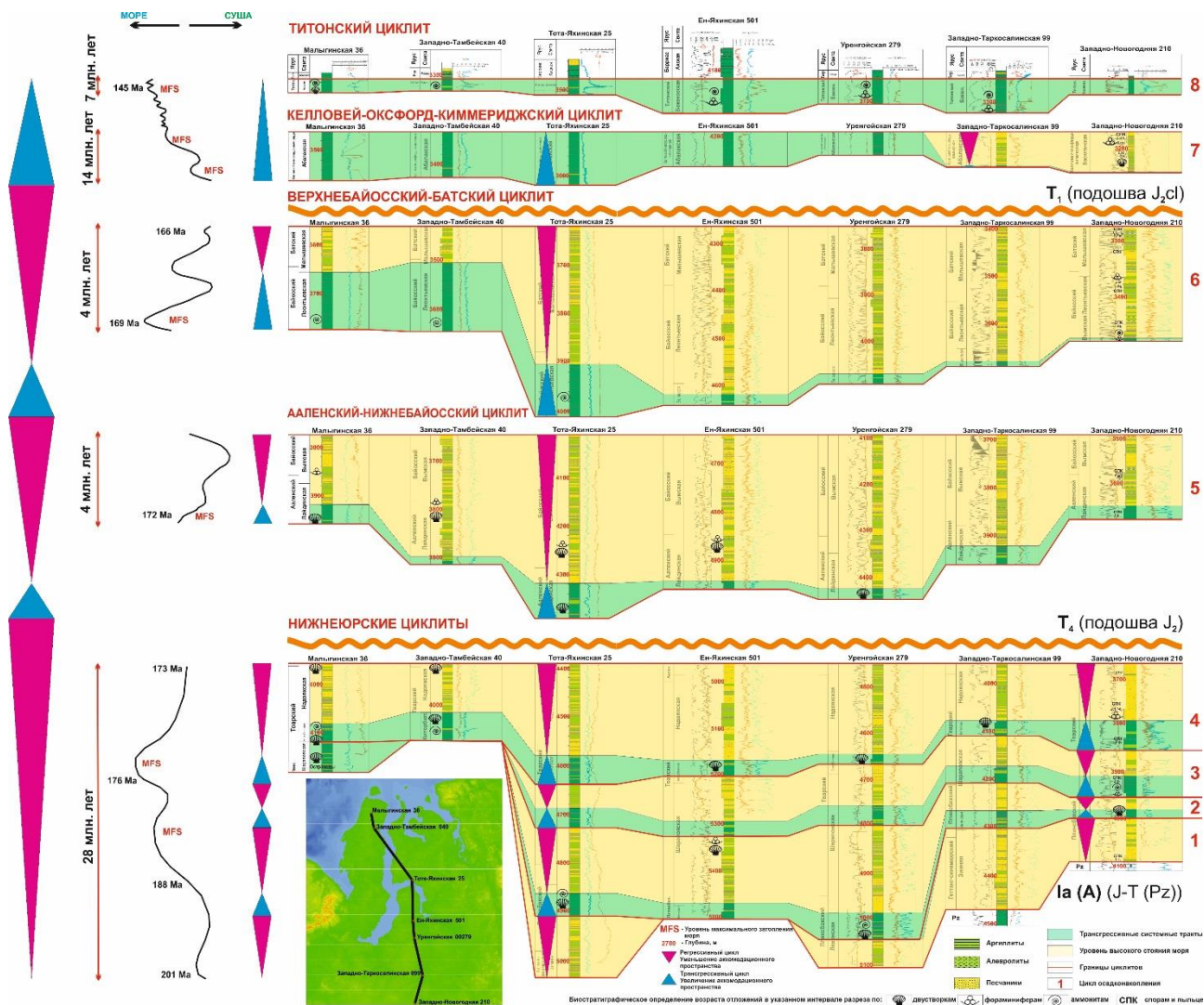


Рис. 3. Циклиты юрского комплекса северной части Западной Сибири

направлении. В низах тоарского яруса выделяется следующая регионально выдержанная глинистая толща, которая соответствует началу третьего циклита. Следующая трансгрессивная толща отмечена выше по разрезу. Это толща тонкоотмученных и битуминозных глин (30-40 м) с фауной, характерной для нормального морского режима (Конторович и др., 2013). Эта толща является как нефтематеринской, так и межрегиональным флюидоупором.

Верхние регрессивные части циклитов представлены аллювиально-дельтовыми алевролитами и песчаниками с прослоями глин и углей (скважины Западно-Новогодняя 210, Западно-Таркосалинская 99, Уренгойская 279, Ен-Яхинская 501). Севернее распространены терригенные отложения прибрежно- и мелководно-морского генезиса (скважины Тота-Яхинская 25, Западно-Тамбейская 40, Малыгинская 36).

Анализ мощностей, состава и строения отложений по многочисленным скважинам, интерпретация региональных 2D профилей, позволили восстановить обстановки седиментации (рис. 4).

В ранней юре началась региональная трансгрессия моря с востока, со стороны Енисей-Хатангского прогиба, и, возможно, с северо-востока, со стороны Северо-Карской плиты. Мелководно-морские обстановки осадконакопления в пределах изучаемого района существовали только на востоке бассейна, а именно в Енисей-Хатангском прогибе, а также в пределах Ямало-Гыданской седловины и возможно части Южно-Карской впадины. Во впадинах северной части Западно-Сибирского бассейна господствовали переходные обстановки осадконакопления дельтовой равнины, занимающей территорию от Адерпаютинского вала на севере до Уренгойского и Русско-Часельского валов на юге. Восточнее, в пределах Худосейской ступени, и западнее, в пределах Приуральской моноклинали, Щучьинского и Южно-Ямального выступа, Байдарацкой ступени, находились прибрежные равнины, периодически заливаемые приливно-отливными волнами. В южной части Западной Сибири существовала обширная аллювиально-дельтовая равнина. Крупная и протяженная речная система, по всей видимости, сформировала обширную аллювиальную равнину и дельтовую систему с мощностями нижнеюрских отложений до 700-800 м (рис. 4а).

Депозиты раннеюрских отложений (600-800 м) находились в центральной части изучаемой территории (район Уренгойского и Адерпаютинского валов) и в Южно-Карской впадине. Основные источники осадочного материала располагались на юге Западно-Сибирского бассейна. В качестве локальных источников могли выступать более приподнятые участки на бортах бассейна, а именно Полярный Урал, Пайхой, архипелаг Новая Земля, Таймыр и Сибирская платформа. Для мощной толщи нижнеюрских осадков Южно-Карской впадины по сейсмическим данным источником сноса могла являться приподнятая часть Северо-Карского бассейна, откуда в Южно-Карскую впадину впадала достаточно крупная речная система, образуя обширную дельтовую равнину.

Среднеюрские отложения представлены толщей чередования песчаников, алевролитов и глин ааленского, байосского и батского ярусов. По характеру переслаивания в разрезе можно выделить два циклита.

Аален-нижнебайосский циклит. Отложения данного циклита начинаются с достаточно выдержанной по площади толщи глин, которая характеризует собой ярко выраженную трансгрессию в раннеааленское время. С этой толщей связан опорный отражающий горизонт Т4, разделяющий нижне- и среднеюрский сейсмостратиграфические подкомплексы. В породах присутствует мелкий растительный детрит, морские двустворки и фораминиферы, установлена биотурбация (Конторович и др., 2013). Мощность трансгрессивной алевролитоглинистой пачки колеблется от 20 до 40 м на Ен-Яхинском и Уренгойском поднятиях и может достигать 40-70 м в серии скважин Тота-Яхинской и Малыгинской структур в северо-западной части изучаемой территории.

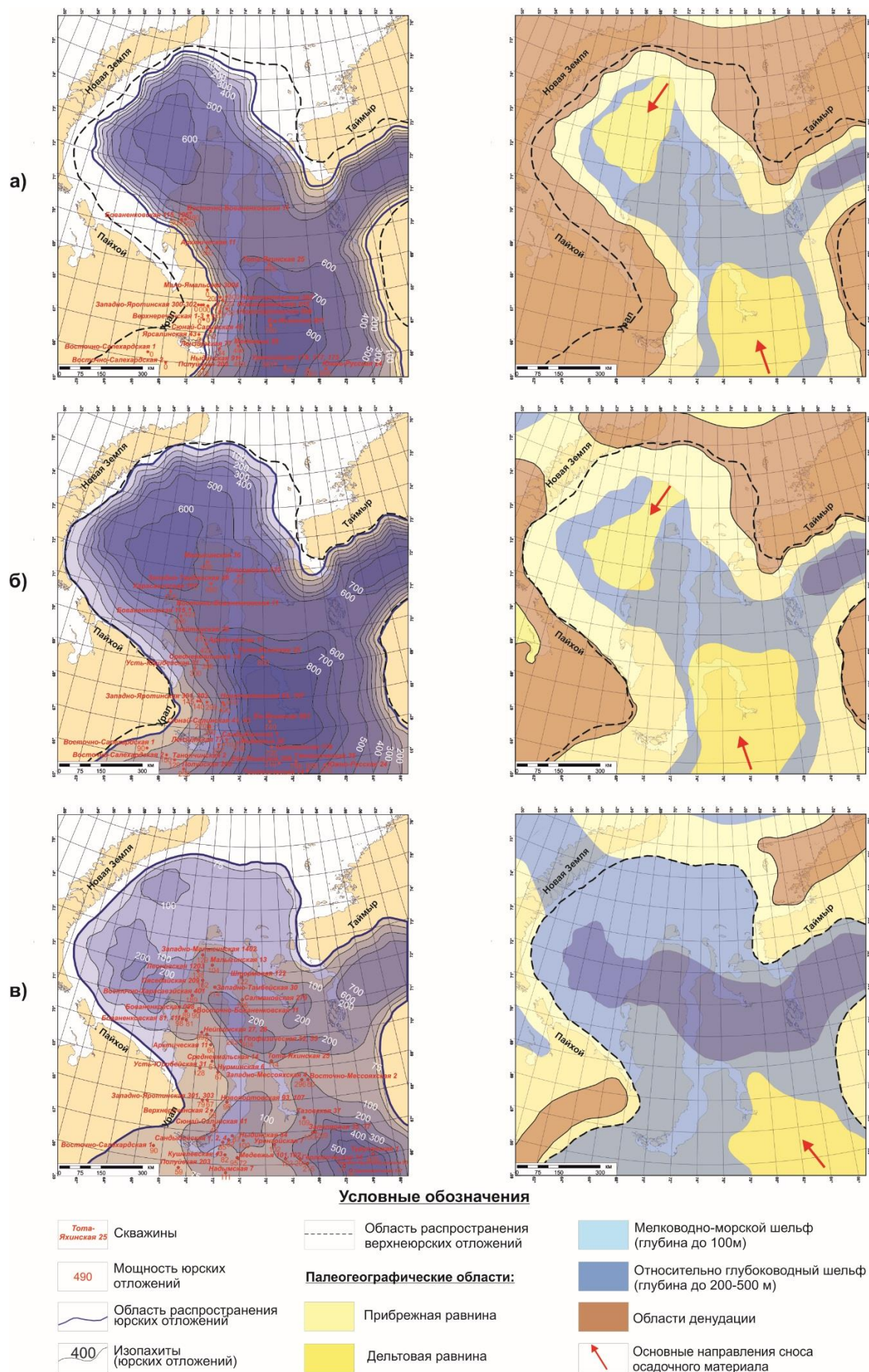


Рис. 4. Карты мощностей и схемы остановок седиментации для: а) нижнеюрских отложений; б) среднеюрских отложений; в) келловей-верхнеюрских отложений

Регрессивная часть циклита представлена тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и глин с прослоями углей. В пределах скважин Западно-Новогодняя 210, Западно-Таркосалинская 99, Уренгойская 279 и Ен-Яхинская 501 отложения имеют преимущественно аллювиально-дельтовый генезис. В северном направлении в скважинах Тота-Яхинская 25, Западно-Тамбейская 40 и Малыгинская 36 обстановки седиментации меняются на прибрежно- и мелководно-морские.

Верхнебайос-батский циклит. Во всех скважинах в основании данного циклита отчетливо выделяются мощные глинистые пачки позднебайосского возраста, которые по всей видимости были образованы в этапы высокого стояния моря. Мощность пачек составляет в среднем 10-30 м в скважинах Западно-Новогодняя 210, Западно-Таркосалинская 99, Уренгойская 279 и Ен-Яхинская 501, увеличиваясь до 90-100 м в скважинах Тота-Яхинская 25, Западно-Тамбейская 40 и Малыгинская 36. Они представлены тонкоотмученными глинами с разнообразными комплексами двустворок, фораминифер и остракод (Конторович и др., 2013).

Регрессивная часть циклита представлена песчаниками, алевролитами и глинами с редкими прослоями углей. По характеру переслаивания разномасштабного материала и текстурно-структурным особенностям отложения скважин Западно-Новогодняя 210, Западно-Таркосалинская 99, Уренгойская 279 и Ен-Яхинская 501 имеют аллювиально-дельтовый генезис. В северном направлении в скважинах Тота-Яхинская 25, Западно-Тамбейская 40 и Малыгинская 36 обстановки седиментации меняются на прибрежно- и мелководно-морские.

Регрессивная часть данного циклита была изучена по керну Тазовского, Песцового и Заполярного месторождений, что позволило выделить в разрезах элементарные циклиты. Мощность таких циклитов варьирует от 1 до 5-7 м (рис. 5). Их нижние элементы представлены песчаными и алевролито-песчаными отложениями прирусловых валов. Эти отложения представлены кварцевыми и полевошпат-кварцевыми граувакками, содержат остатки корневых систем, имеют косо-, горизонтально- и волнистослоистую, реже линзовидную текстуры. Верхние элементы циклитов состоят из пойменных биотурбированных алевролитовых, глинисто-алевролитовых, глинистых и углисто-глинистых отложений с прослоями углей с горизонтально-линзовидной слоистостью. В кровле циклита обычно находится тонкий прослой углей. Однако зачастую эта часть циклита оказывается размытой.

В течение аален-батского времени площадь морского осадконакопления постепенно расширялась, при этом дельтовая равнина в районе Уренгойского и Адерпаятинского валов перемещалась на северо-запад и занимала большую часть Тазовского полуострова, южную

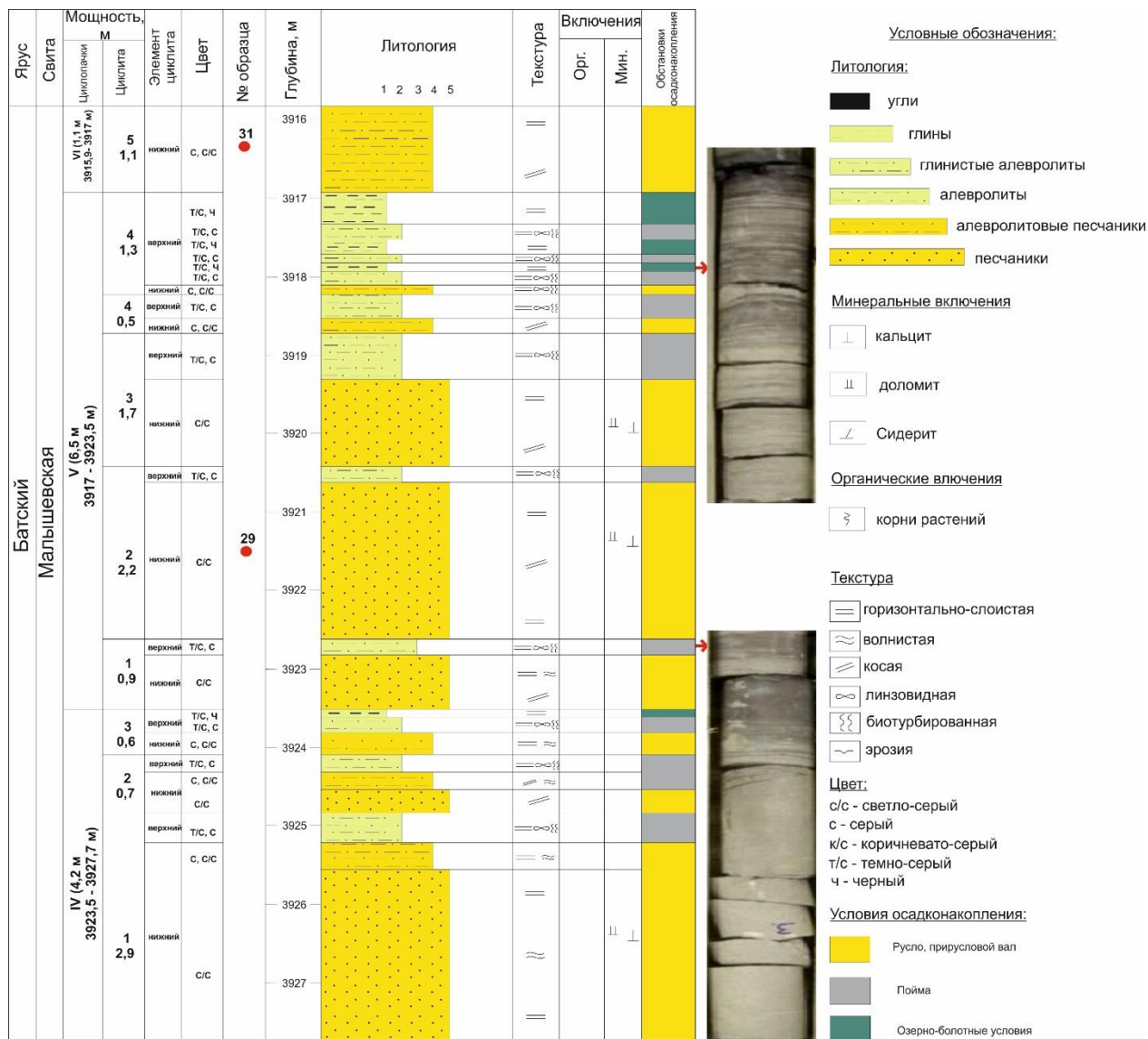


Рис. 5. Строение среднеюрских верхнебайос-батских отложений скважины Песцовая 212 (интервал 3917-2927,7 м)

часть Гыданского полуострова и южные части Обской и Тазовской губ. Мощность этих аллювиально-дельтовых отложений составляет около 700-800 м. Основной материал, как и прежде, поступал из южной части Западно-Сибирского бассейна. В Южно-Карской впадине аллювиально-дельтовая равнина сместилась на юго-запад и занимала в средней юре большую ее часть (рис. 46). Мощность дельтовых отложений Южно-Карской впадины составляет 600-700 м на основе сейсмических данных. Основной материал та же, как и в раннеюрское время, поступал с северо-востока, со стороны Северо-Карской плиты. Прибрежные обстановки осадконакопления сохранялись в бортовых частях бассейна (Новая Земля, Пайхой, Полярный Урал, Таймыр).

Келловей-верхнеюрские отложения представлены песчаниками, алевролитами и глинами. По характеру переслаивания в разрезе можно выделить два циклита.

Келловей-киммериджский цикллит. Отложения данного циклита развиты повсеместно в пределах изучаемого региона и представлены алевролито-глинистыми и глинистыми породами. Их мощность изменяется от 50 (скважина Уренгойская 279) до 100-120 м (скважины Тота-Яхинская 25, Малыгинская 36). В основании циклично построенного разреза залегает регионально распространенная пачка трансгрессивных глин (10 м). Отложения обогащены органическим веществом, содержат разнообразную морскую фауну. С данной трансгрессивной толщей ассоциируется отражающий горизонт T1, разделяющий среднеюрский и келловей-верхнеюрский сеймостратиграфические подкомплексы.

В южном направлении среди глинистых отложений появляется и постепенно возрастает количество алевроито-песчаного материала (скважины Западно-Новогодняя 210, Западно-Таркосалинская 99). Песчаники буровато- и зеленовато-серого цвета, часто интенсивно биотурбированные, кальцитизированные, сидеритизированные, с глауконитом, рострами белемнитов, раковинами морских двустворок и многочисленными фораминиферами мощностью (Конторович и др., 2013). В скважинах Малыгинская 36, Западно-Тамбейская 40 распространены преимущественно глинистые породы. . Обстановки седиментации определяются, как прибрежно- и мелководно-морские.

Титонский цикллит представлен представлен толщей черных битуминозных глин (30-50 м). Это отложения региональной морской трансгрессии, связанной с началом титона. В это время на значительной части Западно-Сибирской плиты образовались застойные условия осадконакопления с обогащенными органическим веществом осадками.

Последовательная смена обстановок седиментации обобщена на соответствующей схеме (рис. 4.в). В позднеюрское время морской режим осадконакопления существовал на всей площади Западно-Сибирского бассейна. Дельтовая равнина сместилась на юго-восток, где мощность келловей-верхнеюрских отложений достигает 600 м.

Таким образом, юрские отложения формировались в условиях региональной общей трансгрессии морского бассейна на фоне которой отмечаются периоды периодического обмеления бассейна за счет большого количества поступающего осадочного материала. Периоды кратковременных трансгрессий морского бассейна, которые приводили к быстрому затоплению бассейна осадконакопления, происходили на рубеже тоарского и ааленского веков и конце батского – начале келловейского веков, когда были сформированы регионально выдержанные глинистые толщи. Глинистые толщи на большей части территории исследования несогласно перекрывают алевро-песчаные пачки нижележащих слоев и выполняют роль как нефтегазоматеринской толщи для вышележащих толщ, так и регионального флюидуопора для подстилающих коллекторов.

Глава 4. Перспективы нефтегазоносности юрского комплекса северной части Западной Сибири. Структурный план и характер строения юрского комплекса отложений определили формирование ловушек различного типа и распределение УВ по площади и разрезу. Залежи нефти и газа приурочены к алевролито-песчаным отложениям регрессивных частей выделенных циклитов аллювиально-дельтового, прибрежно- и мелководно-морского генезиса.

К регрессивным частям нижнеюрских циклитов приурочены региональные продуктивные пласты Ю₁₀₋₁₂. В алевролито-песчаных отложениях среднеюрского аален-нижнебайосского циклита выделяются продуктивные пласты Ю₆₋₇. К песчаникам регрессивной части верхнебайос-батского циклита приурочены основные юрские проницаемые пласты Ю₂₋₄. В регрессивной части келловей-оксфорд-киммериджского циклита выделяется группа пластов Ю₁.

Источниками УВ для коллекторов юрского возраста могут являться собственные нефтегазоматеринские толщи (НГМТ), приуроченные к глинистым отложениям трансгрессивных поверхностей выделенных циклитов. Для нижнеюрских циклитов наиболее вероятно наличие нефтегазоматеринских пород в трансгрессивных глинистых интервалах разреза китербютской свиты, которые характеризуются довольно высоким (от 1 до 5 %) содержанием смешанного гумусово-сапропелевого органического вещества (III-II) типа. Для среднеюрских ааленско-нижнебайосского и верхнебайосско-батского циклитов наличие нефтегазоматеринских свит может связываться с глинистыми интервалами разреза в основании каждого из этих циклитов, соответствующих *лайдинской и леонтьевской свитам*. В обеих свитах содержание смешанного сапропелево-гумусового органического вещества варьирует от 0,5 до 2,5 %. В келловей-верхнеюрских циклитах преобладают глинистые отложения со смешанным гумусово-сапропелевым типом органического вещества. В отложениях баженовской свиты преобладает органика сапропелевого типа, благоприятная для генерации жидких углеводородов.

Анализ условий формирования и особенностей распространения юрских отложений в пределах северной части Западной Сибири и прилегающей акватории Карского моря позволил оценить перспективы неразбуренной части юрского комплекса. Так как максимальная песчанистость в юрском комплексе связана с ниже-среднеюрскими отложениями, а келловей-верхнеюрские породы представлены черными битуминозными аргиллитами, в которых практически не развиты песчаные пласты, то карта перспектив строилась преимущественно для ниже-среднеюрских отложений. Анализ мощности, условий формирования и закономерностей распространения по площади юрских отложений позволил выделить зоны, перспективные для поиска углеводородов в юрском комплексе

Высокоперспективные зоны для поиска углеводородов в юрских отложениях связаны с областями развития аллювиально-дельтовых отложений и в тектоническом плане расположены в пределах центральной части Западно-Сибирской депрессии и Южно-Карской впадины. Песчаники аллювиально-дельтового генезиса относятся к группе кварцевых и полевошпат-кварцевых граувакков и характеризуются значениями Кп 8-18% и Кпр 0,001-10 мД. Низкие значения емкостно-фильтрационных свойств коллекторов связаны с большими глубинами их залегания (3500-4000 м), где в результате процессов вторичных преобразований минералов первичная пористость практически уничтожается и на первый план выходит вторичная пористость. Перспективная зона приурочена к области развития прибрежно- и мелководно-морских юрских отложений в Ямало-Гыданской седловине, Енисей-Хатангском прогибе и Южно-Карской впадине. Для них характерна несколько меньшая мощность проницаемых пластов, нежели чем в аллювиально-дельтовых песчаниках. Низкоперспективные зоны располагаются в бортовых частях Западно-Сибирского бассейна. Отсутствие залежей углеводородов в бортовых зонах Западно-Сибирского бассейна может быть связано с более глинистым разрезом юрских отложений в силу локальной эрозии песчано-алевритовой части циклитов или отсутствия их осадконакопления на бортах прогиба. Также причина может быть в отсутствии структурных ловушек, способных удерживать в себе углеводороды в момент их возможной генерации, миграции и аккумуляции.

Публикации по теме диссертации:

Статьи в журналах рекомендованных ВАК:

1. **Курасов И.В.**, Ступакова А.В., Коробова Н.И. Условия формирования среднеюрских песчаных резервуаров Тазовского месторождения (Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн). // Вестник московского университета. Серия 4. Геология. – 2014. – №2. – С. 22-29.
2. Ступакова А.В., Казанин Г.С., Иванов Г.И., Кирюхина Т.А., **Курасов И.А.**, Мальцев В.В., Павлов С.П., Ульянов Г.В. Моделирование процессов образования углеводородов на территории Южно-Карской впадины. // Разведка и охрана недр. – 2014. – №4. – С. 47-51.
3. **Курасов И.А.**, Ступакова А.В. Тектоническое строение северной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. // Вестник московского университета. Серия 4. Геология. – 2014. – №4. – С. 56-64

Статьи в сборниках:

Stoupakova A V., Henriksen E., Kiryukhina T.A., Ogarkova M.P., Panarin I., **Kurasov I.** Extensional basins in the northern West Siberia and Kara Sea. //3P Arctic. – The Polar Petroleum Potential. Conference and Exhibition. Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2009, electron version

Доклады на конференциях:

1. Суслова А.А., Каюкова А.В., Ступакова А.В., Курасов И.А., Гилаев Р.М. Cyclicity and petroleum prospects of the Cretaceous in the Barents Kara Sea region. // Arctic Days 2014, Тромсо, Норвегия, 2014
2. Курасов И.А. Условия формирования юрских отложений северной части Западной Сибири. // Молодежная научно-практическая конференция «Моделирование газовых и нефтегазоконденсатных месторождений», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2014
3. Ступакова А.В., Суслова А.А., Курасов И.А. Юрский седиментационный комплекс Баренцево-Карского региона и перспективы его нефтегазоносности. // IV-ая научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Обеспечение эффективного функционирования газовой отрасли», г. Новый Уренгой, 2014
4. Kurasov I. 2012 Middle Jurassic sand reservoirs of Tazovskoe field (West Siberia). // AGU Fall Meeting 2012, San-Francisco, USA, 2012
5. Курасов И.А. Среднеюрские песчаные резервуары Тазовского месторождения // Ломоносовские чтения, МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, 2012
6. Кирюхина Т.А., Ступакова А.В., Ульянов Г.В., Кирюхина Н.М., Норина Д.А., Панарин И., Кусов А., Суслова А.А., Сауткин Р.С., Курасов И.А. Petroleum systems of the Russian Western Arctic Basins. // 3P ARCTIC The Polar Petroleum Potential Conference & Exhibition, Halifax, Nova Scotia, Canada, 2011
7. Курасов И.А. Строение и состав среднеюрских песчаных резервуаров Тазовского месторождения (Западная Сибирь). // 2-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (Санкт-Петербург, 8-11 февр. 2011 г.), ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2011
8. Курасов И.А. Среднеюрские песчаные резервуары Тазовского месторождения. // Ломоносов 2010, МГУ, 2010
9. Stoupakova A V., Kurasov I. Transtension Basin in North part of West Siberian and Kara Sea. // 3P Arctic 2009, Moscow
10. Курасов И.А. Средне-верхнеюрские резервуары Колтогорского прогиба (Западная Сибирь). // Российская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Планета Земля: актуальные вопросы геологии глазами молодых ученых и студентов», Москва, 2009
11. Курасов И.А. Строение и нефтегазоносность юрских отложений Колтогорского прогиба Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. // Ломоносов 2009, Москва, МГУ, 2009