ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)
Институт наук о Земле
Кафедра геологии месторождений полезных ископаемых

Ушаков Андрей Владимирович

Строение и эволюция мезозойского осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов

Магистерская диссертация

по направлению 020300 «Геология»

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:

ст. преп. А.Б. Морозова

Соруководитель:

д.г.-м.н., проф. А.К. Худолей

_____

«___» _____2016

Заведующий кафедрой:

к.г.-м.н., доц. И.А. Алексеев

_____

«___» _____2016

Санкт-Петербург

2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ 7

1.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ ПРОГИБ....7

1.2 ЛЕНО-АНАБАРСКИЙ ПРОГИБ 15

2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ....19

2.1 СТРАТИГРАФИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА 19

2.1.1 ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА (PZ_3) 24

2.1.2 МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА (MZ) 24

ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА (T) 24

ЮРСКАЯ СИСТЕМА (J) 27

РАННИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_1)....27

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_2)....31

ПОЗДНИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_3) 35

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА (К) 36

РАННИЙ ОТДЕЛ МЕЛА ($К_1$)....36

ПОЗДНИЙ ОТДЕЛ МЕЛА ($К_2$) 41

2.1.3 КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (KZ)....43

ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА (₽) 43

2.2 СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ 44

2.2.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГИБ....44

2.2.2 ЛЕНО-АНАБАРСКИЙ ПРОГИБ 53

2.3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ 55

3. НЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ.....72

3.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГИБ.....72

3.2 ЛЕНО-АНАБАРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ОБЛАСТЬ 83

4. СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА. 84

4.1 МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ. 84

4.2 АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕННОЙ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ.....90

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....109

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....111

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 115

ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ 115

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 126

СКВАЖИНЫ, ПРОБУРЕННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....126

ВВЕДЕНИЕ

Тема магистерской диссертации: «Строение и эволюция мезозойского осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов».

Магистерская диссертация написана на основе компиляции большого объёма опубликованных и фондовых работ, посвященных изучению Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов, а также на основе фактического и каменного материала, предоставленного А.К. Худолеем.

Актуальность работы. Восточная часть Енисей-Хатангского прогиба и Лено-Анабарский прогиб являются перспективными в нефтегазоносном отношении территориями Восточной Сибири. Актуальность настоящего исследования заключается в том, что для указанных территорий впервые создана объёмная структурно-эволюционная модель развития осадочного бассейна в мезозойской время.

Цель работы. Установление особенностей геологического строения и эволюции мезозойского осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов на основе разработанной структурно-эволюционной модели, построенной в программе Move.

Задачи.

- Изучение геологического строения и стратиграфии восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов
- Составление схемы структурно-тектонического районирования изучаемой территории бассейнов
- Изучение геологических разрезов и данных по скважинам, известных в опубликованной и фондовой литературе
- Петрографическое изучение шлифов (94 шлифа)
- Векторизация геологической карты восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов масштаба 1: 2500000
- Разработка структурно-эволюционной модели мезозойского осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов.

Фактический материал и методы исследования. Объектами исследования являются регионы: восточная часть Енисей-Хатангского прогиба и Лено-Анабарский прогиб. При решении поставленных задач был изучен, детально проработан и в дальнейшем комплексно использован большой объём опубликованных и фондовых работ. Детальные

петрографические исследования литологических разновидностей пород, слагающих разрез исследуемых прогибов, компиляция собранных автором геологических данных, геолого-структурных и литолого-фациальных характеристик мезозойских отложений, сведений о нефтегазоносности территорий, – стала основным каркасом диссертации.

Автор выполнил петрографическое описание шлифов пород по разрезам нескольких скважин, а также определенной по площади, что позволило установить особенности фациальной изменчивости отложений.

Для разработки объемной модели эволюции осадочного бассейна автор использовал программу Move. Также в ходе работы над диссертацией автор использовал следующее программное обеспечение: Microsoft office (Word, Excel, Access, Power Point), ArcGIS (ArcMap, Arc Catalog, Map Designer), Corel (Draw, Photopaint), Эталонная база знаков (ЭБЗ), WEBMAPGET – база данных Государственных геологических карт ВСЕГЕИ (http://webmapget.vsegei.ru/index.html).

Защищаемые положения:

- Петрографическое исследование шлифов литотипов пород по площади и по скважинам, пробуренным в пределах исследуемой территории, выявляет отчетливую фациальную изменчивость отложений как по латерали, так и по разрезам скважин.
- Территории Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов принадлежат к единой системе прогибов, расположенных на севере Восточно-Сибирской платформы. Прогибы заполнены близкими по возрасту осадками, но их формирование было связано с разными тектоническими событиями, что позволяет считать Енисей-Хатангский и Лено-Анабарский прогибы самостоятельными осадочными бассейнами.
- Структурно-эволюционная модель, построенная при помощи программного обеспечения Move, позволяет дать новые характеристики бассейна осадконакопления в разные промежутки мезозойского этапа развития и служит основой для моделирования нефтегазовых систем.

Практическая значимость: впервые для данного региона построена структурно-эволюционная модель, которая при дальнейшей доработке может служить для уточнения перспектив нефтегазоносности.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю Морозовой А.Б., соруководителю Худолею А.К., рецензенту Терехову А.В., а также Нилову С.П., Молчанову А.В., Ершовой В.Б., Кукушкину К.А., Петровой Ю.Э., Петушковой Н.В., Соловьеву О.Л., Шишлову С.Б.

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования включает в себя восточную часть Енисей-Хатангского прогиба и Лено-Анабарский прогиб, расположенные в пределах Таймырского автономного округа (АО) и северной части Республики Саха (Якутия) (Рис.1).

1.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ ПРОГИБ

Проблема поиска промышленных месторождений нефти и газа в пределах территории исследования, в первую очередь определена потребностью в экономически более эффективном и энергетически более емком в сравнении с углем источнике энергии. Все началось с поисков и разведки месторождений каменного угля для пополнения запасов топлива пароходов, следовавших Великим Северным Морским путем. Освоение этого пути начато продолжавшейся 11 лет морской экспедицией 1733-1743 гг. (Ларичев, 2007 ф.).

Именно поиски угля привели Н.Н. Урванцева к открытию крупного месторождения меди, никеля и платины там, где сегодня стоит город Норильск.

Обустройство и освоение вновь открытого, и, как оказалось, очень крупного медно-никелевого месторождения совпало с тотальным техническим перевооружением морского флота - с заменой паровых судовых двигателей, источником энергии которых был уголь, на двигатели внутреннего сгорания, источником энергии которых являются жидкие углеводороды (УВ). Так возникла потребность в наличии именно местных дешевых, а не привозных - дорогостоящих - запасов углеводородного топлива. Сделать технически более совершенным и экономически более выгодным бесперебойное судоходство по Северному Морскому пути, снизить себестоимость продукции Норильского горно-обогатительного комбината, превратив ее из полуфабрикатов-окатышей в слитки дорогостоящего металла, придать новый импульс развитию социальной структуры региона - такова задача, которую должны были решить северяне. Однако, несмотря на то, что задача эта поставлена самой жизнью уже в первой половине XX века, она и по сегодняшний день до конца не решена. Так, если вопрос газоснабжения Норильского промышленного района решен, то вопрос о снабжении его жидкими углеводородами остается открытым.

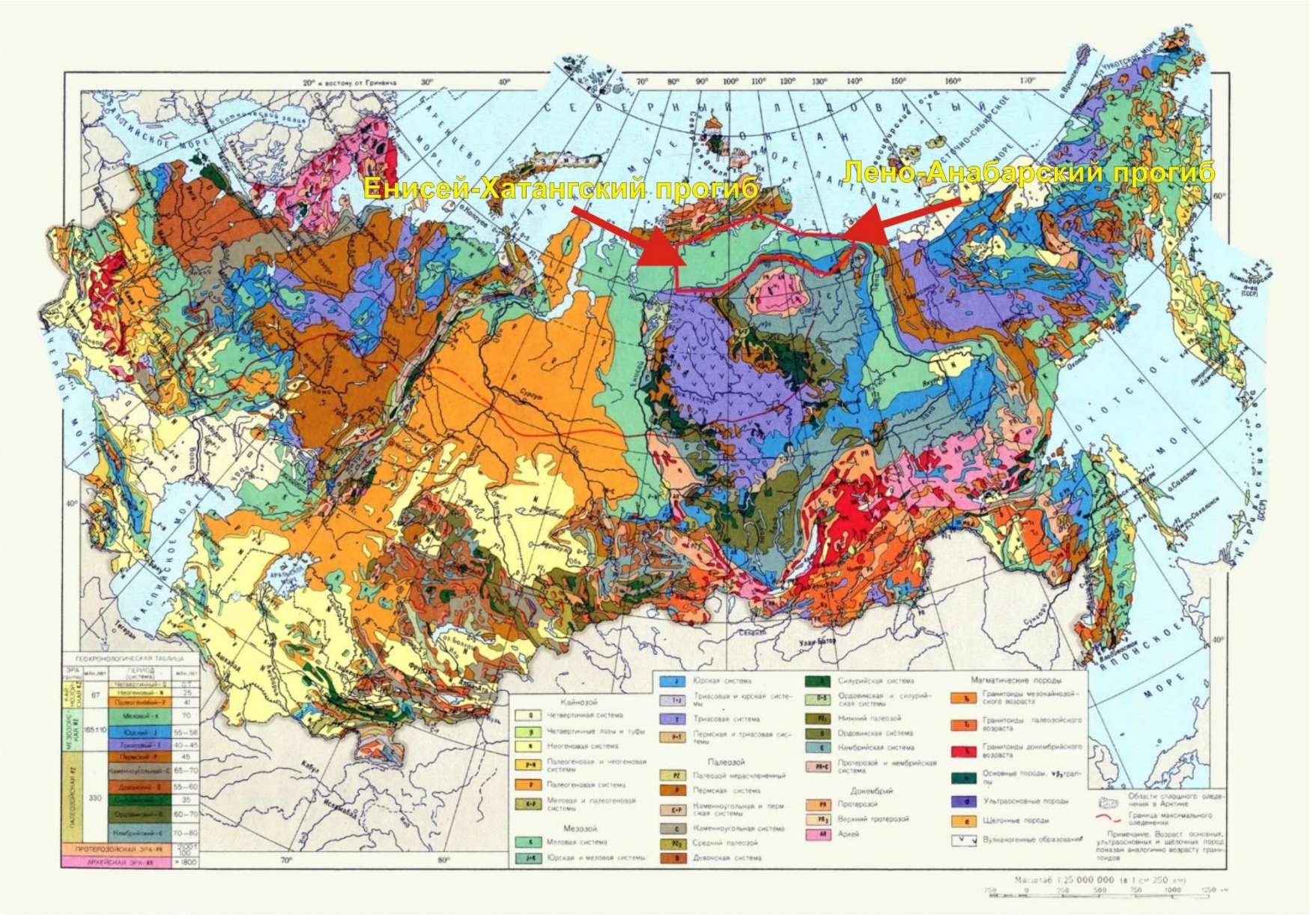


Рис. 1. Геологическая карта России, с указанием расположения территории исследования. (www.vsegei.com)

Основной объем глубокого бурения на востоке Енисей-Хатангского прогиба был выполнен в период с 1934 по 1953г. Бурение велось на структурах, выделенных по геологическим данным и образовавшимся в последний (альпийский) этап тектонического развития региона. Глубокая разведка производилась на семи разведочных площадях, где было пробурено 38 глубоких скважин, общим метражом 77 087м. В процессе этих работ были получены следующие основные результаты:

- Обнаружено пять нефтяных месторождений - Нордвикское, Южно-Тигянское Западное, Южно – Тигянское Восточное, Ильинское и Кожевниковское. Содержащиеся в этих месторождениях залежи имеют небольшие размеры и малые дебиты; лишь на Южно-Тигянском Западном месторождении начальный дебит двух скважин превышал 1 т/сутки и достигал 10 т/сутки, а на остальных максимум составлял 0.5 т/сутки. Необходимо отметить, что месторождения остались недоизученными, количественная оценка ресурсов УВ по ним не проводилась.

- Нефтепроявления в нефтегазоносной области установлены в широком стратиграфическом интервале от рифея до раннего мела включительно. Среди последних достоверно установлена нефтеносность пермской терригенной толщи, прослеженной на площади 4500 км2. Коллекторские свойства песчаных пластов пермских отложений подвержены значительным колебаниям на небольшом расстоянии. Имеются породы с хорошими свойствами - пористостью до 20% и проницаемостью до 500 миллидарси. Кроме пермских, нефтепроявления часто наблюдаются в мезозойских отложениях, однако, как правило, насыщенные нефтью прослои не прослеживаются по простиранию, а обычно локализуются у тектонических нарушений. Исключение составляет лишь триасовый подкарнийский горизонт, который на полуострове Юрюнг-Тумус отличается постоянными нефтепроявлениями и в одном разведанном блоке содержит малодебитную залежь нефти. Залежь не оконтурена, поэтому вопрос об её промышленной эксплуатации остался открытым.

- Нефти района имеют разный состав и свойства. Здесь имеются очень легкие (0,76) и очень тяжелые (0,985), содержащие большое количество смол и асфальтенов, нефти. По групповому составу некоторые нефти являются типично метаново-нафтеновыми, другие характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов. Как правило, с увеличением глубины удельный вес нефтей уменьшается, соответственно уменьшается количество смол, понижается вязкость и повышается количество парафина и количество низкокипящих фракций.

• Анализ геологической истории, а также некоторые результаты разведочных работ в частности получение значительных притоков пластовых вод (до 130м3\сутки) указывают на то, что в пределах Анабар-Хатангского междуречья должны быть крупные высокодебитные залежи нефти и газа. Проведенные геологоразведочные работы, подтвердили большую перспективность Анабар-Хатангского междуречья. Широкое развитие нефтепроявлений, наличие коллекторов в нефтеносной толще, обилие самых различных структурных форм, получение значительных притоков нефти и больших притоков воды,- все это указывает на региональный характер нефтеносности в районе.

• То, что в районе не были обнаружены крупные месторождения, объяснялось небольшим объемом разведочных работ. По существу, разведкой была затронута лишь небольшая часть структур, развитых в районе на глубины до 2000 м. Другой причиной того, что при большой перспективности района до сих пор не обнаружены крупные залежи нефти, является неясность вопроса о возрасте возможных залежей и их приуроченности к ловушкам и структурам разного типа. До сих пор разведка проводилась лишь на структурах альпийского цикла, в то время как более перспективные древние структурные формы еще совершенно не затронуты разведкой (Ларичев, 2007 ф.).

«Важной особенностью, которую необходимо учитывать при проведении нефтепоисковых работах в Анабар-Хатангском междуречье, является широкое развитие здесь солянокупольной тектоники и альпийских складкообразовательных движений, нарушивших тот структурный план, который сформировался на момент образования месторождений УВ. Именно с этим связаны те ошибки при проведении нефтепоисковых работ, которые были допущены в ранний период изучения района (1934-1953гг).

Большая обобщающая работа по стратиграфии, литологии и нефтеносности Анабаро-Хатангского междуречья была завершена в 1955 г. (Калинко и др., 1955). Значительная часть результатов разработки этой темы была опубликована в работах М.К. Калинко (1958, 1959), Т.М. Емельянцева (1953, 1954), Р.М. Деменицкой и др. (1954, 1958). Все эти годы спорадически проводились работы и на восточном окончании Енисей-Хатангского регионального прогиба.

Несмотря на эти, казалось бы, обнадеживающие результаты, в 1954 г. на восточном побережье Таймыра, между Хатангским и Анабарским заливами, работы были прекращены. В 1969-72 годах в восточной части Хатангской впадины геологами НИИГА были проведены геолого-съемочные работы масштаба 1:200 000 (Школа, Зенков, 1969; Духанин и др., 1970; Видмин-Лобзин и др., 1971; Духанин, Наумов, 1972; Зенков, 1974).

В конце 50-х годов изучающими геологическое строение района сотрудниками научных учреждений, создан ряд сводных работ, обобщающих накопленный в его пределах опыт поисков нефти и газа (Сакс, 1958, 1959; Сакс, Ронкина, 1958; Сакс, Грамберг и др., 1959; Грамберг, 1958, 1959; Сягаев, 1962; Марков и др.).

В дальнейшем результате тематических работ был проведен ряд обобщений, обосновывающих необходимость разворота в регионе поисково-разведочных работ на нефть и газ. Среди них весьма существенными для понимания геологического строения территории и перспектив ее нефтегазоносности явились коллективная монография Института геологии Арктики, посвященная палеогеографии и палеотектонике под редакцией И.С. Грамберга и В.И. Устрицкого (Тр. НИИГА, т. 150, 1967), палеотектоническая работа Ю.Е. Погребицкого (Тр. НИИГА, т. 166, 1971) и ряд тематических работ, проводимых в отделе геологии нефти и газа в рамках начавшейся с 1971 г. проблемы «Оценка перспектив нефтегазоносное и определение наиболее эффективных направлений поисковых и разведочных работ на нефть и газ в мезозойских прогибах арктической части Сибирской платформы (руководитель Д.С. Сороков).

Все это предопределило начало третьего этапа нефтегазопоисковых работ. Он начался в 1972 г., когда Таймырская геофизическая экспедиция треста «Красноярскнефтегазразведка» приступила к проведению в Балахнинском районе сейсморазведочных работ. С 1977 г. сейсморазведочные работы были начаты и в Анабаро-Хатангском районе.

Научной основой планирования геологоразведочных работ в рассматриваемый период явились ТЭД о размещении геологоразведочных работ на нефть и газ в Енисей-Хатангском прогибе на 1976-80 гг., составленный в 1974 г. группой специалистов НПО «Севморгео» и треста «Красноярскнефтегазразведка» при участии представителей ВНИГРИ и СНИИГГИМСа (отв. исп. Д.С. Сороков и В.Д. Накоряков), и отчет по проблеме 050.025, куда в качестве составной части вошли предложения по направлению работ, составленные в 1971-1975 гг. в ходе выполнения проблемы 34 «Перспективы нефтегазоносности и определение наиболее эффективных направлений поисковых и разведочных работ на нефть и газ в мезозойских прогибах арктической части Сибирской платформы» (Д.С. Сороков и др., 1975)» (Ларичев, 2007 ф.).

С учетом результатов первого и второго этапов работ, в период с 1970 по 1990 гг. в пределах Енисей-Хатангского регионального прогиба был выполнен значительный, но, как оказалось впоследствии, недостаточный для наличия стабильного резервного фонда

перспективных структур объем региональных геолого-геофизических исследований. В результате этих работ был существенно уточнен структурно-тектонический план района. Восточная граница Енисей-Хатангского прогиба более четкая. Здесь выделяются Анабарская седловина (порог), занимающая Анабаро-Хатангский нефтегазоносный район и разделяющая Енисей-Хатангский и Лено-Анабарский прогибы. Анабаро-Хатангскую седловину условно рассматривают в составе Енисей-Хатангского прогиба (Ларичев, 2007 ф.).

О природе Енисей-Хатангского прогиба имеются различные точки зрения. Ряд исследователей считает, что фундаментом прогиба являются таймырские герциниды, а перекрывающие их юрско-меловые отложения - платформенным чехлом. Другие полагают, что прогиб является компенсационным по отношению к складчатому Таймыру и должен рассматриваться на различных стадиях развития как передовой и предгорный прогиб, разделяющий Таймырскую складчатую область и Сибирскую платформу. Есть мнение, что Енисей-Хатангский прогиб является крупной наложенной структурой в северной части Сибирской платформы. Образование прогиба, как самостоятельной структуры, началось в триасовом периоде.

По вопросам тектонической природы отдельных структур прогиба идут дискуссии, вызванные, не только со слабой изученностью региона, но и различиями теоретических представлений исследователей. Так, например, некоторые полагают, что нельзя именовать впадинами или прогибами одного порядка структуры с разным гипсометрическим положением и разной историей развития, не отделяя их друг от друга однопорядковыми поднятиями или седловинами, что даже при данной степени изученности региона, наиболее удачным является название «Хатангская седловина», которая разделяет генетически разные Енисей-Хатангский и Лено-Анабарский прогибы, что, нельзя считать Хатангскую седловину однопорядковой с Уэленской или Таймырской, поскольку она сама (эта седловина) осложнена рядом таких же мелких впадин и валов и т.д. По В.В. Забалуеву, который рецензировал отчет В.П. Лазуркина в 1978 году, Енисей-Хатангский прогиб ни по строению (нет ограничивающих разломов), ни по чисто платформенному режиму развития не может быть уподоблен авлакогену.

На ряде выявленных в этот период структур - Балахнинской, Владимирской, Гуримисской, Кубалахской, Суолемской, Костромнской, Логатской, Массоновской, Улаханской, Хорудалахской, Рыбинской - было проведено бурение. Результаты бурения по отдельным поисковым площадям обобщены Л.А. Пантелеевой в 2002 г.

В 80-е годы наметилась стратегия открытия нефтяных и газовых месторождений в отложениях готерива-валанжина, верхней юры-берриаса, нижней и средней юры, соответственно, эти горизонты подверглись пристальному изучению. Практика показала перспективность более глубоких горизонтов, прежде всего в их клиноформной части.

С начала 90-х годов наблюдается спад производства, достигший своего максимума в 1995 г., после чего наступает некоторое оживление и рост геологоразведочных работ, сопровождающийся переобработкой старого материала, внедрением новых технологий и новой техники.

В 2001 г. обобщение и интерпретацию всего накопленного за предшествующие годы материала осуществляет группа геологов под руководством Л.Л. Кузнецова.

В 2003 г. по заказу администрации Таймырского автономного округа были проведены работы по подготовке сводной геолого-геофизической основы для создания прогнозных карт минерально-сырьевой базы округа. В качестве базовой общегеологической основы использованы цифровые карты масштаба 1: 1 000 000: геологическая, аномального магнитного поля и гравиметрическая. С целью уточнения структурно-тектонического районирования территории были проанализированы результаты сейсморазведочных работ и данные глубокого бурения. Кроме того, выполнены трансформации потенциальных полей и построены карты региональных и остаточных аномалий силы тяжести, полного горизонтального градиента магнитного поля и поля силы тяжести, полного горизонтального магнитного потенциала, карта линеаментов потенциальных полей. Результатом этих исследований стала карта структурно-тектонического районирования ТАО, которая сопровождается схемами тектонического районирования фундамента и глубинных разломов ТАО. Для определения стратиграфических, литолого-фациальных, тектонических критериев локализации месторождений углеводородов построены региональные профили по скважинам, пересекающим основные тектонические структуры. По этим же профилям выполнено петрофизическое моделирование разрезов, увязанное с данными регионального сейсмопрофилирования с выделением потенциальных очагов нефтегазогенерации и ловушек УВ (Ларичев, 2007 ф.).

Основным видом региональных геофизических работ на данной территории были аэромагнитные и гравиметрические съёмки различных масштабов главным образом 1:1000000 и 1:2000000. А также на этой территории были проведены магниторазведочные и сейсморазведочные работы.

Изученность глубоким бурением чрезвычайно низкая от 0,95 м/км^2 до 0,05 м/км^2 (Ларичев, 2007 ф.).

1.2 ЛЕНО-АНАБАРСКИЙ ПРОГИБ

Геологическая изученность сухопутной части региона неравномерна. Первые сведения о строении региона получены экспедицией А. Л. Чекановского (1874-1875 гг.), которая доказала участие палеозойских и мезозойских отложений в строении Лено-Оленёкского междуречья. В дальнейшем район изучался А. А. Бунге (1885 г.), Э. В. Толлем (1894 г.), К. А. Воллосович (1908-1909 гг.), С. Г. Пархоменко (1921 г.), которыми были получены дополнительные сведения о геологии и геоморфологии региона, о наличии в его пределах угля (Государственная..S-51-52, 2014).

«Систематические геологические исследования начаты в конце 1930-х годов после организации Горно-геологического управления в составе «Главсевморпути» (ГГУ ГУСМП). Цель - выяснение перспектив района на нефть, газ, уголь и возможности их добычи для снабжения топливом кораблей и пристаней.

В 1939 г. в нижнем течении р. Оленёк провела геологическую съемку Усть-Оленёкская экспедиция Арктического института «Главсевморпути». Съемочный отряд, возглавляемый Д. С. Гантманом, составил схематическую геологическую карту приустьевой части р. Оленёк, на которой отражены триасовые, юрские и меловые отложения. Второй отряд этой экспедиции во главе с А. И. Гусевым прошел маршрутом по р. Оленёк. Им разработана стратиграфическая схема палеозойских и мезозойских отложений.

Планомерные геологические исследования начаты в 1941 г. ГГУ ГУСМП и продолжены НИИГА в 1948 г. В них принимали участие И. П. Атласов, Д. С. Гантман, П. И. Глушинский, К. К. Демокидов, Т. П. Кочетков, Г. А. Брейслер, Г. А. Ермолаев, М. М. Маландин, В. А. Первунинский, В. А. Руцков, Д. С. Сороков и др.

В течение 1941-1953 гг. была проведена геологическая съемка масштабов 1: 1 000 000 и 1: 200 000 в пределах Северо-Сибирской низменности и кряжа Чекановского. Закартированы пермские, триасовые и юрские отложения, расчлененные до отделов. В составе меловых отложений выделены морские и континентальные.

В нижнем течении р. Оленёк (Тюмятинский участок) было проведено структурно-картировочное бурение, в результате которого изучено и оконтурено находящееся южнее характеризуемого района Оленёкское месторождение битумов. На рассматриваемой территории в среднем течении р. Оленёк пробурено шесть колонковых скважин (К-1, К-2, К-3, К-8, К-11, К-34) и одна роторная (Р-50). Последняя прошла до глубины 1050 м и

вскрыла породы средней и нижней юры, нижнего триаса, перми и верхи лапарской свиты верхнего кембрия.

В 1953 г. геофизиками треста «Арктикразведка» И. Г. Земсковым и В. И. Почтарёвым проведена региональная гравиметрическая съемка и составлены карты гравитационного и магнитного полей Лено-Анабарского междуречья в масштабе 1: 1 000 000.

Второй этап (конец 1950-х-1970-е годы) геологических работ характеризуется постановкой геологических и геофизических съемок нового поколения, сопровождавшимися тематическими исследованиями по стратиграфии, тектонике, а также специализированными поисковыми работами на нефть, алмазы, золото и другие полезные ископаемые.

В 1958-1961 гг. Д. С. Сороковым и др. на новом уровне изучены триасовые и юрские отложения междуречья Лена-Оленёк. Результаты работ (совместно с ранее разработанной стратиграфической схемой меловых отложений), послужили основой для картирования мезозойских отложений Лено-Анабарского прогиба в 1960-1970-е годы.

В 1958 г. геофизиками НИИГА Д. В. Левиным и С. М. Крюковым проведена аэромагнитная съемка масштаба 1: 1 000 000 на междуречье Лена-Оленёк, а в 1961 г. геофизиками Амакинской экспедиции (ЯТГУ) В. П. Торопчиновым и Т. В. Орловой выполнена аэромагнитная съемка масштаба 1: 200 000 всей характеризуемой суши. Начаты поисковые работы на алмазы в низовьях р. Оленёк.

В конце 50-60-х годов в печати появились многочисленные обобщения по стратиграфии палеозойских и мезозойских отложений Лено-Анабарского прогиба и Верхоянья, подготовленные А. С. Каширцевым, Д. С. Сороковым, Н. Д. Василевской, А. А. Межвилком и др.; по тектонике - И. П. Атласовым, В. А. Виноградовым, Д. В. Лазуркиным, В. Н. Саксом, Т. Н. Спижарским и др.; по геоморфологии и стратиграфии кайнозойских отложений - С. А. Стрелковым, А. И. Гусевым, Г. Ф. Лунгерсгаузеном, В. В. Жуковым, Л. Я. Пинчук и др.; по нефтеносности -Т. Н. Копыловой и В. Г. Корчагиным; по подземным водам и мерзлоте -П. Д. Сиденко.

В 1976-1979 гг. в пределах дельты Лены и на небольших участках прилегающего континента Р. О. Галабалой, В. В. Нелидовым и Н. Г. Никаноровым проведено аэрофотогеологическое картирование в масштабе 1: 200 000. Этими работами завершена геологическая съемка масштаба 1: 200 000 характеризуемой территории. Получены новые

данные о магматизме, стратиграфии палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений региона.

В 1977-1978 гг. геофизиками треста «Якутскнефтегазразведка» В. Ю. Шлодзиком, Е. А. Келле, С. С. Оксманом, Е. Н. Янковским, В. Н. Мельниковым проведена гравиметрическая съемка масштаба 1: 200 000 всего Лено-Анабарского прогиба, а в 1978-1992 гг. геофизиками и геологами ПГО «Ленанефтегазгеология» С. С. Шатовым, В. С. Шатовой, В. Н. Рубинштейном, В. Н. Григорьевым, Р. А. Ковалевой и др. проведены региональные и детальные сейсмические работы МОВ ОГТ. Ими составлены структурные карты по разным отражающим горизонтам. Этой же организацией пробурены три глубокие скважины: Чарчыкская параметрическая (П-1) глубиной 3100 м, Хастахская (№ 930) глубиной 3500 м и Усть-Оленёкская (№ 2370) глубиной 3605 м. Скважинами пройдены меловые, юрские, триасовые, пермские, кембрийские и, частично, рифейско-вендские отложения. В Усть-Оленёкской скважине непосредственно под пермскими отложениями впервые вскрыты силурийские и ордовикские карбонатные породы, которые с размывом залегают на вендских слоях. Изучением разрезов скважин, их расчленением и корреляцией занимались геологи ПГО «Ленанефтегазгеология» В. В. Граусман, Л. В. Баташанова, В. Н. Винокуров, Т. В. Савина и др. при участии геологов СНИИГГиМС И. В. Будникова, В. П. Девятова и А. М. Казакова.

В 1981-1982 гг. на междуречье Лено-Анабар Н. Н. Егоровым и др. проведены сейсмические работы (МОВЗ-ГСЗ) по профилю от устья Анабара через Чарчыкскую скважину на р. Лена. Ими получены сведения о мощности земной коры и омоложении кристаллического фундамента на этом участке платформы.

В 80-е годы проведены тематические исследования территории геологами ВНИГРИ под руководством В. Б. Арчегова и С. С. Филатова (1982¬1987 гг.) и НИИГА - под руководством Д. В. Лазуркина (1981-1985 гг.), которыми оценены перспективы нефтегазоносности Лено-Анабарского прогиба.

В 2001 г. издана Государственная геологическая карта РФ масштаба 1: 1 000 000 (новая серия) листов S-50-52 - Быковский под редакцией А. Ю. Егорова, Е. П. Сурмиловой, Р. О. Галабалы, вобравшая современные представления об особенностях геологического строения и полезных ископаемых (Арчегов, Степанов, 2009).

Четвертый этап (с 2003 г.) характеризуется постановкой работ по созданию комплектов Госгеолкарты-1000/3 с комплексом полевых прогнозно-минерагенических исследований» (Государственная..S-51-52, 2014).

2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 СТРАТИГРАФИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА

Енисей-Хатангский региональный прогиб выполнен преимущественно терригенными верхнепалеозой-мезозойскими образованиями. Мощность этих отложений достигает 10-12 км. в осевой части прогиба (Глаголев, 1994).

Лено-Анабарский прогиб также выполнен преимущественно терригенными верхнепалеозой-мезозойскими образованиями. Мощность осадочного чехла в осевой части прогиба варьируется от 1,5 до 4 км (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001) (Рис.2).

В этой главе, стратиграфия восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов рассмотрена отдельно в пределах временных отрезков геохронологической шкалы. Как уже говорилось выше, объектом исследования в данной работе является мезозойский осадочный бассейн, поэтому более древние – палеозойские отложения изучаемых прогибов будут рассмотрены менее подробно.

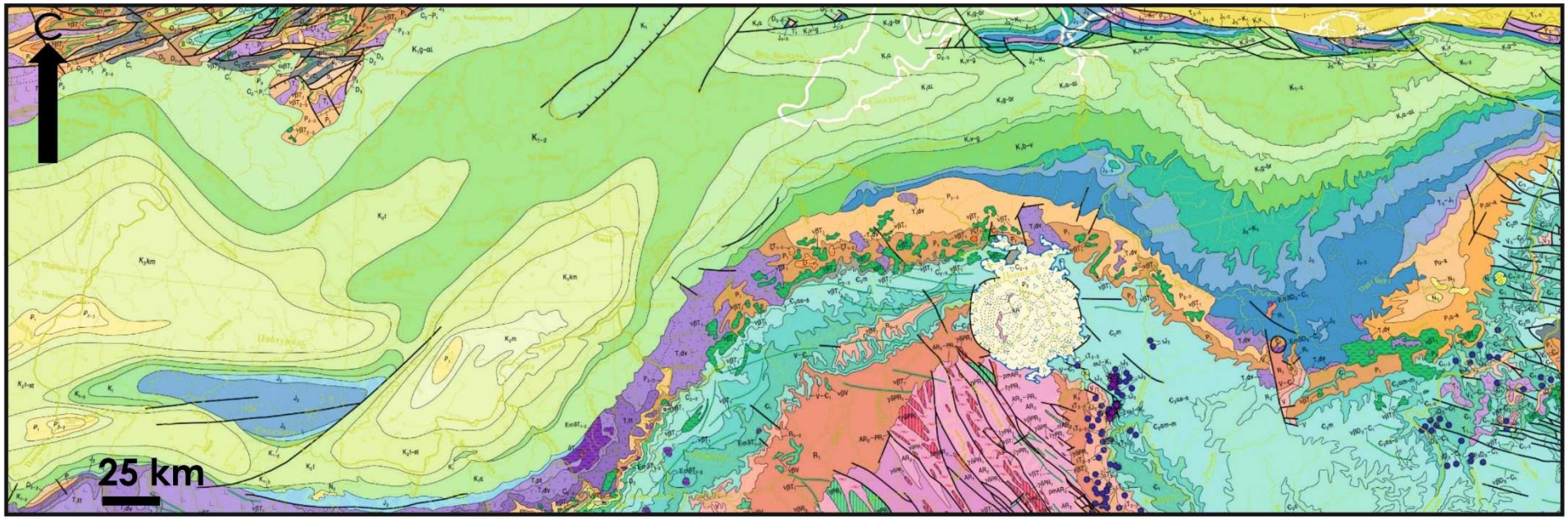


Рис. 2. Геологическая карта территории исследования.
(Лист Государственной геологической карты России масштаба 1: 2 500 000. ФГУП ВСЕГЕИ 2011 г.)

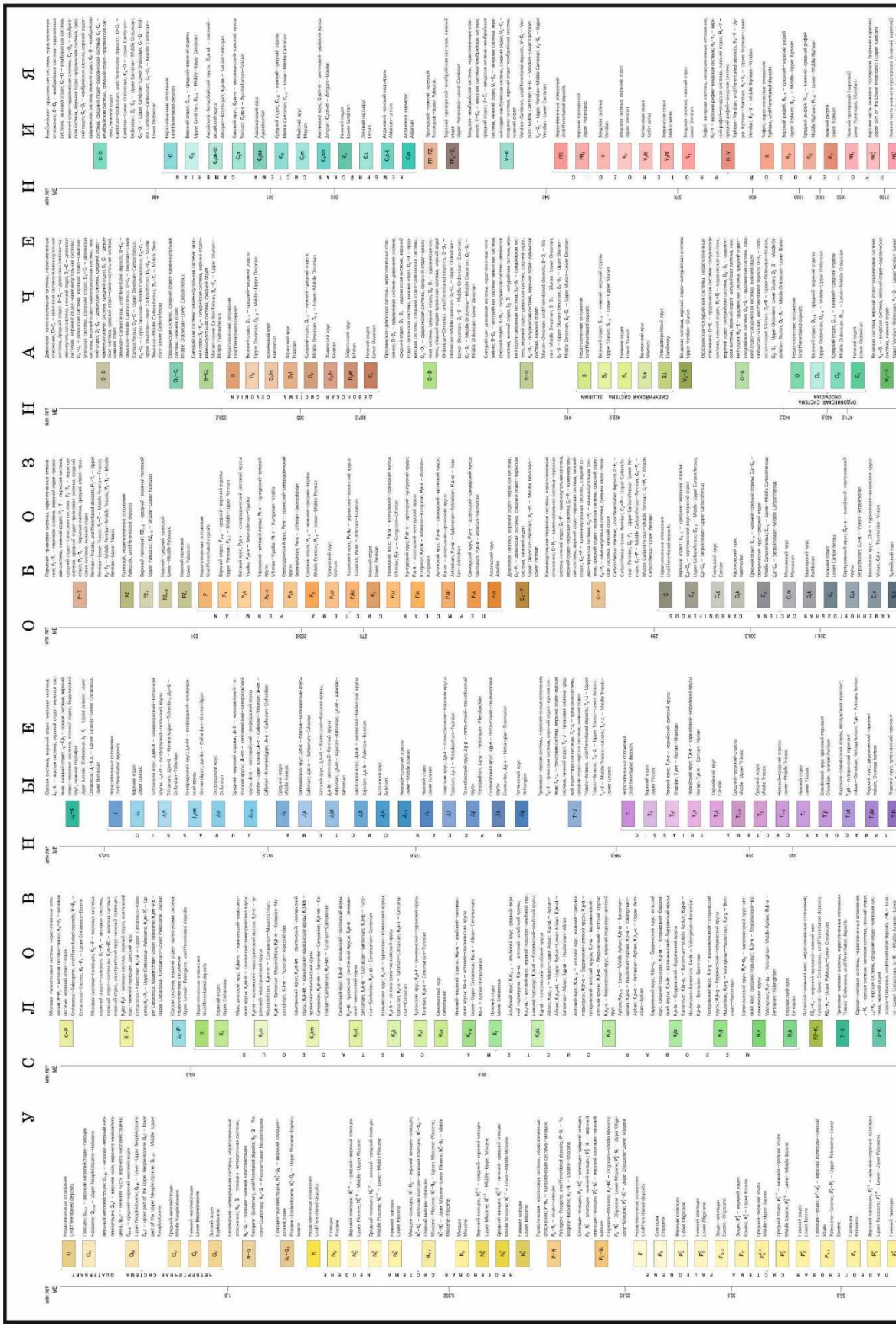


Рис. 2. Условные обозначения к геологической карте территории исследования. *(Лист Государственной геологической карты России масштаба 1: 2 500 000. ФГУП ВСЕГЕИ 2011 г.)*

Для более подробного изучения пород, слагающих территорию исследования, были изучены шлифы пород мезозойского возраста, отобранных на данной территории, под поляризационным микроскопом ПОЛАМ Л213-М в проходящем свете, для фотографирования шлифов был использован микроскоп Leica DM 2500 M. Шлифы предоставил А.К. Худолей.

Всего было изучено 94 шлифа: шлифы с индексом М отобраны геологом Марианной Тучковой; шлифы с индексом BOJ и AN-L, отобраны геологом Михаилом Роговым; шлифы с индексом F отобраны геологом Петром Федоровым; шлифы с индексами 10-1-1, 10-1-2, 10-3-1, 10-4-1, 10-4-2, 17-2-4 отобраны геологом Ватрушкиной Еленой (Рис. 3).

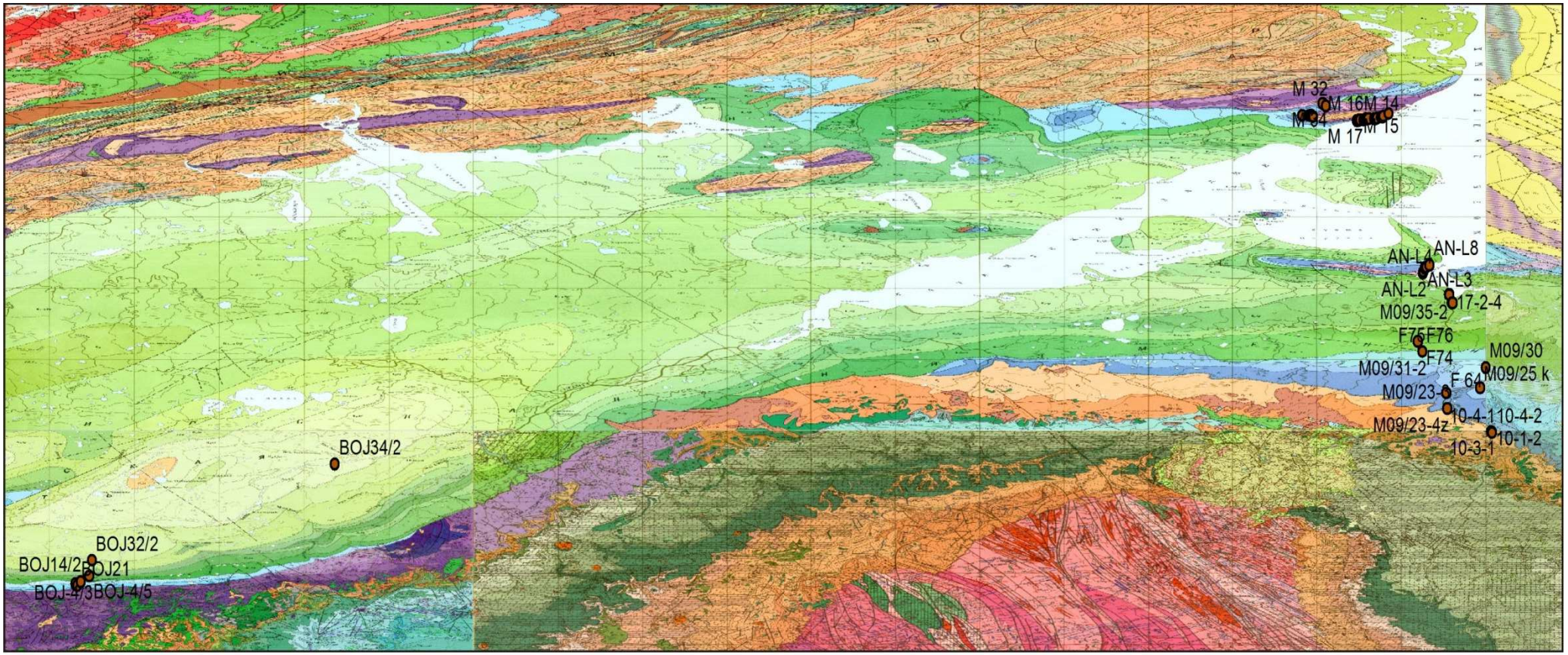


Рис. 3. Схема расположения точек отбора шлифов. Масштаб: 1: 2 500 000.
Составил Ушаков А.В.
(Использованы листы Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 новой серии)

2.1.1 ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА (PZ_3)

Енисей-Хатангский прогиб:

В Енисей-Хатангском прогибе глубоким бурением вскрыты позднепермские отложения в пределах Рассохинского мегавала. Они представлены верхнекожевниковской и мисайлапской свитами поздней перми. Разрез позднепермских отложений составляют алевролиты, песчаники и аргиллиты, преобладающая роль принадлежит песчано-алевритовым породам.

Отложения конца поздней перми – начала раннего триаса представлены туфолавовой свитой, которая сложена эффузивными образованиями. Свита подразделяется на пять восемь пачек, каждая пачка имеет двухчленное строение: в основании залегают туфогенные породы, а выше базальтовые разности (Глаголев, 1994).

Мощность отложений позднего палеозоя достигает 900 м.

Лено-Анабарский прогиб:

В Лено-Анабарском прогибе отложения позднего палеозоя представлены позднекамменоугольными – позднепермскими тонолдинской свитой (C_2–P_1), джаргалахской и бурской толщами (C_2–P_2), устьбурской (P_1), никабытской (P_1), и тюмятинской ($P_{2–3}$) свитами. Разрез представлен переслаиванием песчаников с аргиллитами и алевролитами, также встречаются линзы конгломератов, гравелитов и каменного угля (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Общая мощность среднекаменноугольно – позднепермских отложений достигает 580 м.

2.1.2 МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА (MZ)

ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА (T)

Енисей-Хатангский прогиб:

Разрез триаса в пределах прогиба начинается с отложений туфолавовой свиты нижнего отдела, которая сложена эффузивными образованиями. Разрез свиты подразделяется на пять - восемь пачек, имеющих двухчленное строение: в основании каждой пачки, залегает прослой туфогенных пород, а выше - пачка, сложенная базальтовыми разностями.

Залегающие выше отложения средне - верхнетриасового возраста сложены терригенными породами. Ввиду их литологического однообразия они не расчленяются**.** В разрезе по характеру ритмичности и соотношению песчано-алевритовых и глинистых

пород выделяются три толщи (Глаголев, 1994; Дагис, 1982). Были изучены шлифы песчаных пород AN-L12, AN-L4, M 45-1, M 1-1, M 33-1, M 64d, M 65-4, M 69-1, M 9-1, AN-L2, M 73-1, M 5-1, M 2-1. В шлифах порода представлена песчаником средне - мелкозернистым с редкими зернами полевых шпатов с карбонатным цементом. Текстура неясно слоистая, структура псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,5 – 0,25 мм. – 15 %, 0,25-0,1 мм. – 75%, 0,1 – 0,05 мм – 10%. Состав: кварц 80-85%, полевые шпаты 15-20%. Песчаник среднесортированный, среднеокатанный. Фото шлифа M-2-1(Рис. 4). Также были изучены шлифы глинистых пород AN-L13, AN-L15, AN-L3, M 6-1. Порода представлена глиной алевритистой, большая часть породы состоит из беспорядочно расположенных зерен глинисто-слюдистых минералов. Алевритовая часть – зерна кварца и мусковит. Также есть включения единичных зерен рудного минерала. Фото шлифа M-6-1 (Рис.5).

Мощность триасовых отложений достигает 1100-1200 м.

Лено-Анабарский прогиб:

Триасовая система в Лено-Анабарском прогибе представлена отложениями нижнего и верхнего отделов. Ранний триас сложен улаханюряхской, чекановской, ыстаннахской, пастахской свитами. Низы разреза сложены аргиллитами и алевролитами с прослоями вулканомиктовых песчаников. Выше присутствуют битуминозные известняки чекановской свиты, а также прослои известняков ыстаннахской свиты. Завершается разрез переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Породы содержат включения сидеритовых, известковых и фосфоритовых конкреций. В юго-западной части прогиба встречаются магматиты раннего триаса. Были изучены шлифы 10-1-1, 10-1-2, 10-3-1, 10-4-2, M09-16b. Порода в шлифе представленна долеритом среднезернистым с офитовой, участками габбро-офитовой структурой в сочетании с толеитовой. Состав: плагиоклаз – 45%, клинопироксен – 35%, карбонат – до 10%, биотит – 7%, рудный минерал 3%. Фото шлифа 10-1-2 (Рис. 6).

Позднетриасовые отложения представлены тумулской свитой, которая с размывом залегает на раннетриасовых породах. Разрез сложен песчаниками, аргиллитами и алевролитами. Породы верхней части разреза содержат остатки двустворок *Tosapecten efimovae* (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001; ; Дагис, 1982).

Общая мощность триасовых отложений 250 м.

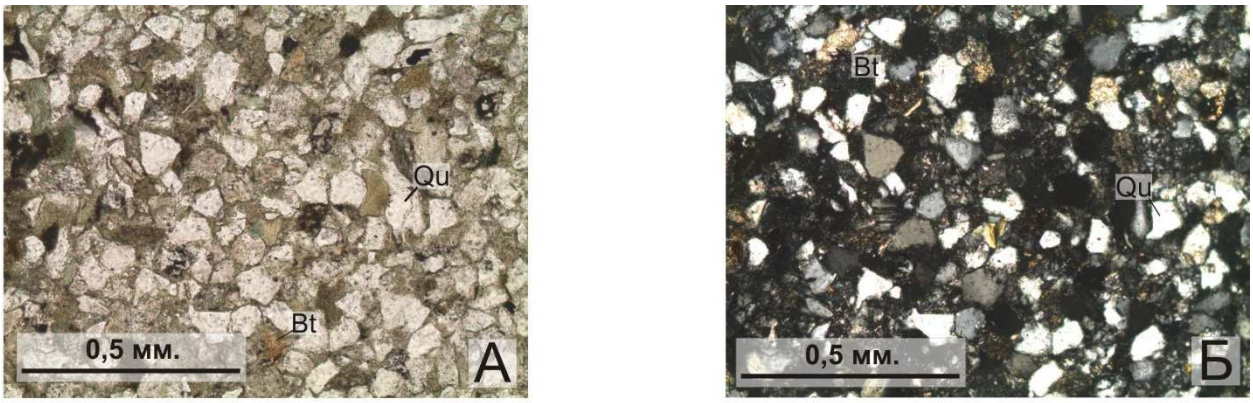


Рис. 4. Фото шлифа М-2-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

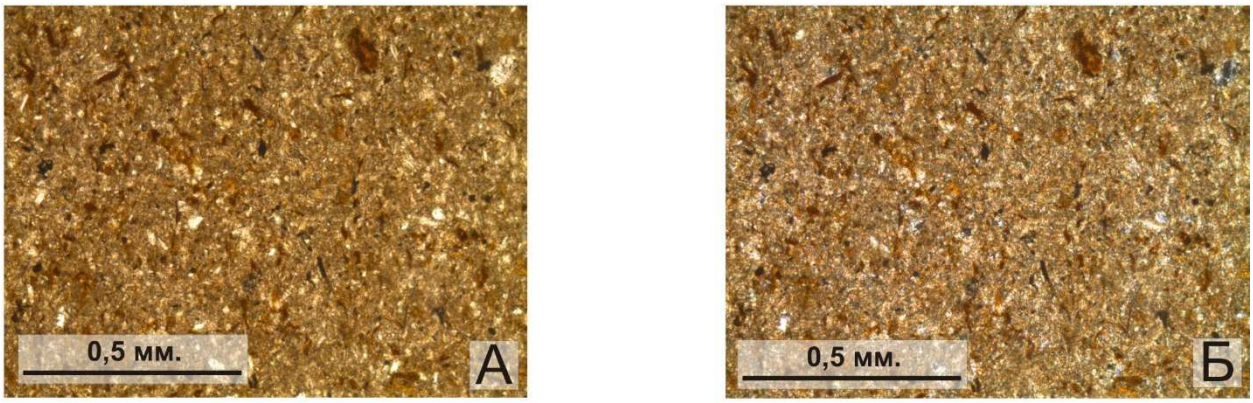


Рис. 5. Фото шлифа М-6-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

Рис. 6. Фото шлифа 10-1-2 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

ЮРСКАЯ СИСТЕМА (J)

РАННИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_1)

Енисей-Хатангский прогиб:

В пределах прогиба юрские отложения со стратиграфическим и угловым несогласием залегают на эродированных образованиях триаса. Разрез ранней юры представлен тремя, согласно залегающими свитами: зимней, левинской и джангодской.

Нижняя часть разреза представлена горизонтальным и линзовидным переслаиванием алевролитов и аргиллитов, встречаются линзы и пласты песчаников мощностью до 10-15 м, также отмечаются прослои конгломератов. Песчаники светло-серого и серого цвета, часто с буроватым оттенком от алевритовых до мелкозернистых разностей, слоистые, глинистые, аркозового состава, содержат прослои карбонатного материала.

Были изучены шлифы песчаников М 15, М 17, М 20-1, М 21-1, М 22-1, М 23-1, М 24-1, М 25-1, М 31-1, М 26-1, М 27-1, М 32, М 48-1. Порода в шлифе представлена тонко – мелкозернистым песчаником. Текстура слоистая, структура псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,5 – 0,25 мм. – 5 %, 0,25-0,1 мм. – 85%, 0,1 – 0,05 мм – 10%. Состав: кварц 80-85%, полевые шпаты 15%, биотит до 5%. Песчаник среднесортированный, среднеокатанный. Фото шлифа М-48-1 (Рис.7).

Алевролиты серого и темно-серого цвета, неоднородные, часто обогащенные глинистым материалом. Были изучены шлифы AN-L16, AN-L18, AN-L21, AN-L22, М 16. Порода представлена в шлифе крупнозернистым алевролитом Текстура неясно полосчатая, структура алевролито псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,25-0,1 мм. – 10%, 0,1 – 0,05 мм – 65%, 0,05-0,01 – 25%. Состав: кварц 75%, полевые шпаты 20%, биотит, хлорит до 5%. Алевролит слабосортированный, среднеокатанный. Фото шлифа М-16 (Рис. 8). Аргиллиты темно-серого, почти черного цвета, часто переслаиваются с алевролитами, образуя неоднородные глинисто-алевритовые разности, в которых встречаются рассеянная галька, многочисленные мелкие обугленные и серицитизированные растительные остатки, обломки древесины, конкреции сидерита и пирита. Выше залегает однородная толща аргиллитов и аргиллитоподобных глин с прослоями конгломератов, песчаников и алевролитов, помимо этого здесь встречаются рассеянная галька и гравий.

Аргиллиты темно-серые и серые, часто буроватые за счет наличия органического материала, с прослоями обогащенными алевритовым материалом. Редкие прослои песчаников, приуроченные в основном к верхней части толщи, серого цвета, мелко-и

среднезернистые, плотные, участками известковистые с многочисленными прослоями растительного детрита. Прослои конгломератов, сложенные плохо сортированным гравием и галькой, приурочены к нижней части толщи.

Алевролиты глинистые, реже песчанистые, образуют прослои и пачки от первых сантиметров до 20 м.

Завершают разрез ранней юры отложения, представленные аргиллитами, и переслаиванием глинистых алевролитов и косослоистых песчаников.

Аргиллиты темно-серые и серые, в различной степени обогащены алевритовым материалом. Песчаники мелкозернистые, алевритовые светло-серые и серые, частично ожелезненные, что придает породе пятнистый облик. Алевролиты часто песчанистые, серого цвета. Для тех и других характерна средняя и плохая сортировка обломочного материала. По вещественному составу они относятся к аркозовым разновидностям. Глинисто-алевритовые породы характеризуются линзовидной слоистостью, обусловленной распределением обломочного материала, ориентированным расположением обломочного материала и слюд. В тонкозернистой массе часто встречаются включения округлой формы (сферолиты), состоящие из доломита, кальцита, арагонита. Повсеместно по породе встречаются гидроокислы железа и пирита. Были изучены шлифы М-74-1, М-50-1. Порода представлена среднезернистым глинистым алевролитом Текстура неясно линзовидно-полосчатая, структура алевролито - псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,25-0,1 мм. – 5%, 0,1 – 0,05 мм – 70%, 0,05-0,01 – 25%. Состав: кварц 75%, полевые шпаты 10%, глинистые минералы 15%. Алевролит среднесортированный, среднеокатанный. Фото шлифа М-50-1 (Рис. 9). В разрезе ранней юры установлены остатки двустворок *Harpax laevigatus*, фораминифер *Trochammina inusitata* и остракод *Ogmoconcha longula* (Ларичев, 2007; Глаголев, 1994; Конторович А. Э., 2013).

Мощность отложений до 1200 м.

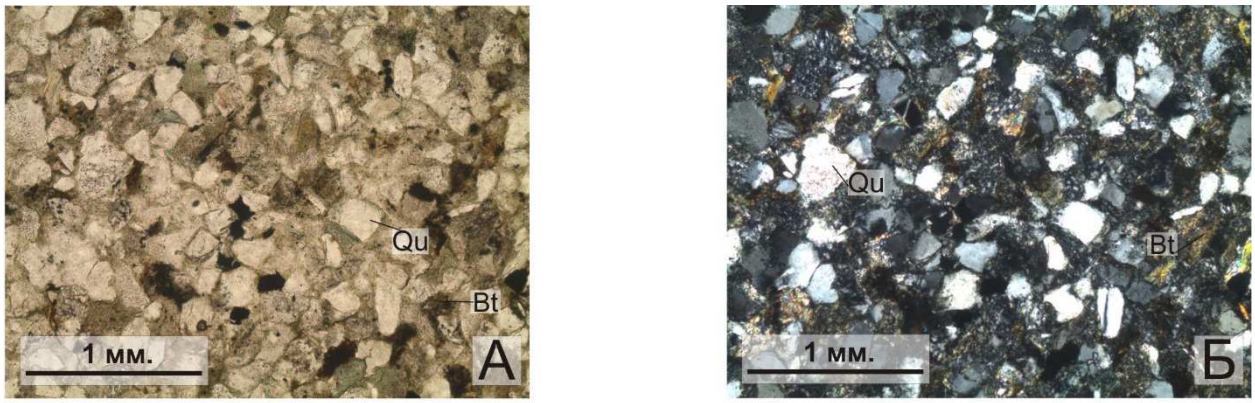


Рис. 7. Фото шлифа М-48-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

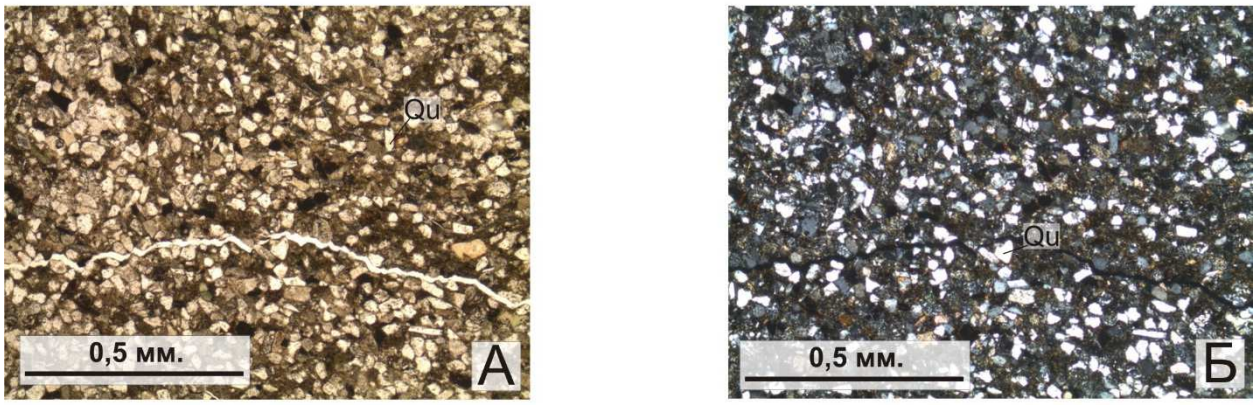


Рис. 8. Фото шлифа М-16-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

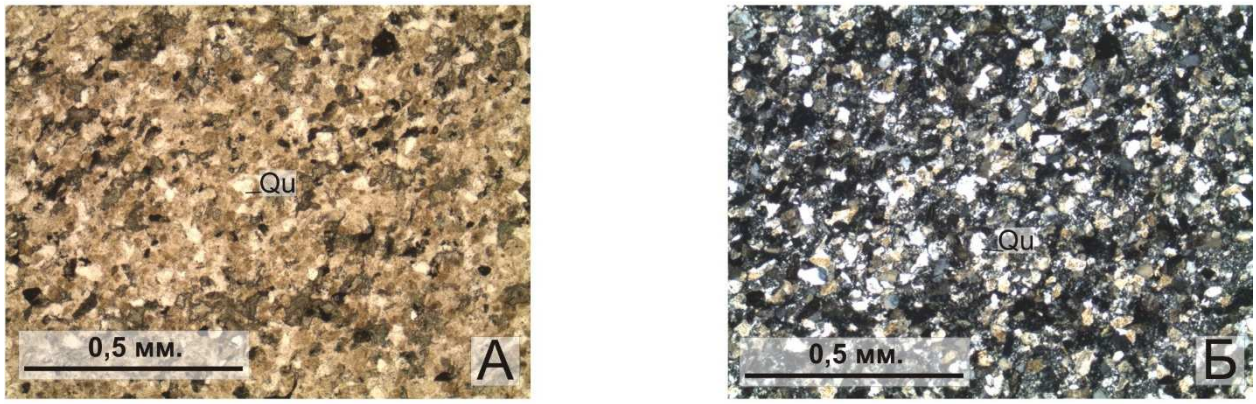


Рис. 9. Фото шлифа М-50-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

Лено-Анабарский прогиб:

Отложения раннего отдела юры, залегают со стратиграфическим несогласием на породах триаса. Разрез ранней юры в Лено-Анабарском прогибе представлен кыстыкюряхской, джангыйской и курунгской свитами.

Разрез начинается с толщи аргиллитов с прослоями алевролитов и горизонтами сидеритовых конкреций и глин. Выше со стратиграфическим несогласием залегают песчаники с конгломератами и алевролиты с горизонтами сидеритовых, известняковых и фосфоритовых конкреций.

Завершают разрез нижней юры глины, переходящие в аргиллиты и алевролиты с сидеритовыми и с известняковыми конкрециями, а также включениями пирита. Породы содержат комплекс двустворок *Arctomytiloides cf. sinuosus* Polub., *Harpax laevigatus* и *Otapiria ex gr. limaeformis* Zakh. (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Общая мощность нижнеюрских отложений достигает 250 – 280 м.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_2)

Енисей-Хатангский прогиб:

Среднеюрские отложения залегают повсеместно согласно на нижнеюрских породах, за исключением прибортовых частей прогиба и представлены лайдинской, вымской, леонтьевской и малышевской свитами.

Образования нижней части разреза средней юры представлены аргиллитами и алевролитами с редкими прослоями песчаников. Породы характеризуются тонкой горизонтальной и линзовидной слоистостью, обусловленной наличием алевритового и песчаного материала. Аргиллиты серые, темно-серые каолинит-хлорит—гидрослюдистые. Алевролито-песчаные породы серого цвета. Для них характерна средняя и плохая сортировка обломочного материала. Выше залегает толща ритмично переслаивающихся аргиллитов, алевролитов и песчаников. Пачки пород не выдержаны по простиранию, мощность песчаных пластов достигает 25-30 м, мощность глинистых пачек до 10 м. Песчаники светло-серого, серого цвета, мелкозернистые, с линзовидной, косой, реже горизонтальной слоистостью.

Алевролиты серые, реже буроватые, средне—, плохо отсортированные. Песчаники и алевролиты относятся к аркозовым разновидностям.

Аргиллиты и алевролиты содержат до 50% обломочного материала. Породы серого и темно—серого цвета, часто с буроватым оттенком, с углистыми прослоями.

Выше толща сменяется переслаиванием глинистых и алевритовых пород, отмечаются редкие прослои песчаников. В ее нижней части преобладают пелитовые разности, в верхней – алевритовые. Слоистость пород горизонтальная, волнистая, линзовидная. Алевролиты серого и темно-серого цвета, цвет зависит от содержания рассеянного органического вещества, слюдистые, плитчатые, с намывами светлой слюды на поверхностях напластования, часто наблюдаются включений карбонатного материала. Аргиллиты темно-серые до черных с тонкими алевритовыми прослоями более светлой окраски. По всему разрезу толщи наблюдаются включения пирита, кальцита и сидерита, а также обугленный растительный детрит.

Завершает разрез средней юры толща с изменчивым литологическим строением и составом. В центральной зоне она имеет преимущественно глинисто-алевритовый состав и монотонное строение, а в периферических зонах приобретает ритмичное строение и существенно опесчанивается. В переходной зоне наблюдается большое разнообразие состава пород.

Песчаники светло-серые от алевритовых до мелко- и среднезернистых, аркозовые, плохо и среднесортированные. Слоистость линзовидная, реже горизонтальная обусловленная наличием прослойков глинисто-алевритового материала. Встречаются прослои угля, обломки древесины, мелкий обугленный растительный детрит.

Были изучены шлифы М 35, М 51-1, AN-L23, AN-L24, AN-L25. Порода представлена мелкозернистым песчаником. Текстура массивная, структура псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,5 – 0,25 мм. – 5 %, 0,25-0,1 мм. – 85%, 0,1 – 0,05 мм – 10%. Состав: кварц 80%, полевые шпаты 15%, биотит до 5%. Песчаник среднесортированный, среднеокатанный. Фото шлифа М-51-1 (Рис. 10).

Алевролиты серые и темно-серые с тонкой горизонтальной, линзовидной, волнистой слоистостью, аркозовые, средней сортировки, реже несортированные. Аргиллиты темно-серые, почти черные иногда с буроватым оттенком, в разной степени алевритистые. В прибортовых зонах в алевролитах и аргиллитах встречаются ходы илоедов, включения обугленной древесины и многочисленные растительные остатки. Известняки глинистые серые и темно-серые, часто пятнистой текстуры, обусловленной неравномерным обогащением глинистым материалом. В разрезе встречаются остатки двустворок *Dacryoma gigantean – Sowerbya, Arctotis lenaensis,* фораминиферы *Trochammina praesquamata* и остракоды *Camptocythere nordvikensis.* (Ларичев, 2007; Глаголев, 1994).
Общая мощность среднеюрских отложений достигает 1100-1300 м.

Лено-Анабарский прогиб:

Отложения среднего отдела юры согласно залегают на раннеюрских породах и представлены келимярской и чекуровской сериями.

Разрез представлен алевролитами, аргиллитами и песчаниками. Алевролиты серые, темно-серые, иногда песчанистые оскольчатые с прослоями глин и аргиллитов с конкрециями и линзами известковистых и сидеритирзированных алевролитов и глинистых известняков. Был изучен шлиф М09/25 k. Порода представлена крупнозернистым алевролитом. Текстура массивная, структура алевролито-псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,25-0,1 мм. – 5%, 0,1 – 0,05 мм – 75%, 0,05-0,01 – 20%. Состав: кварц 85%, полевые шпаты 10%, глинистые минералы 5%. Алевролит среднесортированный, слабоокатанный. Фото шлифа М09/25 k (Рис. 11). Песчаники полимиктовые мелко- и среднезернистые серые и зеленовато-серые грубоплитчатые, местами косослоистые с линзами угля и обугленного растительного детрита.

Аргиллиты темно-серые и черные с мелкими сидеритовыми конкрециями и прослоями фосфоритоносных известняков. Также в разрезе присутствует толща светло-серых глин, переходящих в аргиллиты и алевролиты.

Выше по разрезу залегают отложения, представленные алевролитами с пластами песчаника, содержащего гальку окремненных пород, кварца и кварцитов в основании. Переслаивающимися песчаниками и алевролитами с конкрециями сидеритизированных известняков. Завершается разрез средней юры песчаниками, переходящими в пески и глины монтмориллонитового состава. Породы средней юры содержат комплекс двустворок, аммоноидей, белемнитов (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Общая мощность колеблется от 250 до 350 м.

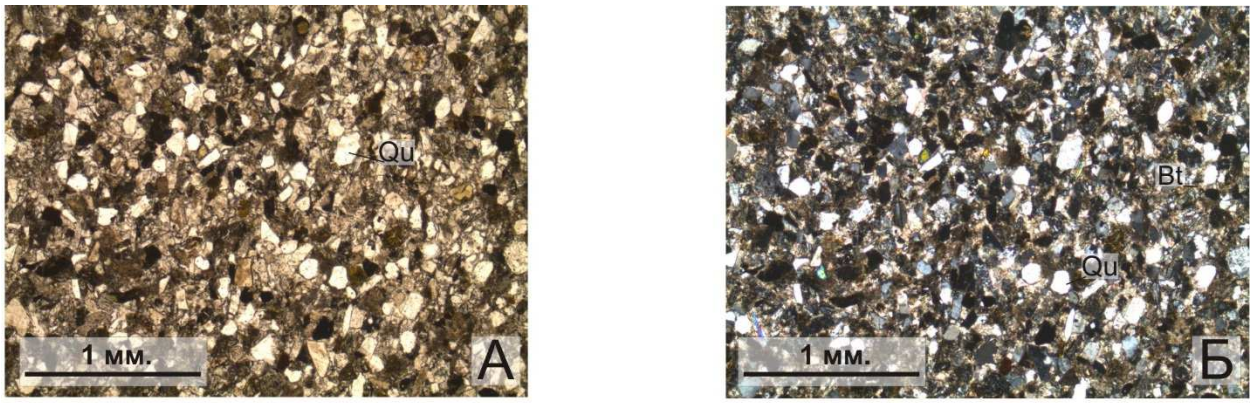


Рис. 10. Фото шлифа М-51-1 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

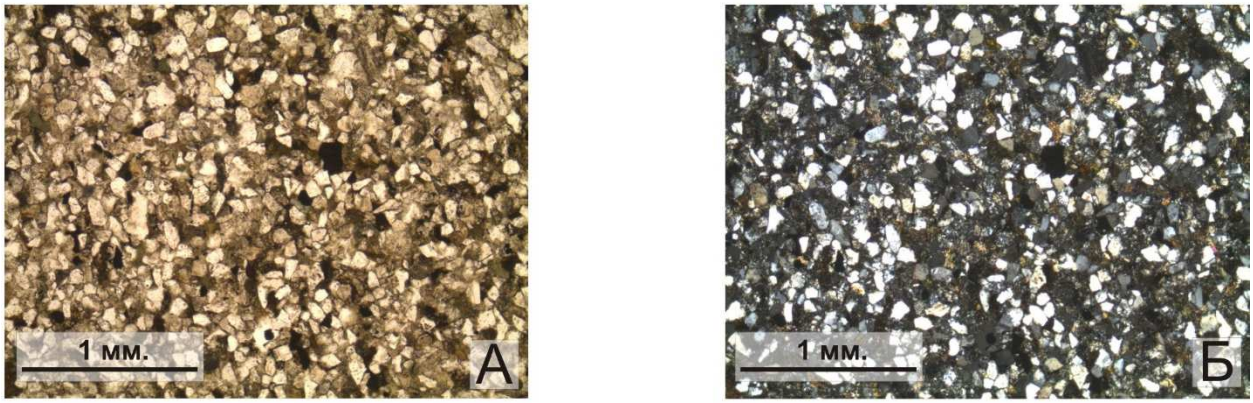


Рис. 11. Фото шлифа М-09-25 k (А) без анализатора (Б) с анализатором.

ПОЗДНИЙ ОТДЕЛ ЮРЫ (J_3)

Енисей-Хатангский прогиб:

Отложения поздней юры, согласно залегают на нижележащих породах. Разрез слагают породы точинской, сиговской, яновстановской и гольчихинской свит. На большей части территории Енисей-Хатангского регионального прогиба разрез верхней юры представлен преимущественно алевритоглинистыми отложениями и имеет двухчленное строение: в нижней части преобладают алевритистые разности в верхней - глинистые. Песчаники светло-серого и серого цвета, часто с зеленоватым оттенком, горизонтально и косослоистые, средне- и плохо-сортированные, мелко- и среднезернистые, часто содержат зерна глауконита и хлорита.

Алевролиты серые и темно-серые, часто буроватые с тонкой горизонтальной и линзовидной слоистостью, средней и плохой сортировки. По составу песчаники и алевролиты относятся к аркозовым разновидностям, содержат многочисленные включения пирита и сидерита, часто ожелезнены. В верхней части разреза залегают битуминозные аргиллиты. Аргиллиты темно-серого, буровато-черного цвета, слоистые, часто алевритистые с прослоями углистого и глинисто-слюдистого материала, с включениями сидерита. Породы содержат комплекс аммонитов *Cardiocers (Plasmatocers) cf. tenuicostatum, Craspedites ex gr.* и фораминифер *Citharina rostriformis* (Ларичев, 2007; Глаголев, 1994).

Общая мощность достигает 1100 м.

Лено-Анабарский прогиб:

В Лено-Анабарском прогибе позднеюрский разрез сложен породами буолкалахской свиты, которая со стратиграфическим несогласием залегает на среднемеловых отложениях.

Разрез представлен морскими и прибрежно-морскими песчано-глинистыми отложениями. В основании повсеместно присутствуют базальные фосфоритоносные конгломераты или глауконитовые песчаники с галькой и гравием окремненных пород, песчаников и алевролитов. Фосфоритовые конкреции составляют до 30 % общего объема пород. Мощность базальных конгломератов колеблется от 0,5–0,7 до 1,9 м. Над ними залегает пачка алевролитов и аргиллитов (до 11–12 м) углистых, местами битуминозных темно-серого и черного цвета с конкрециями, реже линзами пелитоморфных известняков буровато-серых и тонкими прослоями бурых глин. Верхняя часть свиты сложена песчаниками зеленовато-серыми мелкозернистыми с прослоями алевролитов темно-серых. Фауна представлена двустворками *Buchia mosquenis* (Buch). и аммонитами

Dorsoplanites taimyrosphinetes и *D. Panderi* (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Мощность позднеюрских отложений достигает 200-220 м.

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА (К)

РАННИЙ ОТДЕЛ МЕЛА ($К_1$)

БЕРРИАССКИЙ - ВАЛАНЖИНСКИЙ ВЕКА ($К_1$ *b-v*)

Енисей-Хатангский прогиб:

Отложения беррисасс – валанжинского времени включают в себя нижнехетскую и суходудинскую свиты и залегают на юрских со стратиграфическим несогласием. Эти отложения в нижней части разреза представлены толщей пород, сложенной алевролитами и глинистыми алевролитами с прослоями аргиллитов, и маломощными прослоями песчаников. Алевролиты серого и темно-серого цвета. Текстура линзовидно-слоистая, прослоями массивная, структура алевритовая. Цемент углисто-глинисто-слюдистый и карбонатный.

Аргиллиты темно-серые до черных со стяжениями пирита и включениями обугленных растительных остатков. Текстура пород массивная и комковато-пятнистая. Структура пелитовая. Цемент углисто-глинисто-слюдистый, прослоями карбонатно-глинистый.

Выше по разрезу залегает толща ритмично-переслаивающихся алеврито-песчаных и алевритоглинистых пачек. Основными разновидностями пород этой толщи являются песчаники, алевролиты и аргиллиты. Песчаники светло-серые и серые, иногда с зеленоватым оттенком, мелко- и среднезернистые, глинистые, часто слабо сцементированные, переходящие в песок, слоями каолинизированные и карбонатизированные. Слоистость пород косая, волнистая, линзовидная, реже горизонтальная. В песчаниках часто наблюдаются немногочисленные угловатые обломки темно-серых аргиллитов, прослойки и линзовидные включения углисто-глинистого материала и обугленного растительного детрита, по плоскостям наслоения намывы слюды. Алевролиты серые, буровато-серые в зависимости от содержания глин и углистого материала, с линзочками и прослоями мелкозернистого песчаника, зачастую карбонатного, и линзочками аргиллита черного цвета.

Песчаники и алевролиты преимущественно хорошей сортировки. Цементируются слюдисто-глинистым каолинитовым и карбонатным материалом. Аргиллиты темно-серые,

серые с зеленоватым оттенком, в различной степени алевритистые, зачастую содержат линзы, прослои алевролитов и песчаников светло-серого цвета. В аргиллитах много растительных остатков, конкреций и включений сидеритов, обломков обугленной древесины. Породы содержат комплекс фораминифер *Evolutinella fimbriatus, Valanginella tatarica* и остракод *Palaeocytheridea aff. Allaudabila* и др. (Глаголев, 1994).

Мощность берриас-валанжинских пород до 1300 м.

Лено-Анабарский прогиб:

В пределах прогиба берриасс – валанжинские отложения представлены кигиляхской свитой. В основании разреза выделяется пачка светло-серых с зеленым оттенком мелкозернистых песчаников. В ней присутствуют линзы ракушняков, сложенные остатками двустворок. Выше по разрезу встречаются линзы конгломератов с галькой окремненных пород, алевролитов, песчаников, кварца и обломками окаменелой древесины. В отдельных слоях присутствуют скопления шаровых конкреций фосфоритов. Средняя пачка представлена чередованием алевролитовых и песчаниковых пластов, в которых присутствуют угольные прослои, встречаются отпечатки флоры, остатки пресноводной, солоноватоводной и морской фауны. Был изучен шлиф алевролита М09/32 Zr. Порода представлена крупнозернистым алевролитом. Текстура массивная, структура алевролито-псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,25-0,1 мм. – 5 %, 0,1 – 0,05 мм – 75%, 0,05-0,01 – 20%. Состав: кварц 85%, полевые шпаты 10%, биотит, пироксен 5%. Алевролит среднесортированный, слабоокатанный. Фото шлифа М09/32 Zr (Рис. 12).

Верхняя пачка состоит из песчаников мелко- и среднезернистых светло-серых с зеленоватым оттенком (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;). Породы содержат комплекс аммонитов *Astieriptychites astierptychus Bodyl.*, и двустворок: *Buchia inflata Lah., B. keyserlingi Lah.* И др. Мощность отложений берриасс – валанжинского времени достигает 250 м.

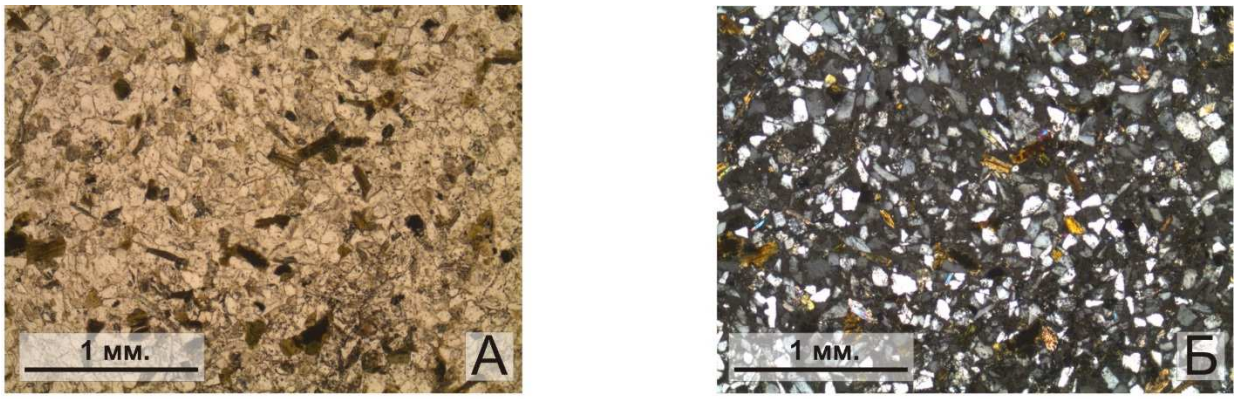


Рис. 12. Фото шлифа M09/32 Zr (А) без анализатора (Б) с анализатором.

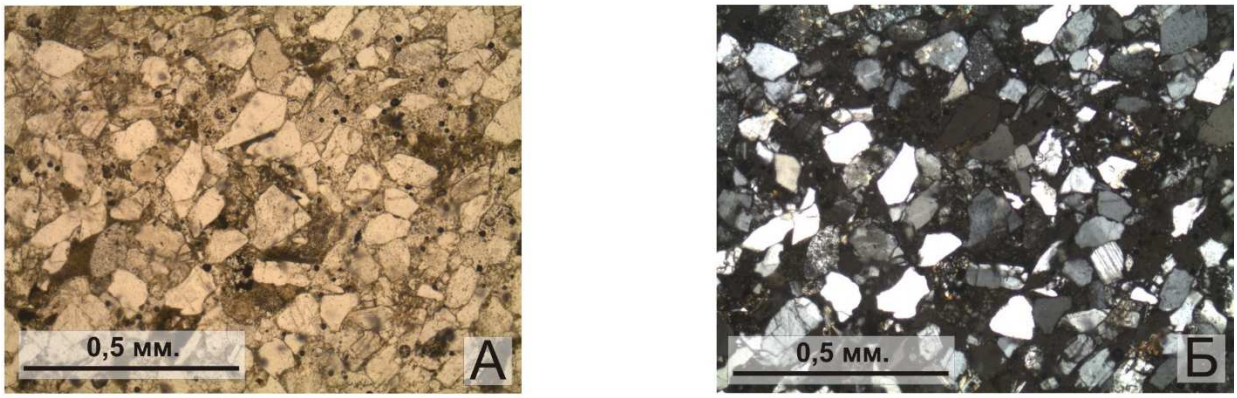


Рис. 13. Фото шлифа 17-2-4 (А) без анализатора (Б) с анализатором.

ГОТЕРИВСКИЙ - АЛЬБСКИЙ ВЕКА (K_1 *g-al*)

Енисей-Хатангский прогиб:

Отложения этого времени согласно залегают на нижележащих породах. Представлены малохетской и яковлевской свитами.

Нижняя часть разреза представлена преимущественно песками и песчаниками, переслаивающимися с алевролитами и глинистыми породами. В глинистых и алевролитовых прослоях отмечаются маломощные прослои углей. Глинистые породы образуют, невыдержанные по простиранию прослои и пачки, мощность которых не более 20 м. Пески и песчаники светло—серого цвета, мелко-, среднезернистые, каолинизированные, слабо сцементированные, реже встречаются более крепкие известковистые разности. Породы косослоистые, участками брекчиевидные, обломки представлены темно-серыми алевролитами различной формы. Алевролиты серые, буровато-серые, глинистые с косой волнистой и линзовидной слоистостью. Песчаники и алевролиты по составу аркозовые. Сортировка обломочного материала различная - от хорошей до несортированных разностей. Выше залегают невыдержанные по составу и мощности алевритоглинистые и алеврито-песчанистые пласты. Эти пласты образуют линзовиднослоистую толщу с резким выклиниванием литологических тел. Соотношения глинистых и песчаных пород в разрезе примерно равные: вверх по разрезу количество глинистых пород возрастает. Мощность пластов и пачек колеблется от первых метров до 20-30 м. Породы глинисто-алевритовых пачек серые и темно-серые неоднородные, по составу каолинит-гидрослюдистые. Алеврито-песчаные пласты представлены, главным образом, песчаниками и песками серого и светло-серого цвета, кварц-полевошпатовыми, мелкозернистыми, слюдистыми, глинистыми, слабо литифицированными, тонкослоистыми. В породах встречаются рассеянная мелкая галька и гравий кварца, кремнистых пород и долеритов.

Выше залегают преимущественно глинистые отложения. В отдельных разрезах наблюдаются песчаные пласты, имеющие, линзообразную морфологию. В литологическом отношении непроницаемые пласты представлены переслаиванием глин и алевролитов серого и темно-серого цвета, слоистость пород волнистая, косая, линзовидная. Глины каолинит-гидрослюдистые. Завершается разрез переслаиванием алеврито-песчаных и глинистых пластов и пачек, преобладают песчаные пласты. Глинистые пачки не выдержаны по простиранию. В верхней части разреза встречены фораминиферы из рода *Saccammina* (Глаголев, 1994).

Общая мощность до 1000 м.

Лено-Анабарский прогиб:

Отложения этого геологического периода представлены кюсюрской, сиктяхской, огонерюряхской, лукумайской и укинской свитами.

Низы разреза сложены пачками (до 25 м) песчаников темно-серых с прослоями светло-серых, которые переслаиваются с пачками (до 15 м) алевролитов темно-серых с выклинивающимися пластами углей (до 0,4 м) и стяжениями известковистых пород. Выше залегают преимущественно песчаники. Песчаники мелко- и среднезернистые массивные и плитчатые, иногда косослоистые светло-серые с зеленоватым, желтоватым и кремовым оттенком. На всех уровнях встречаются стяжения песчаников с карбонатным цементом, линзы и обломки углей. Отмечаются пачки (до 20–25 м) тёмно-серых алевролитов с единичными пластами углей (до 0,2 м). Также нередки линзы конгломератов с галькой, главным образом алевролитов. Породы содержат комплекс двустворок *Sphenobaiera angustiloba* (Heer*), Czekanowskia rigida* Heer.

Были изучены шлифы песчаников 17-2-4, M09/33-1, M09/34ug, M09/35-2. В шлифах порода представлена песчаником средне - мелкозернистым с редкими зернами полевых шпатов с карбонатным цементом. Текстура массивная, структура псаммитовая. Гранулометрический состав: 0,5 – 0,25 мм. – 20 %, 0,25-0,1 мм. – 75%, 0,1 – 0,05 мм – 5%. Состав: кварц 80%, полевые шпаты 15%, карбонаты 5%. Песчаник среднесортированный, слабоокатанный. Фото шлифа 17-2-4 (Рис.13). Эти отложения сменяются темно-серыми алевролитами и углистыми аргиллитами с отдельными пластами серых и светло-серых песчаников, и линзами угля. Выше залегают крепко сцементированные песчаники серых, светло-серых и зеленовато-серых оттенков, мелко- и среднезернистые косослоистые и плитчатые, включающими обломки окаменелой древесины, гальку пород верхоянского комплекса. Нередко встречаются протяженные линзы темно-серых алевролитов с прослоями (0,1– 0,2 м) песчаников и углей. Завершается разрез толщей, нижняя и верхняя части которой, сложены темно-серыми (до черных) алевролитами, аргиллитами с пластами угля и сидеритовыми конкрециями, а также пачками песчаников. Среднюю часть слагают преимущественно косослоистые песчаники светло-серые мелко- и среднезернистые. Здесь известно до 20 пластов каменного угля мощностью от 0,4 до 3,2 м. (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Общая мощность достигает 800-900 м.

КОНЕЦ РАННЕГО НАЧАЛО ПОЗДНЕГО МЕЛА (K_{1-2})

Енисей-Хатангский прогиб:

Отложения переходного периода от раннего к позднему мелу представлены в Енисей-Хатангском прогибе долганской свитой. Она представлена литологически неоднородной толщей. Повсеместно толща сложена преимущественно песками и песчаниками, глины и алевролиты имеют подчиненное значение. Пески и песчаники серые, желтовато-серые, бурые с зеленоватым оттенком, мелко- и среднезернистые, алевритистые, косослоистые, часто каолинизированные. В песчаниках встречаются известковые и сидеритовые конкреции. Алевролиты и глины серые и темно-серые, частично каолинизированные, горизонтально слоистые. В целом для пород характерно наличие обломков древесины, галек глин, зерен янтаря (Глаголев, 1994, Кузнецов, 2001).

Мощность достигает 520 м.

Лено-Анабарский прогиб:

Отложения конца раннего – начала позднего мела представлены менгюряхской и чарчыкской свитами. По составу это песчаники зеленовато-серыми, реже светло-серыми среднезернистые и разнозернистые, крепко- и слабосцементированные. По всей толще и особенно в основании разреза встречаются галька, валуны и линзы конгломератов различного состава; от 20 до 50 % галечного состава конгломератов это кварциты и гранитоиды. Также присутствуют линзы, сложенные окаменелой древесиной. Характерной чертой являются стяжения плотно сцементированных известковистых песчаников. Выше залегают светло-серые с зеленоватым оттенком среднезернистые слабосцементированные песчаники, в которых присутствуют обломки окаменелой древесины, галька известняков, аргиллитов, кварцитов и окремнелых пород. Также встречаются протяженные линзы крепкосцементированных песчаников. В верхней части разреза выделяются четыре угленосных горизонта мощностью 6–17 м, сложенных чередующимися прослоями алевролитов, аргиллитов и песчаников с пластами углей (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001;).

Мощность этих отложений достигает 430 м.

ПОЗДНИЙ ОТДЕЛ МЕЛА ($К_2$)

Осадков позднемелового времени в пределах Лено-Анабарского прогиба не сохранилась. Однако степень метаморфизма углей в самой молодой чарчыкской свите свидетельствует о былом существовании там довольно мощной верхнемеловой толщи, которая в кайнозое была размыта.

В пределах Енисей-Хатангского прогиба сохранились осадки позднемелового времени вплоть до отложений маастрихта. Отложения представлены дорожковской, насоновской, салпадаяхинской и танамской свитами.

Разрез представлен литологически неоднородной толщей. Толща сложена алевритоглинистыми отложениями с редкими тонкими прослоями песков и песчаников.

Глины темно-серые с зелёным оттенком, алевритистые. Алевриты серые, зеленовато-серые, прослоями глауконитовые. В глинисто-алевритовых породах встречаются конкреции пирита, обломки фауны. Пески и песчаники серого цвета с зеленоватым оттенком, мелкозернистые с глинисто-алевритовыми включениями. В основании толщи залегает первый фосфоритовый горизонт с морской фауной. Выше по разрезу залегают ритмично чередующиеся пачки глин, алевролитов и песчаников с фосфоритовыми горизонтами в основании каждой пачки. Еще выше глины, нередко опоковидные, с бобовинами и оолитами лептохлоритов, с фосфоритовым горизонтом в основании, и серыми неслоистыми алевролитами.

Завершается разрез отложениями песками и алевролитами с прослоями глин, и конкрециями песчаников Фауна представлена двустворками *Inoceramus (Inoceramus)* pictus, *Inoceramus (Inoceramus) tenuis* и др. (Глаголев, 1994, Кузнецов, 2001ф).

Общая мощность отложений позднего мела достигает 800 м.

2.1.3 КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (KZ)

ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА (Ꝑ)

Разрез палеогена на территории исследования представлен кэтпарской свитой датского яруса и нерасчлененными отложениями среднего-позднего отделов палеогена. Палеогеновые образования несогласно залегают на позднемеловых. Нижняя часть разреза сложена каолинизированными песчаниками, алевритами с прослоями глин и линзами гравийно-галечного материала. Породы содержат включения стяжений сидерита и скопления обугленного растительного детрита. Разрез завершается каолинитовыми глинами и песками (Государственная, R-(45),46,47,…2000).

Таким образом, петрографическое исследование шлифов литотипов палеозойских и мезо-кайнозойских пород по площади и по скважинам, пробуренным в пределах исследуемой территории, позволило выявить фациальную изменчивость отложений как по латерали, так и по разрезам скважин (I защищаемое положение).

2.2 СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ

Территория исследования включает в себя восточную часть Енисей-Хатангского прогиба, Лено-Анабарский прогиб и Анабар-Хатангскую седловину (Рис. 14).

2.2.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГИБ

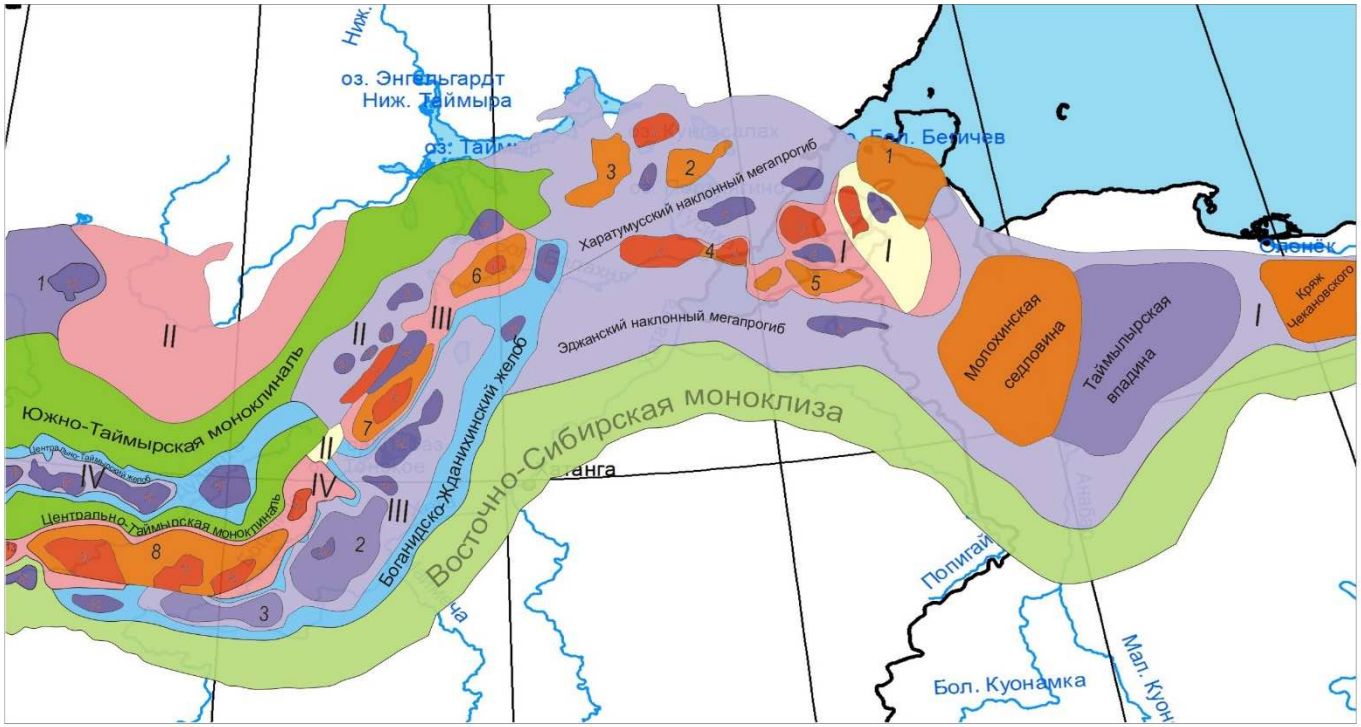
Енисей-Хатангский региональный прогиб расположен на севере Сибирской платформы. В тектоническом отношении он, с одной стороны, разделяет Сибирскую платформу и Таймырскую покровно-складчатую область, а с другой - является составной частью зоны мезозойско-кайнозойских депрессий, начинающейся на западе Западно-Сибирской синеклизой и протягивающейся через Енисей-Хатангский региональный прогиб в Вилюйскую синеклизу. Границы регионального прогиба с Сибирской платформой и Таймырской покровно-складчатой областью проводятся по линии выклинивания выполняющих прогиб осадочных триасово-кайнозойских отложений. В западном направлении прогиб раскрывается в Западно-Сибирскую мегасинеклизу. Граница с последней условна и может быть проведена по смене субширотных простираний структур, свойственных региональному прогибу, на субмеридиональные, характерные для структур севера плиты. На востоке граница с Анабаро-Хатангской седловиной проведена по зонам выполаживания краевых моноклиналей регионального прогиба и восточным замыканиям осложняющих его крупных положительных и отрицательных структур. (Ларичев, 2007 ф.; Кузнецов, 2002, Конторович В.А., 2011, Фомин, 2010).

Енисей-Хатангский региональный прогиб вытянут с юго-запада на северо-восток и имеет асимметричное строение.

В центральной части Енисей-Хатангского регионального прогиба выделяются две отрицательных структуры 0 порядка – Центрально-Таймырский и Боганидско-Жданихинский желоба. Желоба разделены двумя крупными положительными структурами I порядка Балахнинским и Рассохинским мегавалами. Севернее Центрально-Таймырского желоба располагается Южно-Таймырская мегамоноклиналь. Южнее Боганидско-Жданихинского желоба, на южном склоне Енисей-Хатангского регионального прогиба, выделяется Восточно-Сибирская моноклиза.

Центрально-Таймырский наклонный желоб оконтурен по изолинии минус 3240 м. Его амплитуда превышает 1080 м, а площадь составляет около 40 000 км^2.

В северо-восточном направлении Центрально-Таймырский наклонный желоб наращивается Туровским наклонным мегапрогибом - отрицательной структурой I порядка,



ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ:

Положительные: ***Надпорядковые структуры*** – Мессояхская наклонная гряда;

Структуры I порядка – **I.** Тигяно-Сопочный наклонный мегавал, **II.** Янгодо-Горбитский мегавыступ, **III.** Балахнинский наклонный мегавал, **IV.** Рассохинский наклонный мегавал;

Структуры II порядка – **1.** Нордвикский наклонный мезовал, **2.** Подкаменный мезовал, **3.** Осиповский мезовал, **4.** Сопочный мезовал, **5.** Тигянский мезовал, **6.** Владимирский мезовал, **7.** Балахнинский мезовал, **8.** Волочанский мезовал;

Структуры III порядка – **1.** Северо-Подкаменный вал, **2.** Южно-Нордвикский вал, **3.** Портнягинское кп, **4.** Белогорское кп, **5.** Западно-Белогорский вал, **6.** Центрально-Владимирский вал, **7.** Кубалахский вал, **8.** Западно-Балахнинский вал, **9.** Курьинское кп, **10.** Восточно-Волочанский вал, **11.** Центрально-Волочанский вал, **12.** Западно-Волочанский вал, **13.** Тундровый вал

Отрицательные: ***Надпорядковые структуры и структуры 0 порядка*** – Боганидско-Жданихинский желоб, Центрально-Таймырский желоб;

Структуры I порядка – Харатумусский наклонный мегапрогиб Эджанский наклонный мегапрогиб, **I.** Лено-Анабарский мегапрогиб, **II.** Туровский наклонный мегапрогиб, **III.** Боганидский мегапрогиб, **IV.** Агапский мегапрогиб,

Структуры II порядка – Молохинская впадина, Таймылырская впадина, **1.** Пясинский мезоврез, **2.** Хетская мезовпадина, **3.** Романихинский мезопрогиб,

Структуры III порядка – **1.** Восточно-Арылахская впадина, **2.** Бегичевская впадина, **3.** Северо-Хутудаямская впадина, **4.** Западно-Арылахсхая впадина, **5.** Северная впадина, **6.** Северо-Владимирская впадина, **7.** Центрально-Кугасалахская впадина, **8.** Гусихинский прогиб, **9.** Южно-Владимировская впадина, **10.** Северо-Пясинская впадина, **11.** Центрально-Кугасалахская впадина, **12.** Северо-Кубалахская впадина, **13.** Восточно-Туровская впадина, **14.** Таридский наклонный прогиб, **15.** Западно-Туровская впадина, **16.** Кугасалахский прогиб, **17.** Северо-Рассомашья впадина, **18.** Шаманская впадина, **19.** Дудыптинский прогиб, **20.** Западно-Дудыптинский прогиб, **21.** Восточно-Агапская впадина, **22.** Восточно-Дудыптинская впадина, **23.** Боярская впадина, **24.** Рассомашья впадина.

Промежуточные тектонические элементы: Южно-Таймырская моноклиналь, Центрально-Таймырская моноклиналь; ***Мезоседловины, седловины:*** **I.** Бегичевская мезоседловина, **II.** Внутренняя седловина.

Рис. 14 Тектоническая схема мезозойско-кайнозойского осадочного чехла восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и Лено-Анабарского прогиба. Масштаб: 1: 5 000 000. Составил Ушаков А.В.
(*По материалам Ларичева А.И., Чеканова В.И., Тальвирского Д.Б.,Забалуева В.В., Шкарубо С.И., Проскурнина В.Ф.*)

вытянутой с юго-запада на северо-восток. Его площадь более 10000 км^2, а амплитуда превышает 1640 м. Границы наклонного мегапрогиба имеют плавные очертания. Северо-западная граница проведена по изолинии минус 1600 м, юго-восточная - имеет дизъюнктивно-пликативный (дизъюнктивная на юге и пликативная на севере) характер, а юго-западная - проведена по изолинии минус 3240 м. Туровский наклонный мегапрогиб осложнен положительной структурой III порядка - Кубалахским валом, вытянутым с северо-востока на юго-запад. На северо-западе структура ограничена по изолинии минус 2020 и, а юго-востоке — разломом. Максимальная вертикальная амплитуда смещения по разлому превышает 300 м (поднят северо-западный блок). Амплитуда Кубалахского вала равна 440 м, а площадь составляет около 810 км^2. В центральной и юго-западной частях вал осложнен локальными (IV порядка) поднятиями (Ларичев, 2007 ф.).

Днище Туровского наклонного мегапрогиба в его центральной части осложнено вытянутыми в цепочку 4 отрицательными структурами III порядка. На крайнем северо-востоке наклонного мезопрогиба расположена еще, одна наращивающая цепочку, депрессия III порядка - Северо-Владимирская впадина. Впадина имеет округлую, несколько вытянутую согласно с мегапрогибом форму, оконтурена по изогипсе минус 1700 м, охватывает площадь около 500 км^2, его амплитуда равна 230 м. Крайней северо-восточной депрессией в основной части цепочки является Южно-Владимировская впадина, оконтуренная по изолинии минус 2200 м, несколько удлиненная с юго-запада на северо-восток. Ее площадь - около 450 км^2, амплитуда составляет более 80 м. Юго-западнее расположена Северо-Кубалахская впадина, оконтуренная также по изолинии минус 2200 м. Она охватывает площадь около 200 км^2, а амплитуда превышает 320 м. Эта депрессия имеет округлую форму. Далее в юго-западном направлении находится Восточно-Туровская впадина, охватывающая площадь около 210 км^2, ее амплитуда равна 140 м, депрессия ограничена на абсолютной глубине минус 2340 м. Впадина вытянута в соответствии с общим удлинением наклонного мегапрогиба. Замыкает цепочку на юго-западе Западно-Туровская впадина, выделенная по замкнутой изогипсе минус 2340 м. Впадина охватывает площадь 260 км^2 при амплитуде 100 м (Ларичев, 2007 ф.).

Юго-восточнее Центрально-Таймырского наклонного желоба расположен Боганидско-Жданихинский наклонный желоб. На востоке тектонический элемент оконтурен по изолинии минус 1660 м. На западе граница имеет сложную пликативно-дизъюнктивную природу. Частично она проведена по зоне разлома, а частично - по

изогипсе минус 2260 м. Амплитуда Боганидско-Жданихинского наклонного желоба превышает 3300 м, он охватывает площадь около 36500 км^2.

В центральной части Боганидско-Жданихинский наклонный желоб осложнен Боганидским мегапрогибом, в северо-восточной - Центрально-Кугасалахской (площадь - 330 км, амплитуда - 100 м, оконтуривающая изогипса - минус 2620 м) и Северо-Кугасалахской (охватывает площадь около 570 км при амплитуде 380 м, оконтурена по изолинии минус 1920 м) впадинами. В юго-западной части наклонного желоба на абсолютной глубине 2440 м ограничена Боярская впадина, вытянутая в широтном направлении. Депрессия охватывает площадь около 500 км^2, имеет амплитуду 140 м.

Боганидский мегапрогиб - отрицательная структура I порядка, оконтуренная по изолинии минус 2640 м. На некоторых участках северо-западная граница проведена по серии разломов, протягивающихся с северо-востока на юго-запад. Разломы субвертикальные, высокоамплитудные, нередко их амплитуда превышает 500 м. Площадь тектонического элемента составляет около 8000 км^2, а амплитуда превышает 2300 м. Боганидский мегапрогиб в центральной части осложнен Хетской мезовпадиной, ограниченной по изолинии минус 3320 м. Мезовпадина охватывает площадь около 4700 км2, а амплитуда равна 1600 м. В центральной части отрицательной структуры II порядка расположена Рассомашья впадина, которая оконтурена по изогипсе минус 4880 м. Депрессия, вытянутая с юго-запада на северо-восток, имеет амплитуду 40 м, ее площадь составляет около 220 км^2 (Ларичев, 2007 ф.).

Центрально-Таймырский и Боганидско-Жданихинский наклонные желоба разделены двумя крупными положительными структурами I порядка Балахнинским и Рассохинским наклонными мегавалами.

Рассохинский наклонный мегавал выделен в центральной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. Ориентировка оси положительной структуры I порядка в западной части субширотная, а в восточной - северо-восточная. Рассохинский наклонный мегавал оконтурен по изолиниям минус 1540 м (на севере) и минус 1600 м (на юге), и имеет амплитуду более 1500 м. Таким образом, мегавал как бы «перекошен» с юга на север. Наклонный мегавал имеет S-образную форму; он охватывает площадь около 15300 км^2. В западной части положительной структуры I порядка южная граница проведена по разлому, простирающемуся в субширотном направлении (Ларичев, 2007 ф.).

Рассохинский наклонный мегавал отделяет от Балахнинского (в сечении по простиранию Енисей-Хатангского регионального прогиба) Внутренняя седловина. В

поперечном сечении седловина разделяет Центрально-Таймырский наклонный желоб и Центрально-Таймырскую мегамоноклиналь от Боганидско-Жданинского наклонного желоба. Северо-западная и юго-восточные границы седловины проведены по разломам, которые простираются с юго-запада на северо-восток. С юга седловина по изолинии минус 2240 м граничит с Рассохинским наклонным мегавалом, а с севера, по изогипсе минус 2260 м, с Центрально-Таймырской моноклиналью. Площадь промежуточного тектонического элемента составляет 560 км^2 (Ларичев, 2007 ф.).

Балахнинский наклонный мегавал оконтурен по изолиниям минус 2260 и минус 2020 м, амплитуда составляет более 1800 м. Площадь структуры I порядка составляет около 11100 км2. В юго-западной части северная граница Балахнинского мегавала проведена по разлому северо-западного простирания. Мегаструктура осложнена в юго-западной; части Балахнинским мезовалом, который ограничен по изолинии минус 1860 м и имеет амплитуду 1560 м и охватывает площадь около 2600 км^2. В центральной части Балахнинского мезовала выделен Западно-Балахнинский вал - положительная структура III порядка, которая оконтурена по изогипсе минус 980 м, а ее амплитуда равна 680 м при площади 690 км^2. В северо-восточной части Балахнинского мегавала выделен Владимировский мезовал. Положительная структура II порядка ограничена по изолинии минус 1020 м и имеет амплитуду более 600 м при площади около 2000 км^2. В центральной части Владимировский мезовал осложнен положительной структурой III порядка - Центрально-Владимировским валом, который оконтурен по изолинии минус 560 м, а его амплитуда равна 140 м, площадь составляет около 225 км^2. В юго-западной части наклонного мегавала, примыкая к его северо-западной разломной границе, располагается Таридский наклонный прогиб. Пликативная (на юго-востоке и северо-востоке) граница прогиба проведена на глубине 1860 м. Амплитуда отрицательного тектонического элемента III порядка превышает 220 м, площадь составляет около 1000 км^2 (Ларичев, 2007 ф.).

Восточнее Балахнинского наклонного мегавала расположена отрицательная структура I порядка - Харатумусский наклонный мегапрогиб, большей частью ограниченный по изолинии с абсолютной отметкой минус 200 м. Очертания границы тектонического элемента I порядка довольно плавные, хотя на западе, где мегапрогиб сочленяется с Эджанским наклонным мегапрогибом, Боганидско-Жданихинским желобом, Балахнинским наклонным мегавалом и Южно-Таймырской моноклиналью, она проведена условно; это и обусловило полузамкнутость структуры. Харатумусский наклонный

мегапрогиб имеет удлиненную с юго-запада на северо-восток форму, площадь его составляет около 8260 км^2.

Харатумусский наклонный мегапрогиб является «знаковым» тектоническим элементом в структуре Енисей-Хатангского регионального прогиба. В широтном сечении он, вместе с северной и южной отрицательными структурами делит региональный прогиб на западную (Западно-Сибирскую) и восточную (Лено-Анабарскую) части. В поперечном сечении в западной части трех отрицательных структур I порядка наблюдается своеобразный «прогиб» между Таймырскими складчатыми сооружениями и Восточно-Сибирской мегамоноклизой (Ларичев, 2007 ф.).

Расположение мегавала в наиболее прогнутой части этой переходной зоны обусловило отсутствие на его территории осложняющих положительных структур. В восточной половине Харатумусский наклонный мегапрогиб осложнён 3 отрицательными структурами Ш порядка. Северо-Хутудаямская впадина располагается вблизи северной границы мегапрогиба, ориентирована меридионально, оконтурена по изолинии минус 380 м и имеет амплитуду более 80 м при площади 270 км^2. В центральной части наклонного мегапрогиба находится Западно-Арылахская впадина, охватывающая площадь около 810 км^2 при амплитуде 80 м. Впадина ограничена на абсолютной глубине минус 580 м. На крайнем северо-востоке наклонного мегапрогиба расположена Восточно-Арылахская впадина. Впадина оконтурена по изогипсе минус 360 м, ее площадь составляет около 600 км^2, а амплитуда -80 м. Два последних тектонических элемента имеют несколько вытянутую форму и относительно простое симметричное строение (Ларичев, 2007 ф.).

На севере Харатумусский наклонный мегапрогиб граничит с Лено-Анабарским, который на территории исследования охватывает площадь около 8350 км^2. Ориентировка длинной оси мегаструктуры - субширотная. Северная граница, совпадающая с таковой Енисей-Хатангского регионального прогиба, более извилистая, чем южная, проведенная о изолинии минус 200 м. В западной части Лено-Анабарского наклонного мегапрогиба по изогипсе минус 80 м оконтурен Осиповский мезовал. Площадь положительного тектонического элемента II порядка составляет около 2000 км^2 при амплитуде 300 м. Почти на всей территории мезовала отсутствуют не только юрские, но и более молодые мезозойские и кайнозойские отложения. Под четвертичными образованиями вскрываются палеозойские породы. Таким образом, с этим тектоническим элементом связан выступ фундамента регионального прогиба - своеобразный щит (Ларичев, 2007 ф.).

Восточнее Осиповского мезовала, на абсолютной глубине 100 м, выделен Подкаменный мезовал. Он имеет удлиненную с юго-запада на северо-восток форму, площадь мезовала составляет около 2000 км2, а амплитуда 180 м. В центральной части мезовала отсутствуют юрские отложения, а в купольной и более молодые мезозойские и кайнозойские. Наблюдается ситуация, аналогичная предыдущей, только площадь щита меньше. Севернее Подкаменного и Осиповского мезовалов, в области сплошного отсутствия юрских отложений, по изолинии минус 100 м ограничен Северо-Подкаменный вал. Его площадь не превышает 1000 км^2 при амплитуде более 200 м. Оконтуренная структура почти совпадает с выступом под четвертичные отложения палеозойских толщ.

На восточной границе Енисей-Хатангского регионального прогиба, располагается Нордвикский наклонный мезовал. Он имеет плавные извилистые границы на абсолютной глубине 60 м. Амплитуда Нордвикского наклонного мезовала составляет около 60 м при площади не более 7000 км^2. Положительная структура II порядка не осложнена замкнутыми структурами более высоких порядков. Наклонный мезовал находится в зоне полного отсутствия юрских толщ, его граница почти совпадает с областью (щитом) выхода палеозойских образований под четвертичные (Ларичев, 2007 ф.).

Западнее Нордвикского наклонного мезовала, отделенный от него Бегичевской мезоседловиной, располагается Тигяно-Сопочный наклонный мегавал. Положительная структура I порядка оконтурена по изолинии минус 200 м. На северо-востоке часть границы структуры — дизъюнктивная, совпадающая с высокоградиентной зоной в рельефе, а остальные — пликативные, плавно извилистые. Площадь тектонического элемента I порядка составляет около 10200 км^2, а амплитуда - 300 м. На большей части мегавала присутствует юрский комплекс, по кровле которого он и ограничен. Тигяно-Сопочный мегавал осложнен двумя положительными структурами II порядка, отрицательной и положительной структурами III порядка. В западной части тектонического элемента I порядка по изолинии минус 180 м оконтурен широтно вытянутый Сопочный мезовал, площадь которого составляет около 2300 км^2, а амплитуда около 280 м. Мезоструктура осложнена Западно-Белогорским валом и Белогорским куполовидным поднятием. Западно-Белогорский вал оконтурен по изолинии минус 160 м, вытянут в широтном направлении, охватывает площадь около 1520 км^2 при амплитуде 140 м. На востоке и западе вала можно выделить локальные поднятия, территория которых почти совпадают с зонами отсутствия юрских отложений. В вершинных частях локальных поднятий под четвертичными образованиями залегают палеозойские толщи. Белогорское

куполовидное поднятие ограничено на абсолютной глубине 160 м, охватывает площадь около 520 км^2 и амплитуду более 140 м. (Ларичев, 2007 ф.)

Восточнее Сопочного расположен Тигянский мезовал, длинная ось которого ориентирована субширотно. Его амплитуда равна 80 м, площадь около 2000 км^2, а оконтуривающая изолиния - минус 40 м. В западной, центральной и восточной частях мезовала можно выделить локальные поднятия, в вершинных частях которых под четвертичные отложения выходят палеозойские толщи. В центральной части Тигяно-Сопочного мегавала

по изогипсе минус 200 м оконтурена Северная впадина (площадь около 450 км^2, амплитуда 60 м). Впадина вытянута в широтном направлении, имеет симметричное строение. Северо-западнее Северной впадины располагается Портнягинское куполовидное поднятие, оконтуренное по изолинии минус 120 м. Площадь положительной структуры равна 1020 км, амплитуда 140 м. Западный склон куполовидного поднятия более крутой, чем восточный. В купольной части поднятия отсутствуют юрские и более молодые отложения.

Тигяно-Сопочный мегавал на востоке граничит с Бегичевской мезоседловиной по разлому северо-западного простирания. В сечении отрицательных структур промежуточный тектонический элемент разделяет Лено-Анабарский и Эджанский наклонные мегапрогибы. Северо-восточная граница Бегичевской мезоседловины совпадает с таковой Нордвикского наклонного мезовала. Промежуточная структура имеет удлиненную в северо-западном направлении форму, площадь которой составляет около 5000 км^2. В северной части Бегичевская мезоседловина осложнена Южно-Нордвикским валом, оконтуренным по изолинии минус 20 м, охватывающим площадь около 740 км^2 и имеющим амплитуду 80 м. Восточнее располагается Бегичевская впадина площадью около 440 км2 при амплитуде 30 м. Впадина ограничена на абсолютной глубине 80 м. Обе структуры III порядка, так же, как и Бегичевская мезоседловина, вытянуты в северо-западном направлении (Ларичев, 2007 ф.).

Южнее Тигяно-Сопочного мегавала оконтурен Эджанский наклонный мегапрогиб. Северная и юго-восточная границы отрицательного тектонического элемента I порядка проведены по изолинии минус 200 м, южная - минус 740 м, а юго-западная - по изогипсе минус 1620 м. Площадь структуры составляет около 20000 км^2, очертания Эджанского наклонного мегапрогиба плавные. Длинная ось наклонного мегапрогиба имеет субширотную ориентировку. В целом, тектонический элемент имеет относительно

простое строение, только в восточной части он осложнен Гусихинским прогибом - отрицательной, вытянутой в широтном направлении структурой III порядка, которая оконтурена по изолинии минус 440 м и имеет амплитуду равную 60 м и площадь около 860 км^2 (Ларичев, 2007 ф.).

Южный борт Енисей-Хатангского регионального прогиба выделен как Восточно-Сибирская мегамоноклиза.

Восточно-Сибирская мегамоноклиза на севере ограничена на абсолютной глубине 1600 м (на большей части), а ее амплитуда превышает 1600 м. Северная граница промежуточного тектонического элемента плавная, в отличие от южной, которая совпадает с границей Енисей-Хатангского регионального прогиба. Мегамоноклиза в пределах территории исследования протягивается на расстояние 500 км. Мегамоноклиза имеет S-образную форму, вытянута с юго-запада на северо-восток. В целом рельеф кровли юрского комплекса на территории моноклизы довольно крутой, но расчленен слабо (Ларичев, 2007 ф.; Фомин, 2010).

2.2.2 ЛЕНО-АНАБАРСКИЙ ПРОГИБ

Лено-Анабарский прогиб целиком расположен на архейско-нижнепротерозойском фундаменте. Синклинальное строение приобрел в раннемеловую эпоху в связи с инверсией Верхоянской складчатой системы. В западной части прогиб граничит с Анабаро-Хатангской седловиной. Граница между Анабаро-Хатангской седловиной и Лено-Анабарским прогибом в верхних горизонтах проводится условно. В глубоких горизонтах она проходит вдоль Оленекско-Анабарского глубинного разлома, который трассируется на правобережье р. Анабар. На юге прогиб наложен на краевую часть Анабаро-Оленекской антеклизы, на севере - на складчато-надвиговые киммерийские структуры Лено-Анабарской системы складок - продолжение складчатых сооружений Верхояно-Колымской складчатой области. Прогиб имеет асимметричное строение. Платформенное крыло пологое, а прискладчатое - крутое. Восточную часть прогиба в пределах рассматриваемых листов занимает Таймылырская впадина, на западе Молохинской седловиной. Таймылырская впадина выделяется по полю распространения менгюряхской свиты. Ей соответствует Таймылырский гравитационный минимум. Восточная граница впадины ограничена Приоленёкским разломом. С востока Лено-Анабарский прогиб отделяется от Приверхоянского передового прогиба кряжем Чекановского – Чекановской инверсированной зоной передового прогиба. Чекановская зона представляет собой орогенное поднятие северо-западного простирания, в основании

которого юрско-меловые отложения Хатангско-Ленского перикратона смяты в апт-альбское время, а ранне- позднемеловые – Лено-Анабарского передового прогиба инверсированы в предкайнозойский и кайнозойский этапы (Государственная..S-51-52, 2014).

2.3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ

Енисей-Хатангский региональный прогиб

Существует несколько различных точек зрения на историю развития Енисей-Хатангского регионального прогиба. Это объясняется недостатком фактического материала о строении и вещественном составе докембрийских, палеозойских и триасовых образований, поскольку указанные отложения погружены на значительную глубину и перекрыты плотными юрско-меловыми осадками. Поэтому все исследователи в той или иной степени отождествляют историю развития прогиба с историей развития примыкающей к нему Таймырской складчатой системы.

Историю развития горного Таймыра оценивают по-разному. Так, А.Д. Архангельский, Л.А. Яншин, И.Б. Атласов, А.В. Пейве, Ю.М. Пущаровский, В.А. Вакор, Б.Х. Елизаров, В.К. Соколов, Т.П. Кочетков, И.М. Мигай и другие считают, что эпоха складчатости на Таймыре представлена двумя фазами: ранне-девонско-позднепермской и позднепермско-триасовой. При этом не подвергается сомнению геосинклинальное развитие региона; возраст складчатости определяется как герцинский. В то же время Л.А. Яншин отмечает значительное влияние на формирование Таймырской структуры Тихоокеанских мезозоид (Глаголев, 1994; Беляев, 2008).

Н.Н. Урванцев, Н.Н. Ростовцев, П.К. Куликов и другие рассматривают Таймырскую складчатую область, как обширную герцинскую геосинклиналь, горообразовательная фаза которой завершилась в конце перми; по мнению этих авторов, в строении области принимают участие два комплекса - протерозойский и палеозойский - резко различающихся между собой и разделенных крупным несогласием.

Ю.Е. Погребицкий, Д.С. Сороков, В.Э. Волк, И.В. Боголепов, Д.Б. Тальвирский и другие считают, что Таймырская складчатая система принадлежит к эпикратонным геосинклиналям Сибири и возникла в начале нижнего мезозоя в результате интенсивных горообразовательных процессов в смежной Тихоокеанской геосинклинали. Эти авторы указывают, что Таймырская складчатая система была сформирована движениями карбоно-триасового тектонического цикла; до этого на ее месте находились структуры Северо-Азиатской (прото-Сибирской) платформы. С юрского же времени складчатая система представляла собой уже основание молодой платформы. Процесс эпиплатформенной активизации в позднем палеозое - мезозое был широко развит на востоке Евроазиатского материка и связан с развитием Тихоокеанского геосинклинального пояса. Ю.Е. Погребицкий (1971) особо отмечает, что формированию

Таймырской складчатой системы не предшествовала геосинклинальная стадия, что вполне соответствует современным представлениям об эпиплатформенной активизации. Об этом же свидетельствует и складчато-блоковое строение Горного Таймыра (Глаголев, 1994; Тальвирский, 1974).

При описании домезозойской истории развития прогиба необходимо отметить следующее:

- судить о строении докембрийских образований весьма сложно из-за их совершенной не изученности; анализ магнитного и гравитационного полей прогиба и смежных областей свидетельствует об общем строении докембрия горного Таймыра и регионального прогиба;

- формационный и литологический состав изученных палеозойских отложений Сибирской платформы, регионального прогиба и горного Таймыра весьма сходен; наблюдается последовательное увеличение мощностей в сторону горного Таймыра. Так, мощности среднекаменноугольно-триасовых отложений изменяются от 1,5-2 км на севере Тунгусской синеклизы, до 3-4 км на южном крыле Енисей-Хатангского прогиба и 5-7 км вблизи Таймырской складчатой области. В пределах последней аргиллиты замещаются сланцами, песчаники - кварцитами и т.д., что вполне естественно, учитывая активизацию ее в мезозое. Вместе с тем туфотрапповая и туфолавовая позднепермско-раннетриасовые толщи, характерные для всей территории западной части Сибирской платформы и представляющие трапповую формацию -однозначно платформенного образования - широко развиты по всей территории прогиба и горного Таймыра. Эти обстоятельства свидетельствуют о том, что в доюрское время территория ЕХРП и прилегающих районов представляла собой единый седиментационный бассейн, причем устойчиво прогибавшийся. Интенсивность прогибания нарастала, судя по распределению мощностей, с юга на север и с запада на восток; вся указанная территория составляла часть Сибирской платформы;

- региональные сейсмические работы (профилирование МОГТ), позволившие изучить в первом приближении общее строение глубоко погруженных толщ (до 11-14 км) триаса, палеозоя и верхнего докембрия, показали, что указанные отложения на территории прогиба недостаточно дислоцированы для того, чтобы считать их вовлеченными в герцинскую складчатость (Глаголев, 1994).

Дифференцированное развитие Таймыра, разделение его на Таймырскую складчатую область и Енисей-Хатангский прогиб, т.е. активизация северной периферии

Сибирской платформы, началось в конце триаса. Именно в это время началось интенсивное воздымание, сопровождавшее складчато-блоковый тектогенез горного Таймыра; одновременно оформилась в общих чертах обширная впадина, разделившая Таймырское нагорье и Среднесибирскую сушу.

Таким образом, с конца триаса горный Таймыр и ЕХРП стали развиваться совершенно разными, но связанными друг с другом путями: орогенез Таймыра компенсировался перикратонным опусканием регионального прогиба, заполнявшегося продуктами размыва Таймырской и Среднесибирской суш.

Формирование прогиба в современных границах и его основных крупных структурных элементов происходило одновременно с формированием Таймырской складчатой области в течение всей юры и в целом завершилось в начале раннего мела. Последующее развитие прогиба происходило по схеме общего прогибания региона с периодической активизацией роста уже сформировавшихся крупных структур.

История развития ЕХРП в юрско-меловое время представляет большой интерес ввиду высоких перспектив нефтегазоносности этих отложений, поэтому она рассматривается подробнее (Глаголев, 1994).

Юрская система. Батский век.

В батский век территория Енисей-Хатангского регионального прогиба, представляла собой мелководно-морской бассейн - Хатангское море, вытянутый в субширотном направлении. На западе он соединялся с мелководно-морским бассейном Западной Сибири, на востоке - с Якутской акваторией. Глубина бассейна на большей части территории составляла 25-100м. Здесь формировались песчано-алевритисто-глинистые и глинистые осадки, а в районе Волочанского мезовала - глинисто-песчанистые осадки, с долей песчаной составляющей до 60 %. Фауна представлена двустворками и фораминиферами (Ларичев, 2007).

В северо-восточной части прогиба узкой полосой существовала зона с глубинами 100-200 м, открывающаяся в Якутский морской бассейн на востоке, и протягивающаяся вплоть до восточной оконечности Агапского мегапрогиба на западе. Внутри зоны формировались преимущественно тонкие, глинистые осадки, с фауной аммонитов, белемнитов, двустворок, остракод и фораминифер.

Здесь и далее по тексту при упоминании элементов различных порядков, имеется в виду, их современное положение в структурном плане бассейна.

С севера и юга Хатангский бассейн ограничивался Таймырской и Средне-Сибирской возвышенностями. Обе области в батское время представляли собой денудационную возвышенную равнину (плато). Высота суши не превышала 500 м над уровнем моря. Средне-Сибирская возвышенность являлась основным источником сноса обломочного материала, заполнявшим Енисей-Хатангский региональный прогиб с юга. Значительно меньшая часть обломочного материала поставлялась в прогиб с севера, с территории Таймырской возвышенности, являющимся второстепенным источником сноса. Осадки, накопившиеся в это время на территории Хатангского моря, слагают отложения малышевской свиты, в составе которой существенную роль играют обломочные породы песчаных разностей.

Вдоль побережья Среднесибирской и Таймырской возвышенностей существовали узкие прибрежные зоны морского бассейна, глубина которых не превышала 25 м. В восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба осадки прибрежной части бассейна в настоящее время размыты. В пределах сохранившейся прибрежной части были обнаружены остатки двустворок и фораминифер.

В течении батского века (вплоть до позднего бата) скорости осадконакопления в Хатангском бассейне и интенсивность погружения в большинстве районов были достаточно стабильными, о чем свидетельствуют находки фауны на территории исследования. Основными факторами, контролирующими осадконакопление, были характер и тип выветривания денудационной суши, обусловленные климатом, а не тектоническим режимом (Ларичев, 2007).

Келловейский век

Келловейский век характеризуется началом обширной морской трансгрессии, что повлекло за собой перестройку палеоландшафтов всей территории Северной Евразии. Однако на территории Енисей-Хатангского регионального прогиба значительных изменений по сравнению с батом не произошло. Незначительно увеличилась площадь Хатангского моря, за счёт сокращения площади Таймырской возвышенности и Среднесибирской возвышенности. Периодические трансгрессии перемещали северную и южную береговые линии вглубь, изменяя тем самым площади зон с разным седиментационным режимом. В целом, на территории Хатангского моря откладывались тонкие, преимущественно глинистые и алевролито-глинистые осадки, с фауной аммонитов, белемнитов, двустворок, остракод и фораминифер.

Вдоль побережья Средне-Сибирской возвышенности откладывались более крупнозернистые осадки, но и здесь доля песчаного материала не превышала 10-20%. К настоящему времени, на территории Волочанского и Владимирского мезовалов, а также Балахнинского наклонного мегавала эти отложения эродированы.

Среднесибирская и Таймырская суша в келловейском периоде представляли невысокие возвышенности, с участками денудационных равнин, поставляющих обломочный материал в Хатангский бассейн. Осадки, накапливавшиеся в это время на территории бассейна, слагают глинистую толщу точинской свиты, являющейся флюидоупором для нижележащих отложений малышевской свиты.

Трансгрессия привела к расширению зоны с повышенными глубинами (до 100-200 м) существовавшей узкой полосой с батского времени в северо-восточной части Хатангского моря. В келловее эта зона занимала около четверти всей площади Хатангского бассейна.

Наряду с общим увеличением глубины бассейна, произошло некоторое сокращение площади прибрежных участков с глубинами от 0 до 25 метров на юге прогиба. На севере Хатангского бассейна территория распространения прибрежной зоны значительного изменения не претерпела. Осадки, накапливавшиеся в прибрежных зонах, как и на большинстве территории Хатангского бассейна были представлены существенно глинистыми породами с небольшой долей песчано-алевритового материала. В восточной части бассейна, в прибортовых частях Енисей-Хатангского регионального прогиба, данные отложения практически полностью эродированы (Ларичев, 2007).

Оксфордский век

На рубеже келловейского и оксфордского веков трансгрессия сменилась регрессией, которая достигла максимума в середине Оксфорда. На территории Енисей-Хатангского регионального прогиба это отразилось некоторым обмелением Хатангского моря. Происходит сокращение площади зоны с повышенными глубинами 100-200 м, распространённой в северо-восточной части Хатангского моря. Здесь, как и в келловее продолжали накапливаться тонкие, существенно глинистые осадки с фауной аммонитов, белемнитов, двустворок, и фораминифер. Состав осадков, их текстурные особенности, присутствие морской фауны, подтверждают их формирование в неглубоком море при активной гидродинамике. На южном побережье Хатангского моря и в его восточной части в это время накапливались осадки, слагающие отложения сиговской свиты, в составе которой значительную часть составляют алевролито-песчаные породы.

Глубина бассейна на большей части территории составляла 25-100 м. Однако в Оксфорде происходит некоторое обмеление центральной части бассейна. Здесь в районах Волочанского и Владимирского мезовалов, а также Балахнинского наклонного мегавала существовали отдельные мелководные зоны, с глубиной, не превышающей 25 метров, на общем фоне глубин моря до 100 метров. В их пределах отлагались глинистые и песчано-алевритисто-глинистые осадки, к настоящему времени практически полностью размытые.

Углубление внутренней части Хатангского бассейна на западе, наряду с появлением мелководных зон в пределах Балахнинского мегавала, Волочанского и Владимирского мезовалов, говорит о прогибании осевой части Енисей-Хатангского регионального прогиба в оксфордской время. При этом, скорость прогибания бассейна несколько превышала скорость осадконакопления в нем.

Рельеф окружающих Хатангское море Таймырской и Средне-Сибирской возвышенностей по сравнению с келловеем в целом не изменился. Сибирская платформа по-прежнему являлась основным источником сноса обломочного материала, а Таймырская возвышенность играла роль дополнительного источника сноса.

Морфология прибрежно-морских зон (с глубиной моря не более 25 м) с келловейского века изменилась незначительно, и в целом они имеют те же границы распространения что и в келловее. Однако, если на севере, вдоль берегов Таймырской возвышенности отлагались тонкие, глинистые и песчано-алевритисто-глинистые осадки, то на юге, вдоль побережья Сибирской платформы отлагались более крупнозернистые осадки. В центральной и юго-восточной части Хатангского бассейна они представлены преимущественно песчаными и песчано-алевритовыми породами, с остатками аммонитов, белемнитов, двустворок, остракод и фораминифер (Ларичев, 2007).

Волжский век

Волжское время характеризовалось дальнейшим развитием трансгрессии, которая на рассматриваемой территории достигла своего максимума в середине волжского века. Осадки, накапливавшиеся в это время на территории Енисей-Хатангского регионального прогиба, слагают глинистые толщи яновстанской и гольчихинской свит, являющихся надёжными флюидоупорами для нижележащих проницаемых отложений сиговской и малышевской свит. Очередной этап трансгрессии привёл к существенной перестройке палеоландшафтов на всей территории Северной Евразии. Дальнейшее прогибание осевой части прогиба расширило площадь Хатангского бассейна и привело к увеличению глубины моря на всей рассматриваемой территории. Наиболее глубоководные обстановки

существовали в центральной части бассейна, в осевых районах Центрально-Таймырского и Боганидско-Жданихинского желобов. Зоны с глубиной 100-200 м, существовавшие в Оксфорде на западе и востоке Хатангского моря, в волжское время соединились, образовав узкую полосу, проходящую через весь бассейн, и соединяющуюся на западе с Западно-Сибирским морем и Якутской акваторией на востоке. Здесь отлагались преимущественно глинистые осадки с фауной аммонитов, белемнитов, двустворок и фораминифер.

Зона с глубиной от 25 до 100 м, составлявшая основную по площади часть Хатангского морского бассейна с бата по оксфорд, значительно сократилась и в волжское время узкими полосами окаймляла зону повышенных глубин с севера и юга, ближе подступая к берегам бассейна.

Осадочный материал поступал в Хатангское море главным образом с Сибирской платформы, представлявшей собой к концу волжского века низкий пенеплен, на котором преобладали интенсивное выветривание и условия влажного умеренно тёплого климата. В волжское время территория Таймырской возвышенности и Среднесибирской суши были более расчленёнными чем в Оксфорде, что обуславливало поступление доли крупного обломочного материала в окраинные части Хатангского морского бассейна, к настоящему времени практически полностью размытых. В целом, область суши в это время значительно сократилась, что особенно отразилось на территории Таймырской возвышенности.

Площади прибрежных зон в волжское время значительно расширились за счёт затопления береговых частей суши и в результате увеличивающегося объема поступающего осадочного материала с северного и частично южного побережья Хатангского моря. В результате заполнения бассейна, в зоне глубин от 0 до 25 м в южной части бассейна оказались районы Волочанского и Сопочного мезовалов, существовавших в Оксфорде в качестве отдельных мелководных областей. На севере в мелководную зону 0-25 м попали районы Владимирского мезовала и Балахнинского наклонного мезовала, соединяющиеся между собой узкой зоной глубин от 25 до 100 метров, вытянутой в юго-западном направлении. Мелководные зоны Волочанского, Владимирского и Балахнинского поднятий разделяли зоны Центрально-Таймырского и Боганидско-Жданихинского желобов, к которым были приурочены повышенные глубины Хатангского бассейна (Ларичев, 2007).

Берриасский век

На востоке прогиба происходила частичная компенсация осадками относительно неглубокого бассейна, сформировавшегося в позднеюрское время. Области с глубинами 100-200 м сократились, и остались только в районе Боганидского мегапрогиба. В осевой части бассейна накапливались глинистые и алевролито-глинистые осадки, которые в направлении береговой линии переходили постепенно в песчаные фации.

В районах глубоководных зон моря накапливались в основном глинистые осадки. У основания склона на дне котловины на глубинах 150-300 м начали формироваться первые глубоководные конусы выносов песчано-алевритового состава.

Зона мелкого моря (25-100 м) занимала значительную часть территории исследования, окаймляя более глубоководные зоны и прослеживаясь через все Хатангское море до Якутской акватории. В этой зоне отмечаются как песчаные фации, так и фации глинистого состава.

Контуры денудационной суши, которыми являлись Таймырская и Средне-Сибирская возвышенности, в исследуемом районе в берриасское, валанжинское и готеривское время по сравнению с волжским менялись незначительно, постепенно сокращаясь (Ларичев, 2007).

Ранневаланжинский век

В ранневаланжинский век регрессия, начавшаяся в конце юрского времени, получила дальнейшее развитие. На востоке Хатангского моря контуры палеогеографических зон претерпели минимальные изменения в сторону незначительного обмеления бассейна. По-прежнему сохранилась зона глубокого моря с глубинами более 100 м в районе Боганидского мегапрогиба. Причиной явилось продолжающееся обильное поступление терригенного материала со Среднесибирской возвышенности и интенсивное заполнение палеобассейна.

В ранневаланжинское время глубоководные впадины с изобатами более 400 м, расположенные вдоль западной границы района исследования, укрупнились.

Зоны мелкого моря с глубинами 100-200 и 25-100 м, окаймляющие глубоководную часть бассейна, претерпели незначительные изменения.

Прибрежная часть моря с глубинами менее 25 м вокруг Таймырской возвышенности также претерпела незначительные изменения.

В ранневаланжинское время накапливались осадки нижней подсвиты суходудинской свиты. На востоке Хатангского моря это были в основном алеврито-песчаные и глинисто-алеврито-песчаные осадки. В более глубоководной зоне накапливались преимущественно алевролито-глинистые осадки. На востоке района снос обломочного материала с Таймырской возвышенности был незначительным. Основным источником сноса оставалась Сибирская платформа.

В валанжинское время, продолжалось воздымание рельефа Сибирской платформы. Она представляла собой холмогорье с редким растительным покровом. В целом, границы этой палеогеографической области, как отмечалось ранее, остались такими же, как и в берриасский век.

Поздневаланжинский век

В поздневаланжинское время восточные районы Хатангского моря продолжали мелеть. Глубины бассейна в этом районе не превышали 100 м. В осадках возросла доля песчаной составляющей.

Зоны мелкого моря с глубинами 100-200 и 25-100 м немного сократились по площади и сместились к северу, на северный борт Енисей-Хатангского регионального прогиба. Объясняется это тем, что основной объем осадков по-прежнему поступал с Сибирской платформы. В то время как на одних площадях, которые расположены ближе к Среднесибирской суше, происходило уже компенсирование осадконакопления, на других поступление осадка не могло компенсировать прогибание бассейна.

В поздневаланжинское время, денудационные возвышенные равнины осталась в прежних границах (Ларичев, 2007).

Готеривский век

В готеривское время контуры палеогеографических зон в пределах рассматриваемой территории претерпели значительные изменения. Зон глубокого моря на востоке прогиба не осталось. Зоны мелкого моря превратились в узкие полоски шириной 5-15 км, окаймляющие глубоководную зону.

В готеривское время в пределах области прибрежного мелководья накапливались большей частью песчаные осадки, которые к центру Хатангского моря сменялись на песчано-алевритовые и песчано-алеврито-глинистые.

В готериве в пределах исследуемой территории впервые появляются такие палеогеографические зоны как прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем, и низменная аккумулятивная равнина (осадки русел, пойм, озер и т.д.). Прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем, становится основной палеогеографической зоной, занимавшей пространства как в центре Енисей-Хатангского регионального прогиба, так и по периферии Таймырской и Среднесибирской возвышенностей.

В готеривское время формировались отложения верхней подсвиты суходудинской свиты. Вдоль возвышенностей существовали широкие зоны с накоплением преимущественно песчаного материала. Вдоль осевой линии прогиба накапливались алеврито-песчаные осадки, а на отдельных участках глинисто-алеврито-песчаные. В глубоководных зонах по-прежнему накапливались глинистые отложения подачимовской толщи, а у основания склона собственно песчано-алевритовые ачимовские тела.

У восточной границы прогиба накапливались песчаные осадки аллювиальных равнин, которые к настоящему времени оказались большей частью размыты.

В готеривский век контуры денудационных возвышенных равнин в пределах исследуемой территории существенно не менялись (Ларичев, 2007).

Барремский век

В барремское время обширной регрессией заканчивается крупный юрско-неокомский трансгрессивно-регрессивный седиментационный цикл.

В барремское время практически вся территория Енисей-Хатангского прогиба представляла собой область развития низменных аккумулятивных равнин. Лишь периодами морские воды проникали вглубь Центрально-Таймырского желоба на незначительное расстояние. Только на крайнем северо-востоке района исследования в Якутской акватории сохранилась прибрежно-морская зона. Море с востока также временами незначительно проникало вглубь территории прогиба.

В барремское время накапливались осадки малохетской свиты, песчанистость которой на значительно территории превышает 80 %. Области алеврито-песчаного осадконакопления располагались в центральной части Енисей-Хатангского регионального прогиба.

В барремский век контуры денудационных возвышенных равнин в пределах исследуемой территории существенно не менялись. Однако в результате воздымания Таймырской возвышенности на севере в ее пределах появилась область низких гор.

С раннеаптской трансгрессии начинается новый, апт-неогеновый трансгрессивно-регрессивный седиментационный цикл, равноценный по рангу предыдущему, юрско-неокомскому. Однако, в это время по сравнению с барремским в исследуемом районе ничего не изменилось. Продолжали накапливаться преимущественно песчаные осадки верхов малохетской свиты. Поэтому следующим меловым рубежом, заслуживающим внимание для района Енисей-Хатангского регионального прогиба, является средний апт, во время которого сформировалась углисто-глинистая пачка в основании яковлевской свиты, которая является региональным флюидоупором для верхненеокомского нефтегазоносного комплекса.

Для среднеаптского времени по сравнению с барремом изменения контуров палеогеографических зон были тоже незначительные. Зона аллювиальных низменных равнин по-прежнему доминирует на исследуемой территории. Исчезли зоны прибрежной зоны моря и прибрежных равнин на северо-востоке района. На западе несколько изменилась конфигурация области прибрежных равнин, временами заливавшихся морем. Территории, занятые денудационными возвышенными равнинами оставались в прежних с барремом границах. В пределах Таймырской возвышенности сохранилась также зона низких гор. Основные изменения произошли в характере осадконакопления. Накопление преимущественно песчаных фаций в барреме и нижнем апте сменилось накоплением существенно глинистых с прослоями угля озерно-болотных фаций. По периферии бассейна по-прежнему преобладают континентальные песчаные фации, которые в сторону осевой линии Енисей-Хатангского регионального прогиба сменяются более глинистыми.

На востоке исследуемого района на обширных территориях среднеаптские отложения в предчетвертичное время были размыты (Ларичев, 2007).

Позднеаптский век

В позднеаптское время на смену трансгрессии наступает регрессия. В результате регрессии вновь произошло сокращение области прибрежных равнин, временами заливавшихся морем, за счет увеличения территории низменных аккумулятивных равнин. На крайнем северо-западе района происходило формирование глинистых, алевритистых и песчаных осадков верхов танопчинской свиты с редкими пропластками бурых углей.

Области денудационной возвышенной равнины остались почти в прежних границах (Ларичев, 2007).

Среднеальбский век

В раннем альбе акватория морского бассейна Западной Сибири продолжала сокращаться. Среднеальбская трансгрессия привела к тому, что на территории прогиба вновь приобрели широкое распространение обстановки прибрежных равнин, временами заливавшихся морем. На удалении от берега формировались осадки верхней части яковлевской свиты, представляющее собой чередование глин, алевритов и песчаников. К периферии бассейна отмечается опесчанивание отложений. В среднеальбское время существовал богатый и разнообразный видовой состав фораминифер. Наличие в разрезе остатков аммонитов, морских звезд, ежей и двустворок свидетельствует о нормально морских условиях с умеренно теплыми водами.

В восточном направлении осадки прибрежных равнин постепенно замещаются осадками низменных аккумулятивных равнин.

Области денудационной возвышенной равнины остались практически в прежних границах. Однако на Таймырской возвышенности появилась новая, внутренняя зона аккумулятивных равнин.

В позднем альбе началась очередная регрессия, которая сопровождалась обмелением моря и его опреснением.

Сеноман - время завершения региональной регрессии. На территории Таймырской возвышенности денудационные процессы привели к нивелированию рельефа суши. В это время установился гумидный субтропический климат. Однако в пределах области седиментации плиты физико-географическая обстановка еще сохраняла все свои основные особенности предшествовавшей эпохи. Контуры палеогеографических зон прибрежной и аккумулятивной равнин для исследуемой территории изменились незначительно. Однако, доля песчаного материала в сеноманских осадках существенно возросла.

Осадочные толщи прибрежной равнины представлены комплексом морских и континентальных фаций долганской свиты. В восточном направлении морские фации из разреза исчезают.

Песчанистость сеноманских отложений очень высокая, как правило более 80 %. Лишь на самом юго-западе района исследования она незначительно снижается на 10-20 % (Ларичев, 2007).

Туронский век

С турона (возможно с конца сеномана) начинается следующая региональная трансгрессия. Интенсивно протекали процессы выветривания. Это было началом

довольно продолжительной эпохи относительного тектонического покоя и выравнивания рельефа, сопряженных с финальными элементами крупной верхнемеловой трансгрессии.

В центральной части Енисей-Хатангского регионального прогиба сформировалась обширная зона прибрежной равнины, временами заливавшейся морем. Предположительно море проникало до северных бортов Туровского наклонного прогиба и Боганидско-Жданихинского желоба.

Аккумулятивный континентальный ландшафт развивался на востоке территории Енисей-Хатангского прогиба и представлял собой озерно-аллювиальную, местами заболоченную равнину, покрытую хвойно-лиственными лесами.

В пределах основной части исследуемой территории в раннем туроне происходило накопление отложений дорожковской свиты преимущественно глинистого состава. Песчанистость осадков возрастала к бортам палеобассейна, а также в восточном направлении.

Областями сноса обломочного материала на востоке по-прежнему оставались Сибирская платформа и Таймыр (Ларичев, 2007).

В настоящее время на значительной территории отложения дорожковской свиты размыты.

Выводы. Начиная с рифейского времени до триаса включительно территория Енисей-Хатангского регионального прогиба была областью интенсивного прогибания и, судя по характеру изменения мощностей, формационному составу и цикличности входила с Таймыром и прилегающими районами Сибирской платформы в единый седиментационный бассейн. Распределение мощностей рифей-триасовых отложений в пределах прогиба не связано с современной его структурой. Формирование регионального прогиба началось в позднем триасе и было связано с активизацией северной части Сибирской платформы, приведшей к образованию горного Таймыра и сопряженной с ним отрицательной структуры. В дальнейшем, в течение всей юры, прогиб развивался, как единое целое; крупная структурная перестройка произошла в конце юры - начале мела. В это время сформировался в общих чертах современный тектонический план ЕХРП заложились крупнейшие структурные элементы: Балахнинский и Рассохинский мегавалы, Центрально-Таймырский.

В течение мела - неогена происходило общее прогибание ЕХРП и нивелировка структур. За этот период произошло накопление мощной (до 4-5 км) толщи разнообразных терригенных отложений.

В поздненеоген-четвертичное время тектоническая активность в пределах прогиба вновь усилилась, что выразилось как в общем воздымании территории (по разным оценкам, глубина эрозионного среза неоген-меловых отложений составляет до 2,5 км), продолжающемся и в настоящее время, так и в усилении дифференцированных движений.

В результате произошел рост унаследованных структур всех порядков, а также образование новых объектов второго-четвертого порядков.

Таким образом, ЕХРП представляет собой крупную наложенную отрицательную структуру Сибирской платформы, испытавшую прогибание в течение всего фанерозоя, с принципиально различными структурными планами и литологическим составом рифейских, венд-триасовых и юрско-четвертичных отложений. За всю историю развития на его территории накопились платформенные отложения огромной (вероятно, до 15 км) мощности, причем мощность наиболее перспективных в отношении нефтегазоносности терригенных юрско-меловых отложений достигает, по геофизическим данным, 8-8,5 км (Агапский прогиб). Седиментация в юрско-меловое время шла нередко в неустойчивом тектоническом режиме при наложении короткопериодных колебаний на общее прогибание, что привело к формированию на значительных площадях ритмично, построенных толщ с последовательным чередованием коллекторских и экранирующих горизонтов в достаточном для формирования структурных и неструктурных ловушек объеме.

В целом восточная часть прогиба в отличие от западной характеризуется более спокойными условиями тектонического развития с малоамплитудными вертикальными движениями (Ларичев, 2007; Долматова, 2004).

Лено-Анабарский прогиб

В венд - раннепалеозойское время территория прогиба входила в состав Юдомо-Оленёкской палеогеографической области, где накапливались мелководные морские, преимущественно глинисто-известняковые отложения. Повсеместно они залегают с перерывом на подстилающих образованиях (Пантелеева, 2002ф).

В исследуемом районе с конца раннего – начала среднего кембрия существовал мелководный бассейн с повышенной соленостью, в пределах которого формировались прибрежные рифовые фации. Формировавшаяся суша располагалась в современной Лаптевоморской акватории. В позднем кембрии зона накопления мелководных рифогенных осадков смещалась к югу, вплоть до южного склона современного Оленекского поднятия. Предполагается, что в позднекембрийское время береговая линия

моря располагалась примерно вдоль северного борта современного Лено-Анабарского прогиба, а севернее существовала область размыва.

В силурийско-каменноугольное время современные Лено-Анабарский прогиб и прилегающая часть Сибирской платформы представляли собой денудационную равнину.

Отдельные участки современных Лено-Анабарского прогиба и Сибирской платформы в позднем девоне и карбоне претерпевали значительное поднятие и размыв.

В пермско-триасовое время на северной окраине Лено-Анабарского прогиба существовало открытое к востоку море, береговая линия которого заметно реагировала на тектонические события в виде частых трансгрессий и регрессий, отразившихся в строении анизийских и ладинских разрезов чередованием песчаных и алевролитовых толщ, появлением континентальных прослоев, местных размывов и полной регрессией моря за пределы современного континента к концу ладинского века. В анизийски-ладинский века на южной части Лено-Анабарского прогиба установился континентальный режим (Пантелеева, 2002ф).

В карнийский век постепенное прогибание континентальной части региона сопровождалось трансгрессией моря. Начиная с рэтского времени береговая линия располагалась далеко на Сибирской платформе (геттанг, плинсбах, ранний аален, байос) и в ее пределах формировались преимущественно алеврито-глинистые осадки. Кратковременные регрессии отмечены в конце синемюра – начале плинсбаха, в конце плинсбаха и байоса. Эти регрессии отражены стратиграфическими перерывами, корами выветривания или резкой сменой глинисто-алевритовых осадков песчаниковыми мелководными морскими осадками, переходными к континентальным.

В тоарское время преобладали нормальные морские условия при влажном теплом климате – это отразилось образованием черных битуминозных сланцев, формировавшихся за счет аллохтонного терригенного органического материала.

С начала средней юры, в связи с похолоданием, определяющую роль в осадконакоплении играли плавающие льды, привносившие в морской бассейн крупные валуны и глыбы кварца, долеритов, а также галечников.

В батском веке происходили привнос в бассейн тонких осадков каолинитового состава, кратковременные перерывы осадконакопления с последующим привносом грубообломочного материала. Это обусловлено тем, что в батский век на платформе сначала происходило поднятие, обусловившее значительный вынос преимущественно

песчаного материала в мелеющий и регрессирующий морской бассейн, которое сменилось к концу батского века их затуханием и глубокой дезинтеграцией пород.

В келловее происходила постепенная трансгрессия моря. Она чередовалась с регрессиями, крупными седиментационными паузами, размывами и корообразованием и завершилась в оксфордское время. Существовало три цикла осадконакопления, которые происходили в раннем келловее, позднем келовее и в оксфордском веке. Максимальной была раннекелловейская трансгрессия, последующие не распространялись далее центральной части Лено-Анабарского прогиба. На остальной территории вплоть до волжского века господствовали денудационные процессы, формировалась кора выветривания.

В волжский век началась последняя морская трансгрессия. На отдельных участках Лено-Анабарского прогиба нижняя часть разреза волжского яруса отличается наличием конденсированных слоев, насыщенностью органическими остатками и заметной битуминозностью. Морской бассейн в волжском и начале берриасского века был довольно глубоководным, а ко второй половине берриаса начал постепенно сокращаться в сторону Енисей-Хатангского прогиба (Пантелеева, 2002ф).

Наиболее молодые валанжин-готеривские морские осадки установлены на западе Лено-Анабарского прогиба, тогда как на его востоке формировались прибрежно-континентальные осадки, образовавшие там озерно-аллювиальную равнину, отдельные участки которой периодически заливались морем.

Начиная с баррема в пределах Лено-Анабарского прогиба отлагались мощные аллювиальные косослоистые молассоидные толщи, отражающие начало складко-горообразования в Верхоянье. Они перемежаются с аллювиально-озерными обычно угленосными горизонтально-слоистыми осадками, формировавшимися в период относительного затухания тектонических напряжений в возникающей горной стране. С начала баррема осадконакопление в пределах Лено-Анабарского прогиба происходило за счет разрушения платформы и формирующейся горной страны, а в апт-альбское время, когда складко-горообразование в Верхоянье и в пределах его Оленекской ветви усилилось, Лено-Анабарский прогиб заполнялся в основном осадками за счет разрушения гор. Судя по находкам в альбских слоях галек с отпечатками карнийских пелеципод и аммонитов, горная страна к середине альба уже была значительно приподнята и из ее пределов были смыты морские меловые, морские и отчасти триасовые осадки мощностью более 1000 м. Особенно интенсивно складко-горообразование в Верхоянье и в пределах

Оленекской его ветви происходило в позднемеловую эпоху. Осадков того времени, за исключением самых низов разреза позднего мела, в Лено-Анабарском прогибе не сохранилось. Однако степень метаморфизма углей в самой молодой чарчыкской свите свидетельствует о былом существовании там довольно мощной верхнемеловой толщи, которая в кайнозое была размыта. Приблизительные расчеты, даже с завышением геотермического градиента до 4° на 100 м, указывают на то, что для возникновения температуры в 80 °С, необходимой для образования каменного угля, над чарчыкской свитой должна была находиться верхнемеловая толща мощностью не менее 2000 м. Она формировалась как за счет разрушения местных гор, так и за счет привноса терригенного материала реками с юга, в том числе и р. Лена, протекавшей вдоль Лено-Анабарского и Енисей-Хатангского прогибов, поскольку сток на север был прегражден возникшими высокими горами. По аналогии с Предверхоянским прогибом, где наиболее грубообломочные осадки формировались в сеноманский-маастрихтский века, предполагается, что на севере Верхоянья и в пределах Оленекской складчатой ветви наиболее интенсивное складко-горообразование происходило в это же время. С сеноман-маастрихтским временем, по-видимому, связано образование надвигов в Северном Верхоянье и вдоль Лено-Анабарского прогиба.

В исследуемом регионе предполагаются две фазы мезозойского тектогенеза. Первая проявилась за счет движений (напряжений) северных румбов в среднем-позднем триасе, когда возникла складчатая горная страна в северной части Таймыра и в северо-западной части характеризуемого шельфа. Вторая фаза обусловлена горизонтальными напряжениями с север-северо-востока в раннем и позднем мелу. Она была многоактной и завершилась в сантоне (коньяк-маастрихт). Конец позднемеловой эпохи знаменуется затуханием тектонических движений, выравниванием рельефа, которые продолжались в палеоцене. За этот промежуток времени горная страна была значительно снивелирована и на обширных площадях в условиях теплого влажного климата формировалась мощная кора выветривания (Пантелеева, 2002).

Таким образом, территории Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов принадлежат к единой системе прогибов, расположенных на севере Восточно-Сибирской платформы. Прогибы заполнены близкими по возрасту осадками, но их формирование было связано с разными тектоническими событиями, что позволяет считать Енисей-Хатангский и Лено-Анабарский прогибы самостоятельными осадочными бассейнами (II защищаемое положение).

3. НЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБОВ.

Территория исследования располагается в пределах Западно-Сибирской и Лено-Тунгусской нефтегазоносных провинций. Восточная часть Енисей-Хатангского регионального прогиба принадлежит Енисей-Хатангской нефтегазоносной области, относящейся к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, территория Лено-Анабарского прогиба представлена Лено-Анабарской нефтегазоносной областью Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (Рис. 15).

В пределах Енисей-Хатангской и Лено-Анабарской нефтегазоносной области перспективными на нефть и газ являются мезозойские отложения юрско-мелового возраста. Бассейн выполненный этими осадками и является объектом исследования в данной работе.

На территории восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба в юрско-меловых отложениях выделяется семь нефтегазоносных комплексов, названия которым даны в соответствии с возрастом их проницаемых комплексов: геттанг-байосский, батский, оксфордский, нижненеокомский, верхненеокомский, аптский, и альб-сеноманский.

В пределах Енисей-Хатангской нефтегазоносной области разрез мезозойских отложений представлен всеми отделами юры и мела. Он представляет собой чередование свит алевролито-глинистого и алевролито-песчаного состава. Обстановки осадконакопления в мезозойскую эру в пределах исследуемой территории колеблются в широких пределах, от континентальных до глубоководно-морских.

Как отмечалось выше, в разрезе мезозойских отложений выделяются семь нефтегазоносных комплексов, в том числе три в юрских и четыре - в меловых. В настоящее время на территории Енисей-Хатангской нефтегазоносной области открыто 17 месторождений УВ. Из них на территории исследования находятся 5 месторождений. Среди них три нефтяных, одно газонефтяное, одно газовое (Ларичев, 2007 ф.; Головин, 2009, Кузнецов, 1997, Балдин, 2001ф.).

3.1 ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГИБ

В Енисей-Хатангской нефтегазоносной области в пределах территории исследования выделено семь нефтегазоносных районов, три из которых (Рассохинский, Балахнинский,

Енисей-Пясинский) с доказанной нефтегазоносностью и четыре (Пясинский, Предпуторанский, Лобаз-Хетский, Логатский) перспективные.

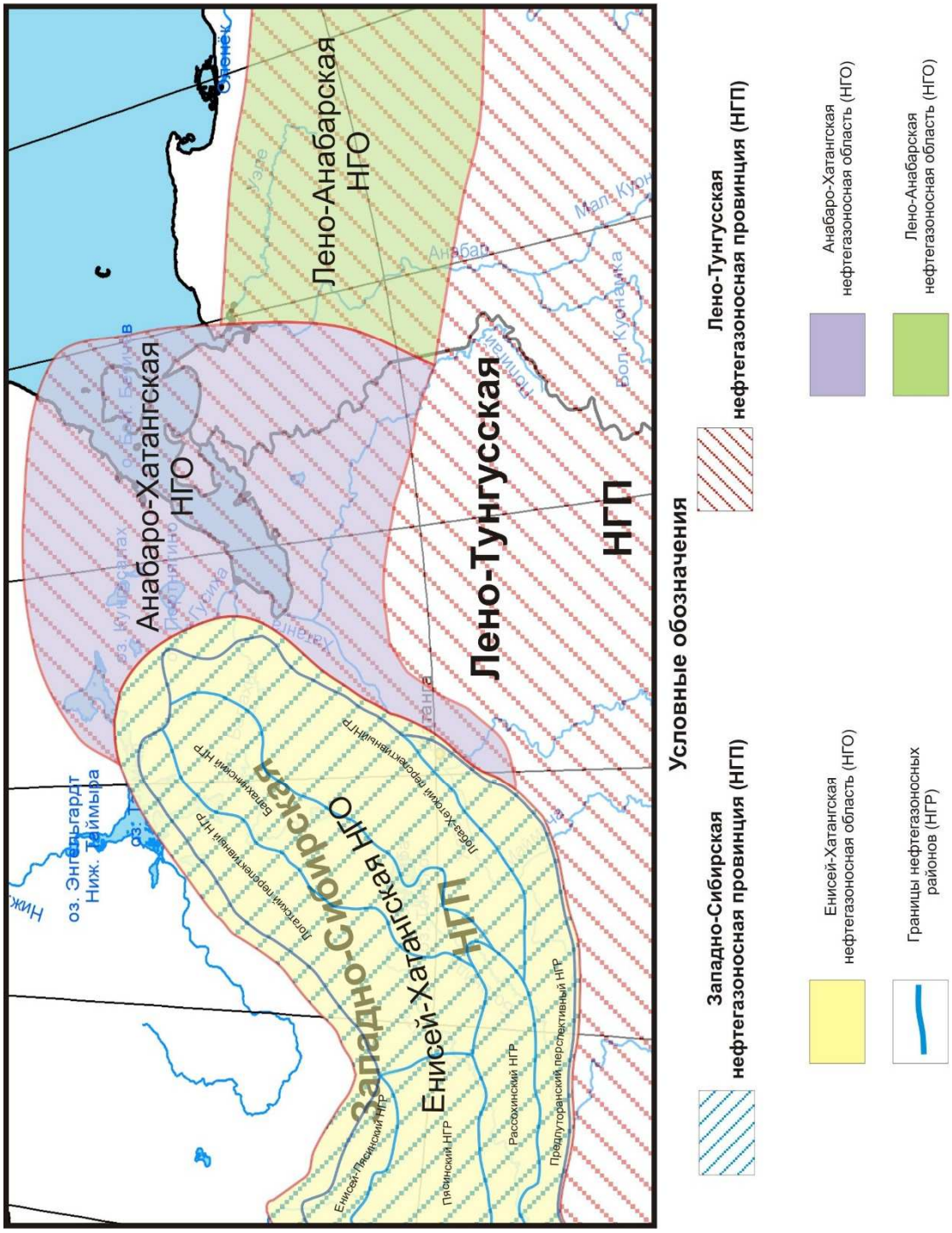


Рис. 15 Схема нефтегазоносного районирования территорий восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и Лено-Анабарского прогиба. Масштаб: 1: 5 000 000. Составил: Ушаков А.В.
(По материалам: Ларичева А.И., Чеканова В.И., Нелюбина В.В., Проскурнина В.Ф., Пронкина А., Савченко В., Шумского Б.)

«Пясинский перспективный нефтегазоносный район имеет площадь 32680 м^2. На западе граничит с Нижнеенисейским районом. На севере он граничит с Енисей-Пясинским нефтегазоносным районом, на востоке — с Логатским, а на юге — с Рассохинским. Район приурочен к Агапскому мегапрогибу. Частично он также охватывает Южно-Таймырскую и Центрально-Таймырскую моноклинали. Глубины залегания как юрских, так и меловых комплексов в Пясиискоm районе больше, чем в Нижнеенисейском. От Рассохинского и Енисей-Пясинского нефтегазоносных районов он отличается гораздо более мощным разрезом юрско-меловых отложений. От Логатского он отличается как строением и литологической характеристикой нефтегазоносных комплексов, так и приуроченностью к разным тектоническим элементам.

По строению юрско-меловых отложений Пясинский район очень сходен с Нижнеенисейским. Батский резервуар в этом районе имеет несколько большие мощности и меньшую песчанистость проницаемого комплекса (малышевская свита). Характерной особенностью для верхнеюрского разреза являются повышенные мощности гольчихинской свиты (до 600 м на границе с Рассохинским нефтегазоносным районом). В остальном характеристика меловых нефтегазоносных комплексов близка к таковой Нижнеенисейского района, с той лишь разницей, что в этом районе незначительно ниже песчанистость верхненеокомского нефтегазоносного комплекса и происходит опесчанивание флюидоупора альб-сеноманского нефтегазоносного комплекса.

Пясинский нефтегазоносный район выделяется как перспективный. В настоящее время в его пределах пробурено только две скважины на Среднепясинской площади, вскрывших на забое отложения гольчихинской свиты. Месторождений в данном районе пока не выявлено. Незначительный приток газа дебитом 2 тыс. м^3/сут был получен из пластов СД$_{4\text{-}7}$ нижненеокомского нефтегазоносного комплекса.

Основные перспективы Пясинского района связываются с открытием залежей в пластах верхненеокомского нефтегазоносного комплекса. Немногим меньшие перспективы ожидаются в батском и нижненеокомском. В самой западной области Пясинского района возможно открытие залежей в альб-сеноманском нефтегазоносном комплексе. Как и в Нижнеенисейском районе, оксфордский резервуар здесь не выделяется и самые низкие перспективы имеет аптский нефтегазоносный комплекс.

Предполагаемый тип доминирующих ловушек для нижненеокомского нефтегазоносного комплекса — литологический, для верхненеокомского, аптского и альб-сеноманского

нефтегазоносных комплексов — структурный, для батского и нижненеокомского ожидаются ловушки обоих типов.

Рассохинский нефтегазоносный район расположен в центральной части Енисей-Хатангской нефтегазоносной области (Рис. 15). Площадь его составляет 16971 км^2. На юге он граничит с Предпуторанским перспективным нефтегазоносным районом, на западе имеет непротяженные границы с Нижнеенисейским нефтегазоносным районом. К северу от него расположен Пясинский нефтегазоносный район. На востоке Рассохинский нефтегазоносный район граничит сразу с тремя районами - с Балахнинским, а также перспективными Логатским и Лобаз-Хетским.

В тектоническом отношении Рассохинский район приурочен к Волочанскому мезовалу и Тундровому валу Рассохинского наклонного вала, а также занимает северовосточную часть Мессояхской наклонной гряды.

В первую очередь Рассохинский нефтегазоносный район выделяется от соседних районов своей приуроченностью к крупной положительной структуре I порядка. От Пясинского, Нижнеенисейского нефтегазоносного района он отличается также сокращенной мощностью юрско-меловых отложений. В районе Волочанского мезовала меловые отложения размыты полностью, а мощность юрских отложений уменьшается до 1500 м на Волочанской площади (Центрально-Волочанский вал). По сравнению с Соленинско-Малохетским нефтегазоносным районом отмечается меньшая песчанистость проницаемых комплексов нижненеокомского и аптского нефтегазоносных комплексов и опесчанивание дорожковского флюидоупора альб-сеноманского нефтегазоносного комплекса.

Граница Рассохинского нефтегазоносного района с Предпуторанским, Логатским и Лобаз-Хетским нефтегазоносным районом проводится по тектоническому принципу, поскольку они приурочены к надпорядковым отрицательным структурам и отрицательным структурам I порядка.

Рассохинский наклонный мегавал, расположенный в центре Енисей-Хатангского регионального прогиба, условно делит его территорию на две части, которые имеют не только различное строение, литологический состав юрско-меловых комплексов, но и разную историю тектонического развития. Эти же различия наблюдаются на восточном и западном склонах Рассохинского наклонного мегавала, где расположены Тундровый вал (на западе) и Курьинское к.п. (на востоке). Поскольку на восточном склоне мегавала разрез мезозойского комплекса ближе к таковому на Балахнинском наклонном мегавалу,

чем к разрезу Тундрового вала, это послужило основой для проведения границы Рассохинского нефтегазоносного района по контуру Волочанского мезовала.

В настоящее время в пределах Рассохинского нефтегазоносного района глубокие скважины пробурены на шести площадях. Открыто газовое Озерное месторождение, второе выявленное газовое Джангодское месторождение пока на государственный баланс не поставлено. Залежи выявлены в отложениях верхненеокомского нефтегазоносного комплекса, в пластах $СД_0$ суходудинской свиты на Джангодском месторождении и в пластах малохетской свиты на Озерном месторождении. Кроме того, газопроявления были отмечены в геттанг-байосском нефтегазоносном комплексе на Рассохинской площади, получены слабые притоки газа из батского нефтегазоносного комплекса на Джангодской площади и оксфордского нефтегазоносного комплекса на Озерной. В меловых комплексах небольшие притоки газа были получены из нижненеокомского нефтегазоносного комплекса на Среднепясинской и Джангодской площадях, а на Озерной площади из Озерной скв. 6 из пласта $СД_6$ был получен газоводяной фонтан. Слабые притоки газа на Озерной площади получены и из пласта $ЯК_0$ аптского нефтегазоносного комплекса.

Основные перспективы Рассохинского нефтегазоносного района связываются с нижне- и верхненеокомским нефтегазоносным комплексом, немного меньше с оксфордским нефтегазоносным комплексом верхней юры и еще меньше с батскими отложениями. На западе нефтегазоносного района незначительными перспективами обладают также отложения аптского и альб-сеноманского нефтегазоносного комплекса.

Предполагаемый доминирующий тип ловушек для нижненеокомского комплекса — литологический, для верхненеокомского, аптского и альб-сеноманского — структурный, для батского, оксфордского и нижненеокомского нефтегазоносного комплекса возможны как литологические, так и структурные залежи. Широкое развитие в пределах района дизъюнктивной тектоники предполагает возможность наличия и тектонически экранированных залежей на всех уровнях юры и мела.

Балахнинский нефтегазоносный район расположен на востоке Енисей-Хатангской нефтегазоносной области (Рис. 15). Его площадь составляет 19860 км^2. На юго-западе он граничит с Рассохинским нефтегазоносным районом, на северо-западе — с Логатским нефтегазоносным районом и на юго-востоке — с Лобаз-Хетским нефтегазоносным районом.

В тектоническом плане Балахнинский нефтегазоносный район приурочен к одноименной структуре I порядка — Балахнинскому наклонному мегавалу и Внутренней седловине. На

юго-западе он частично заходит на восточные склоны Рассохинского наклонного мегавала. На его территорию попадает Курьинское к.п. Глубины залегания кровли юрских отложений в Балахнинском районе составляют от -300 до -3000 м, а подошвы - от -1200 м на северо-востоке, до -9000 м на юго-восточном склоне Балахнинского наклонного мезовала. В данном районе под четвертичные отложения выходят непосредственно туронские и сеноманские отложения.

Балахнинский нефтегазоносный район является как бы восточным продолжением Рассохинского нефтегазоносного района, который также приурочен к положительной структуре I порядка. Общим между этими районами является и то, что значительная часть осадков юрского комплекса была размыта в предмеловое время.

В пределах Балахнинского нефтегазоносного района, по сравнению с Рассохинским, происходит очень сильное опесчанивание отложений меловой толщи как проницаемых комплексов, так и их флюидоупоров. Батский проницаемый комплекс, на территории района глинизируется, в связи с чем его перспективы незначительны.

В геттанг-байосском нефтегазоносном комплексе наоборот, появляются хорошие коллекторы, в которых и было открыто Балахнинское газовое месторождение.

В настоящее время в Балахнинском нефтегазоносном районе на нескольких площадях пробурено четырнадцать скважин и, как отмечалось выше, открыто одно Балахнинское газовое месторождение в пластах вымской свиты. Кроме того, на Балахнинской площади слабые притоки газа были получены из отложений зимней свиты.

В пределах Балахнинского нефтегазоносного района аптский и альб-сеноманский нефтегазоносные комплексы оцениваются как малоперспективные. Незначительные перспективы связываются с верхне- и нижненеокомским комплексами, а также батским. Наибольшими перспективами в этом районе обладает геттанг-байосский нефтегазоносный комплекс. Оксфордский нефтегазоносный комплекс и ачимовский комплекс здесь не выделяются.

Енисей-Пясинский нефтегазоносный район расположен к северу от Нижнеенисейского и Пясинского нефтегазоносного района (Рис. 15). Он приурочен к северному склону Енисей-Хатангского регионального прогиба и охватывает сопредельные районы Предтаймырской моноклизы и Южно-Таймырской мегамоноклинали, Площадь района составляет 28516 км^2.

Енисей-Пясинский нефтегазоносный район характеризуется в сравнении с Нижнеенисейским и Пясинским районами сокращенным типом разреза юры и мела. Толщина юрских отложений на большей части его территории не превышает 1000 м и только на крайнем востоке и крайнем западе достигает 2500 м. Сокращение толщин юры происходит в основном за счет выклинивания нижних ее горизонтов на бортах Енисей-Хатангского регионального прогиба. На значительной части территории района отсутствуют нижнеюрские отложения, а на севере происходит выклинивание также средне- и верхнеюрских. Глубины залегания кровли юрского комплекса составляют от -600 до -2200 м, а его подошвы от -600 до -4500 м.

Мощность меловых отложений в Енисей-Пясинском нефтегазоносном районе сокращается с 2200 до 600 м. Четвертичные образования залегают на отложениях дорожковской свиты турона, а на севере Енисей-Пясинского нефтегазоносного района - на породах альб-сеномана.

Территория Енисей-Пясинского нефтегазоносного района находится в зоне встречных клиноформ неокома, имеющих в этом районе пологие углы наклона и малую высоту аккумулятивного склона. Клиноформное строение отмечается у отложений верхней подсвиты суходудинской свиты. Возрастные аналоги нижнехетской свиты и нижней подсвиты суходудинской свиты представлены маломощной глинистой пачкой в основании мелового комплекса. Таким образом, нижненеокомский нефтегазоносный комплекс в пределах Енисей-Пясинского нефтегазоносного района является малоперспективным. Оксфордский нефтегазоносный комплекс на данной территории отсутствует. По сравнению с соседними к югу районами в Енисей-Пясинском существенно опесчаниваются проницаемые комплексы батского, верхненеокомского, аптского и альб-сеноманского нефтегазоносный комплекс. Тенденция опесчанивания отмечается в северном направлении, в сторону источника сноса (Таймырской суше), от осевой линии прогиба к его периферии. Подобным образом ведут себя и флюидоупоры верхненеокомского и аптского нефтегазоносный комплекс. Отложения дорожковской свиты опесчаниваются в северо-восточном направлении. Наиболее качественным флюидоупором в данном районе являются отложения гольчихинской свиты, толщина которых здесь составляет от 0 до 600 м.

В настоящее время на территории Енисей-Пясинского нефтегазоносного района пробурено всего четыре скважины на Хабейской и Гольчихинской площадях. Все скважины вскрыли отложения фундамента и расположены относительно недалеко друг от друга. Тем самым можно считать, что район практически не изучен бурением.

На территории района открыто одно Хабейское газовое месторождение. Продуктивными являются отложения малышевской свиты батского нефтегазоносного комплекса и пласт НХ-IV в основании дерябинской толщи нижнего мела. Перспективными в Енисей-Пясинском нефтегазоносном районе являются отложения батского и верх-ненеокомского нефтегазоносного комплекса. Вдоль южной границы района располагается узкая полоса, в которой перспективным можно считать ачимовские отложения и альб-сеноманский нефтегазоносный комплекс. Как отмечалось выше, Оксфордский нефтегазоносный комплекс в данном районе не выделяется, Нижненеокомский нефтегазоносный комплекс является малоперспективным, как и Аптский НГК, отложения которого существенно опесчанены.

Предполагаемый тип доминирующих ловушек в перспективных комплексах юры и мела - структурный, а в батском, ачимовском и нижненеокомском нефтегазоносный комплекс широкое распространение могут иметь и ловушки литологического типа.

Предпуторанский перспективный нефтегазоносный район простирается узкой полосой между Рассохинским нефтегазоносным районом и южной границей Енисей-Хатангского регионального прогиба (Рис. 15). На западе, на малом участке район имеет общие границы с Нижнеенисейским и Соленинско-Малохетским нефтегазоносным районом, а на востоке граничит с Лобаз-Хетским перспективным нефтегазоносным районом. Площадь Предпуторанского нефтегазоносного района составляет 22437 км^2.

В тектоническом отношении Предпуторанский нефтегазонсный район в западной и центральной своей части приурочен к серии отрицательных структур I и II порядков (Романихинский мегапрогиб, Восточно-Дудыптинская, Дудыптинская и Боярская впадины). На востоке он охватывает южный борт Боганидско-Жданихинского желоба и частично Восточно-Сибирскую моноклизу.

Основанием для выделения этого района явилась его приуроченность к отрицательным структурным элементам, в отличие от соседнего Рассохинского нефтегазоносного района на севере и от Соленинско-Малохетского на западе. Граница Предпуторанского нефтегазоносного района с Лобаз-Хетским обусловлена исключительно литологическими критериями. Вдоль границ с Сибирской платформой выделяется зона развития сиговской и нижнехетской свит, которые замешаются глинами вглубь прогиба. Граница предполагаемого распространения коллекторов этих свит и принята за границу между вышеназванными районами.

Мощности мелового комплекса в пределах Предпуторанского нефтегазоносного района составляют от 1000 до 4000 м, а юрского - от 0 до 6000 м. Глубины залегания кровли юры достигают -3900 м на крайнем западе и востоке района в Крестовой впадине и на бортах Хетской мезовпадины. На этих же участках глубины залегания подошвы юрских отложений составляют -9000--10000 м.

По сравнению с Рассохинским и Лобаз-Хетским нефтегазоносными районами в Предпуторанском наблюдается опесчанивание в южном направлении, к границе с Сибирской платформой, проницаемых комплексов юрских нефтегазоносных комплексов (батского и оксфордского). Ту же самую тенденцию можно отметить для проницаемых комплексов, а также и флюидоупоров меловых нефтегазоносных комплексов.

Предпуторанский нефтегазоносный район является перспективным. В настоящее время в нем не пробурено ни одной глубокой скважины.

Основные перспективы района связаны с батским, оксфордским, нижне- и верхне-неокомским нефтегазоносным комплексом. Незначительными перспективами на крайнем западе Предпуторанского района обладает альб-сеноманский нефтегазоносный комплекс. Предполагается широкий набор типов ловушек углеводородов — структурные, литологические, тектонически экранированные.

Лобаз-Хетский перспективный нефтегазоносный район располагается на востоке Енисей-Хатангской нефтегазоносной области (Рис. 15). На северо-западе он граничит с Балахнинским нефтегазоносным районом, на юге - с Предпуторанским, на западе на небольшом протяжении - с Рассохинским нефтегазоносным районом. Площадь района составляет 27902 км^2.

В тектоническом отношении он приурочен к центральной и северной частям Боганидско-Жданихинского желоба и незначительно заходит на территорию Восточно-Сибирской моноклизы, Харатумусского и Эджанского наклонных мегапрогибов. Характерной особенностью Лобаз-Хетского нефтегазоносного района является значительный перепад как глубин залегания продуктивных комплексов юры и мела, так и их толщин. Толщины меловых отложений составляют 1000-5000 м, достигая своих максимальных значений в Хетской мезовпадине. В этом же районе юрский комплекс достигает мощности 11000 м, также сокращаясь до 1000 м, на восточной границе района. Осадочный чехол представлен предположительно всеми ярусами юры и мела. Четвертичные образования залегают с размывом на отложениях от палеогена до сеномана.

От соседнего к югу Предпуторанского нефтегазоносного района Лобаз-Хетский район отличается более глинистым составом проницаемых комплексов как юрских нефтегазоносных комплексов, так и неокомских. Выше уже отмечалось, что граница между этими двумя районами проведена по замещению песчаных отложений сиговской и нижнехетской свит оксфордского и нижненеокомского нефтегазоносного комплекса.

От Балахнинского нефтегазоносного района Лобаз-Хетский отличается в первую очередь своим тектоническим положением - приуроченностью к надпорядковой отрицательной структуре. Батский нефтегазоносный комплекс в районах отличается незначительно, преимущественно своей мощностью и отсутствием размывов в предмеловое время в Лобаз-Хетском нефтегазоносном районе. В этом же районе по меловым комплексам кроме толщин отмечается более глинистый разрез неокома.

К настоящему времени в Лобаз-Хетском нефтегазоносном районе пробурена одна скважина Массоновская скв. 363 глубиной 4350 м, которая вскрыла на забое отложения гольчихинской свиты. Испытание единственного интервала из суходудинской свиты дало приток воды дебитом 158.4 $м^3$/сут.

Незначительными перспективами на территории Лобаз-Хетского нефтегазоносного района обладают геттанг-байосский, батский, нижне- и верхненеокомский нефтегазоносные комплексы. Предполагаемый тип доминирующих ловушек для меловых комплексов - структурный, для юрских - структурный и литологический.

Логатский перспективный нефтегазоносный район расположен на северо-востоке Енисей-Хатангской нефтегазоносной области (Рис. 15). На западе он граничит с Пясинским нефтегазоносным районом, на юге - с Рассохинским, а на юго-востоке - с Балахнинским нефтегазоносным районом. Площадь района составляет 24449 $км^2$.

В тектоническом отношении Логатский район приурочен к Туровскому наклонному мегапрогибу, восточной части Южно-Таймырской мегамоноклинали, частично охватывает восток Центрально-Таймырского желоба и Центрально-Таймырской мегамоноклинали.

Толщины юрских отложений изменяются от 100 м на северо-востоке района до 10000 м в Шаманской впадине Центрально-Таймырского желоба. В северо-восточном направлении с уменьшением толщин из разреза выпадают нижние части разреза нижней и средней юры. Глубины залегания кровли юрских отложений меняются от -4700 м на юге района до

-1000 м на склонах Южно-Таймырской мегамоноклинали. Отметки подошвы юрского комплекса колеблются в пределах -1500 м—15000 м.

Толщины меловых отложений составляют 1000-4800 м. Часть мелового комплекса в предчетвертичное время была размыта. Если на юго-западе Логатского нефтегазоносного района четвертичные образования залегают на отложениях насоновской свиты верхнего мела, то на северо-востоке — на породах яковлевской свиты апт-альба.

От Рассохинского и Балахнинского нефтегазоносного района Логатский район отличается своей приуроченностью не к положительным, а к отрицательным и промежуточным тектоническим элементам. От Пясинского нефтегазоносного района его отличает в первую очередь литологическая характеристика юрских и меловых комплексов, а также то, что в Логатском районе неоком не имеет клиноформного строения.

Проницаемый комплекс батского резервуара в пределах Логатского нефтегазоносного района представлен более песчаными фациями, чем в Балахнинском районе. Песчанистость возрастает к бортам прогиба в северо-западном направлении. Оксфордский нефтегазоносный комплекс в данном районе не выделяется. Меловые нефтегазоносные комплексы, так же, как и батские отложения, отличаются по сравнению с Балахнинским и Пясинским нефтегазоносными районами гораздо более песчаным разрезом. Наблюдается тенденция увеличения песчанистости разреза, как в сторону борта прогиба, так и вдоль склона в северо-восточном направлении.

В настоящее время в пределах Логатского нефтегазоносного района пробурена одна скважина Логатская скв. 361, вскрывшая на забое породы фундамента, на который ложатся отложения китербютской свиты нижней юры. Месторождений в данном нефтегазоносном районе пока не выявлено вследствие крайне малой изученности бурением.

В Логатском нефтегазоносном районе, так же, как и в Балахнинском, малоперспективными являются аптский и альб-сеноманский нефтегазоносный комплекс. Оксфордский нефтегазоносный комплекс и ачимовский комплекс здесь не выделяются. Небольшие перспективы связываются с отложениями геттанг-байосского, нижне- и верхненеокомского нефтегазоносных комплексов. Наиболее всего перспективным на территории Логатского нефтегазоносного района прогнозируется батский нефтегазоносный комплекс.

Ожидаемым типом доминирующих ловушек для мелового комплекса является структурный тип, для юрских нефтегазоносных комплексов - как структурный, так и литологический» (Ларичев, 2007; Кузнецов, 1977, Балдин, 2001ф).

3.2 ЛЕНО-АНАБАРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ОБЛАСТЬ

Область занимает восточную часть одноименного прогиба до разлома Оленёкской долины, замыкающего Таймылырскую впадину на востоке, перед кряжем Чекановского (Рис. 14, 15). В Лено-Анабарском прогибе битуминозные известняки встречены в отложениях оленёкского яруса с содержанием битума 0,06–0,6 %; в них же присутствует капельная нефть. Вязкие битумы установлены в основании тоарских слоев в бассейне р. Келимяр. Проявления нафтидов отмечены среди глинистых отложений средней юры в нижнем течении р. Оленёк в прослое сидеритизированных известняков, где битумы присутствуют в виде примазок и выполняют трещины. Битумы вязкие, близкие по составу к мальтам и нефтям. Слабая степень их гипергенной превращенности обусловлена либо поздним этапом миграции, либо хорошими условиями консервации. Повышенная битуминозность и обогащение органическим веществом характерны также для пород основания волжского яруса верхней юры.

В приконтактной зоне пермских и триасовых отложений на глубинах 400–500 м в трещиноватых песчаниках отмечалась капельножидкая вязкая нефть. Интересен своеобразный факт распределения углеводородных составляющих в нижнетриасовых отложениях Улахан-Юряхской антиклинали, где из туффитов индского яруса получен углеводородный газ. В перекрывающем пласте трещиноватых мергелей отмечена капельножидкая нефть бурого цвета. Чекановский перспективно-нефтегазоносный комплекс будет продуктивен при наличии региональной глинистой покрышки ыстаннахской свиты.

Продуктивными коллекторами являются преимущественно карбонатные породы триаса (Государственная…S51-52, 2014; Государственная…S50-52, 2001; ; Истомин, 2004, Миловский, 2013, Сафронов, 2002).

4. СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА.

4.1 МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ.

Моделирование позволяет восстановить историю формирования и развития бассейна. Создание структурно-эволюционной модели осадочного бассейна заключается в сборе всего спектра данных о геологическом строении и истории геологического развития исследуемой территории, с последующей их интерпретацией и построением на этой основе модели. Технология моделирования эволюции осадочного бассейна основана на процессе последовательного снятия слоев. В результате решается серия обратных задач, которые направленны на расчет зависимости изменения объема и мощностей слоев под весом вышележащих осадков в ходе геологической истории. На этой основе может быть построен ряд других моделей (генерационные, миграционные, тепловые и др.), необходимых для анализа углеводородного потенциала территории. Для построения эволюционной модели было выбрано программное обеспечение Move 2015 компании Midland Valley, как наиболее подходящее для решения поставленных задач.

Стоит сказать, что предлагаемая автором структурно-эволюционная модель для исследуемой территории построена впервые. Весь процесс создания модели осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов поэтапно рассмотрен ниже.

Предварительный этап создания структурно-эволюционной модели осадочного бассейна заключался в поиске, сборе, изучении и интерпретации информации о геологической и геофизической изученности территории, об изученности глубоким бурением, данных о геологическом и тектоническом строении Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского мезозойских прогибов. Также были подробно рассмотрены основные этапы геологического развития территории этих прогибов.

Важным этапом в ходе подготовки к созданию модели стал выбор геологической карты, которая должна была лечь в основу этой модели. Изначально планировалось для этой цели использовать листы Государственной Геологической карты России 1:1 000 000 масштаба (ГГК-1000), но ввиду большой площади территории исследования (около 300 тыс. км^2) мы были бы вынуждены соединять около 10 листов ГГК-1000. Поэтому, как наиболее подходящий для наших целей вариант, был выбран фрагмент Геологической

карты России и прилегающих акваторий масштаба 1:2 500 000, изданный ФГУП «ВСЕГЕИ» в 2011 г (Прил. 1).

Взятая за основу геологическая карта была векторизована в среде Move (Рис. 16). То есть были векторизованы кровли всех дочетвертичных образований и все тектонические элементы. Векторное представление геологической карты стало основой проекта структурно-эволюционной модели Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского мезозойских прогибов (далее - проект). Необходимо отметить, что вся дальнейшая обработка собранного фактического материала проходила в программе Midland Valley Move (Рис. 17).

Следующим шагом был сбор и систематизация геологических данных по скважинам, пробуренным в пределах изучаемой территории, которые в дальнейшем были использованы в построении данной модели. Итогом этого этапа стало создание базы данных о геологическом строении территории в пределах 20 скважин, пробуренных на территории Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов, а также на соединяющей их Анабаро-Хатангской седловине. Это следующие скважины: Балахнинская 1, Владимирская 21, Волочанская 1, Восточная, Восточно-Кубалахская 357, Гуримисская, Западно-Кубалахская 359, Костроминская, Кубалахская 1, Логатская, Массоновская, Новая 1, Рыбинская, Северо-Суолемская, Улаханская, Усть-Оленекская, Хастахская, Хорудалахская, Южно-Суолемская, Южно-Тигянская (Прил. 2), (Рис. 17). Данные о расположении скважин, их геологическом строении были внесены в проект модели. На их основе построены частные геологические разрезы.

Далее для создания модели было необходимо подобрать региональные разрезы в пределах исследуемой территории. Для этих целей выбраны разрезы из геологических отчетов, а также разрезы к листам R-(45),46,47; R-48,49, (50); R-(50),51,52; S-47,48,49 и S-50-52 новой серии Государственной Геологической карты России 1:1 000 000 масштаба, а также разрезы к листам S-48; S-49; S-51-52; третьего поколения Государственной Геологической карты России 1:1 000 000 масштаба. Все разрезы были внесены в проект и векторизованы. Также был произведен сбор геологических разрезов к листам Государственной Геологической карты России 1:200 000 масштаба первого и второго поколения (Прил. 1).

После внесения в проект, векторизации и доработки всех вышеперечисленных данных, автором были самостоятельно построены региональные геологические разрезы на

основе векторизованной карты, уже существующих геологических разрезов, данных бурения скважин и данных из геологических отчетов и опубликованной литературы.

Заключительным этапом работы с моделью стало построение двух региональных разрезов через центральные части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов, наиболее полно характеризующих их строение и эволюцию. Далее для восстановления эволюции прогибов в мезозое проводилось последовательное снятие слоев – развертка разрезов. Этот шаг позволил показать состояние прогибов на определенных промежутках геологического времени. Итогом этого этапа явилась серия разрезов исследуемых прогибов. На основе этих разрезов проводился дальнейший анализ эволюции осадочного бассейна восточной части Енисей-Хатангского прогиба и Лено-Анабарского прогиба.

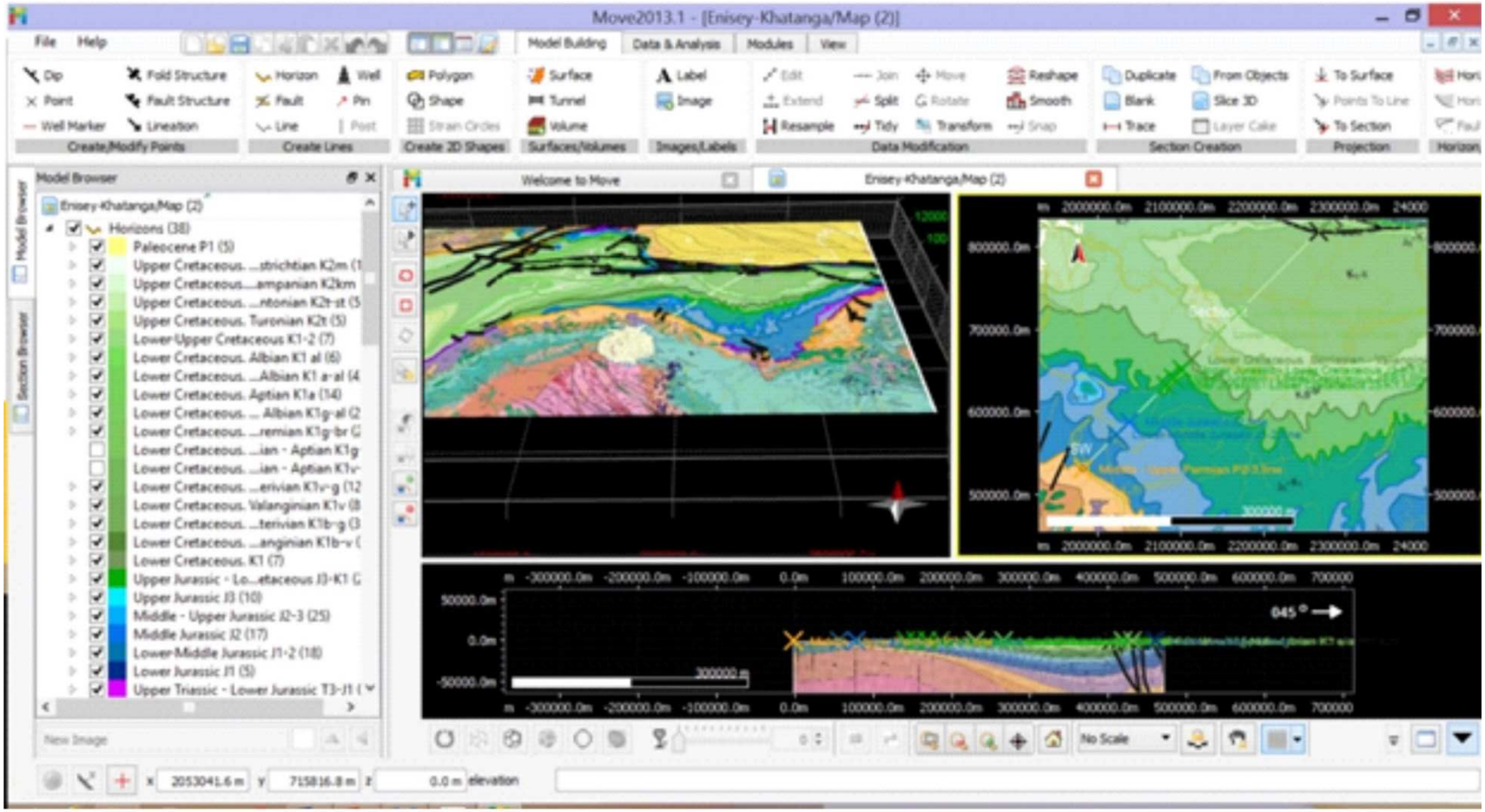
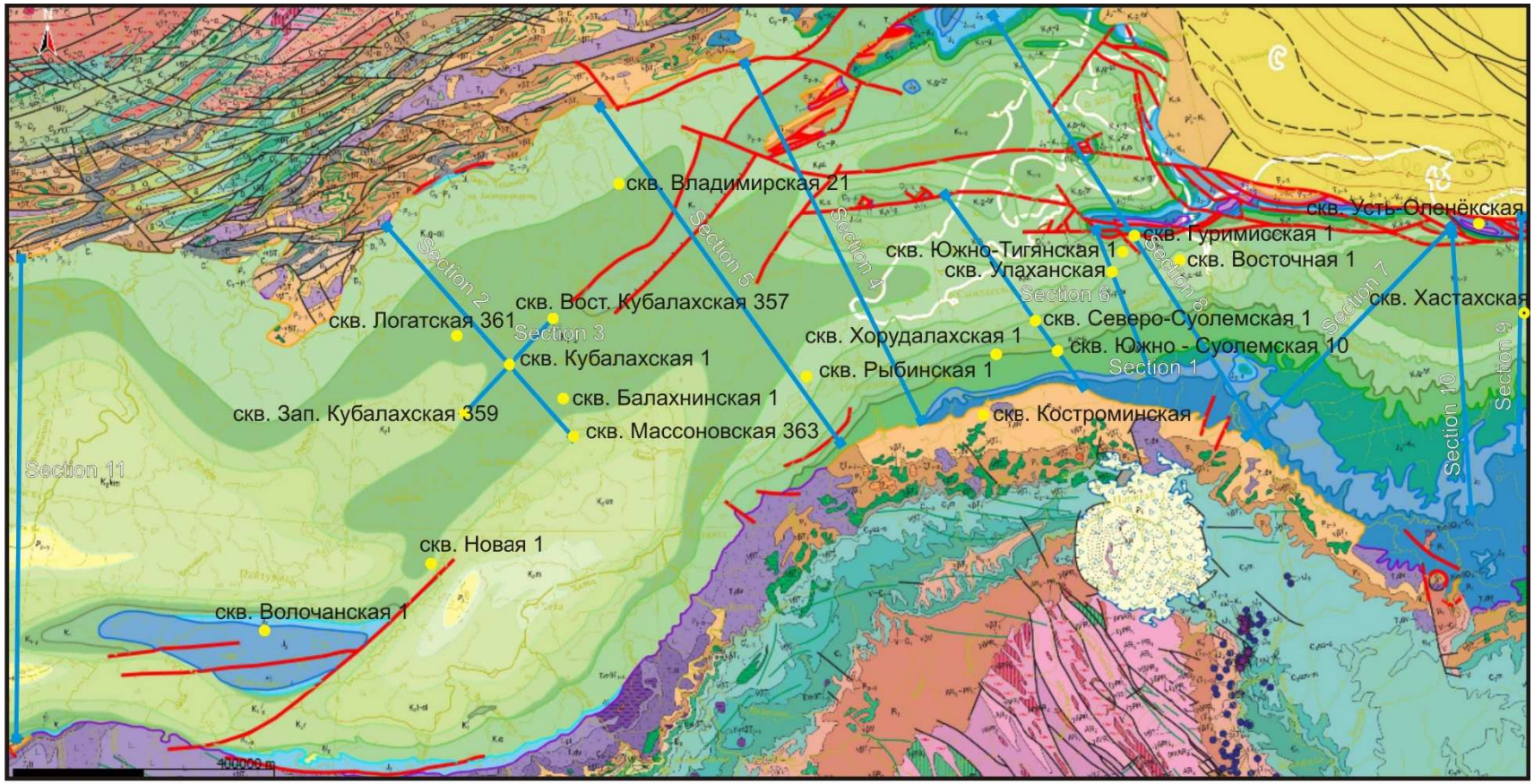


Рис. 16. Процесс работы в программе Midland Valley Move.



Условные обозначения к схеме фактического материала:
(условные к геологической карте см. на следующей странице)

Section 11 - региональный геологический разрез

скв. Улаханская - местоположение скважины и её название

- тектонические нарушения

Рис. 17. Схема фактического материала, использованного при построении структурно-эволюционной модели.

Рис. 17. Условные обозначения к геологической карте территории исследования. *(Лист Государственной геологической карты России масштаба 1: 2 500 000. ФГУП ВСЕГЕИ 2011 г.)*

4.2 АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА И ЛЕНО-АНАБАРСКОГО ПРОГИБА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕННОЙ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Анализ эволюции осадочного бассейна реализуется путем последовательного снятия слоев в разрезе – от древних к молодым. Ниже приведена сравнительная характеристика эволюции двух частей осадочного бассейна – восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и Лено-Анабарского прогиба. Сравнение проводилось, основываясь на временных отрезках геохронологической шкалы (поярусно или по отделам).

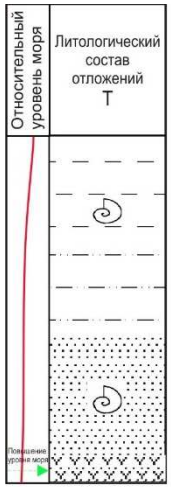
Енисей-Хатангский региональный прогиб начал развиваться как самостоятельная структура с конца триаса, его формирование в пределах современных границ закончилось в начале раннего мела. Развитие Лено-Анабарского прогиба началось в начале позднего триаса постепенным прогибанием континентальной части региона, а закончилось формирование прогиба в конце раннего мела (гл. 2.3).

История развития осадочного бассейна в юрское и меловое время представляет наибольший интерес ввиду высокой перспективы нефтегазоносности этих отложений, поэтому она рассматривается наиболее подробно (Глаголев, 1994; Болдушевская, 2002).

ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА (T)

Енисей-Хатангский прогиб: в это время прогиб начинает развиваться как самостоятельная структура, в нижней части формируются покровы эффузивов основного состава, перекрывающиеся толщей ритмичных песчано-алевритовых и глинистых пород (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 18 А).

Лено-Анабарский прогиб: в триасовое время происходило постепенная регрессия моря. В это время формируются глинистые осадки, позже - вулканомиктовые песчаники и известняки, в том числе битуминозные, которые перекрываются глинистыми отложениями. Разрез завершается преимущественно песчаной толщей (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 18 Б).



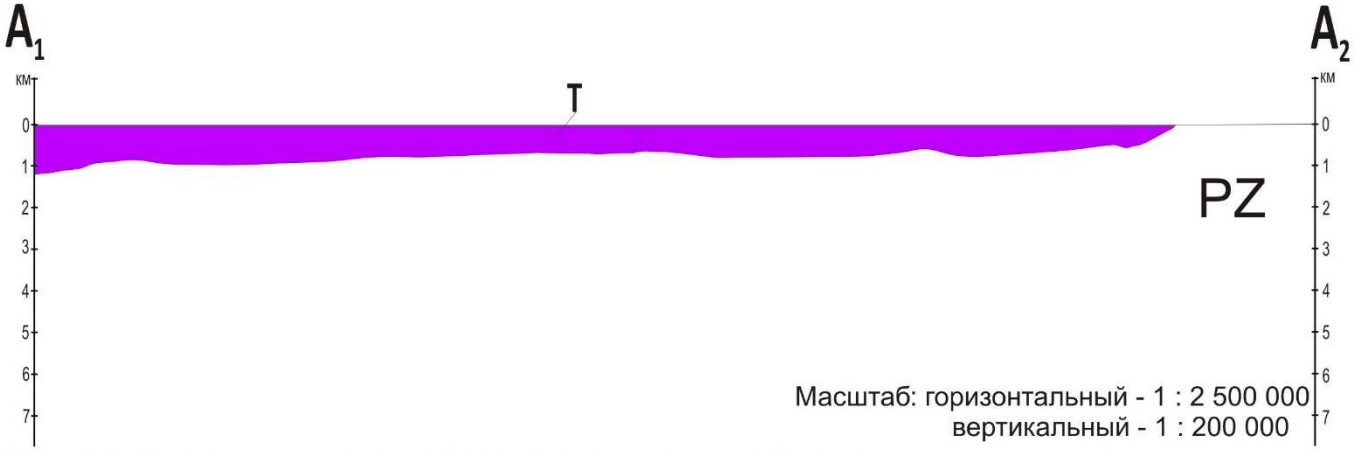


Рис. 18 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на триасовое время.

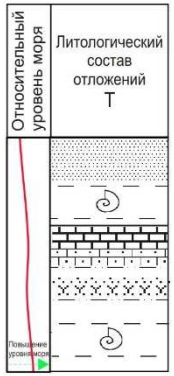


Рис. 18 Б. Разрез Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на триасовое время.

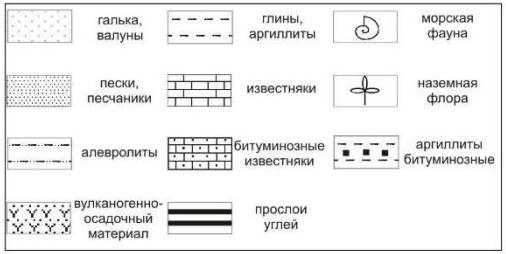


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

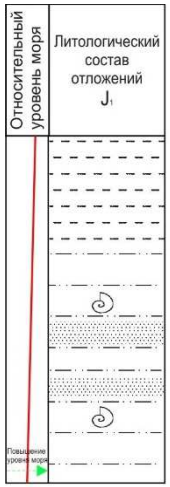
Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

ЮРСКАЯ СИСТЕМА (J)

РАННЯЯ ЮРА (J_1)

Енисей-Хатангский прогиб: в раннеюрское время происходила трансгрессия, максимум трансгрессии пришелся на середину-конец ранней юры. В это время на большей части Енисей-Хатангского прогиба происходило накопление алеврито-пелитовых осадков (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2), в бортовых частях прогиба преобладала псаммитовая фракция (Рис. 19 А).

Лено-Анабарский прогиб: на протяжении ранней юры происходила трансгрессия, формировались преимущественно алеврито-глинистые осадки. В середине этого временного интервала зафиксирована кратковременная регрессия, которая отражена в разрезе наличием конгломератов (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2). В тоарское время преобладали нормальные морские условия при влажном теплом климате – это отразилось образованием черных битуминозных сланцев, формировавшихся за счет аллохтонного терригенного органического материала (Рис. 19 Б).



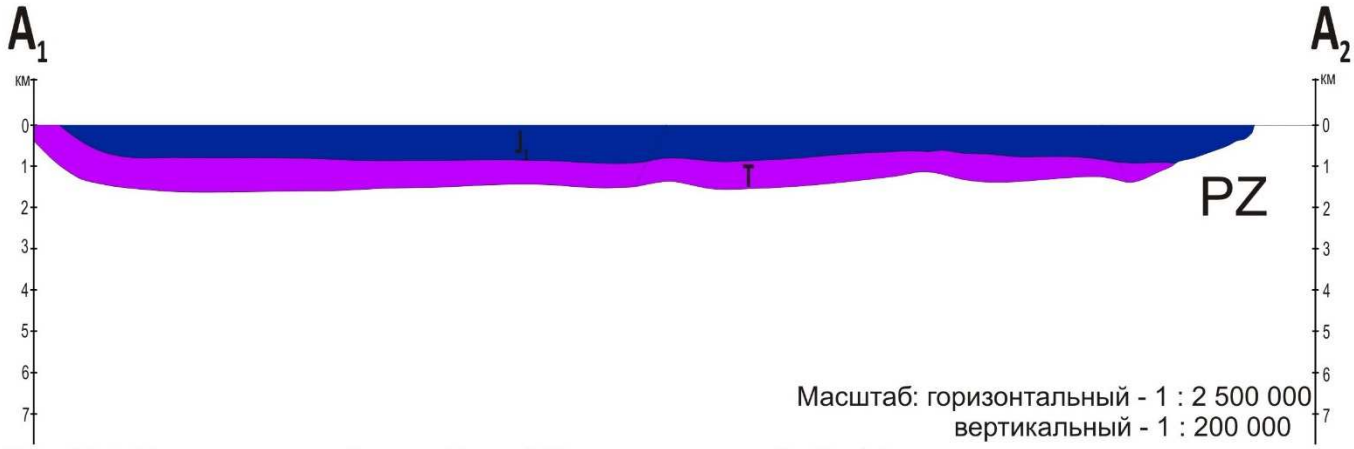
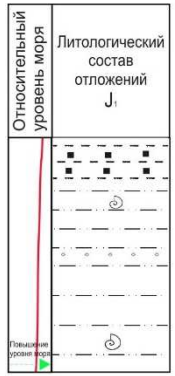


Рис. 19 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на раннеюрское время.



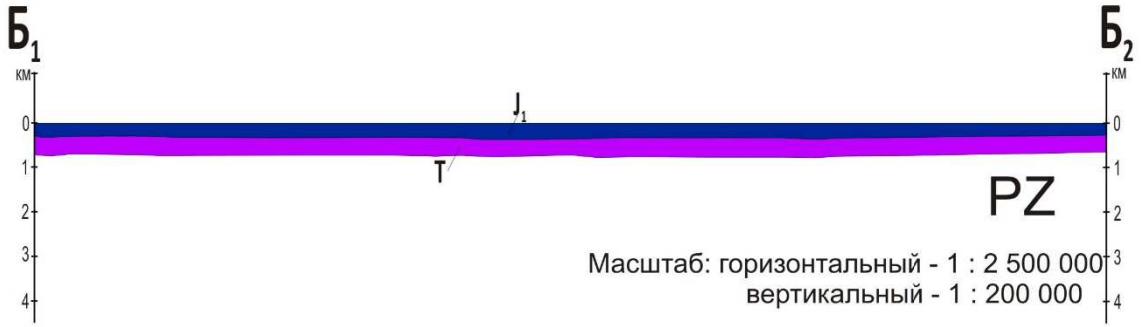


Рис. 19 Б. Разрез Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на раннеюрское время.

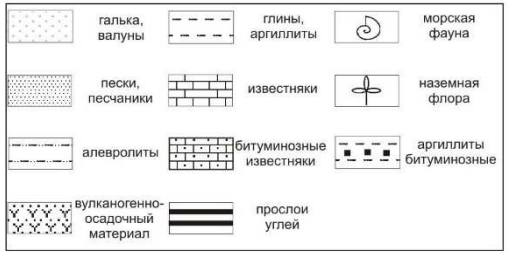


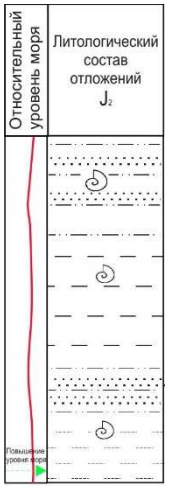
Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

СРЕДНЯЯ ЮРА (J_2)

Енисей-Хатангский прогиб: Для начала средней юры характерен режим прогибания, который на территории Енисей-Хатангского прогиба был относительно стабильный, компенсированный. Тип осадконакопления – морской и прибрежно-морской. Происходили частые, но незначительные колебания уровня моря, которые привели к накоплению слоистых алеврито-глинистых отложений (Гл. 2.1.2). Позже прогибание стало значительно медленнее, что способствовало накоплению существенно песчаных толщ (Прил. 2). Прогибание полностью компенсировалось. Конец средней юры характеризуется началом обширной морской трансгрессии. Осадки, накапливавшиеся в прибрежных зонах, как и на большинстве территории Хатангского бассейна были представлены песчано-алевритовым материалом (Прил. 2). Южнее осевой части прогиба в это время зарождается тектоническое нарушение, смещение по которому в этот период не происходит (Рис. 20 А).

Лено-Анабарский прогиб: с начала средней юры, в связи с похолоданием, определяющую роль в осадконакоплении играли плавающие льды, привносившие в морской бассейн крупные валуны и глыбы кварца, долеритов, а также галечников (Гл. 2.3). В батском веке происходили привнос в бассейн тонких осадков каолинитового состава и кратковременные перерывы осадконакопления с последующим привносом грубообломочного материала. Это обусловлено тем, что в батский век на платформе сначала происходило поднятие, обусловившее значительный вынос преимущественно песчаного материала в мелеющий и регрессирующий морской бассейн, которое сменилось к концу батского века их затуханием и глубокой дезинтеграцией пород. В келловее происходила постепенная трансгрессия моря. В конце среднеюрского времени глубина бассейна осадконакопления увеличивается, отлагаются глинисто-алевролитовые осадки. (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 20 Б).



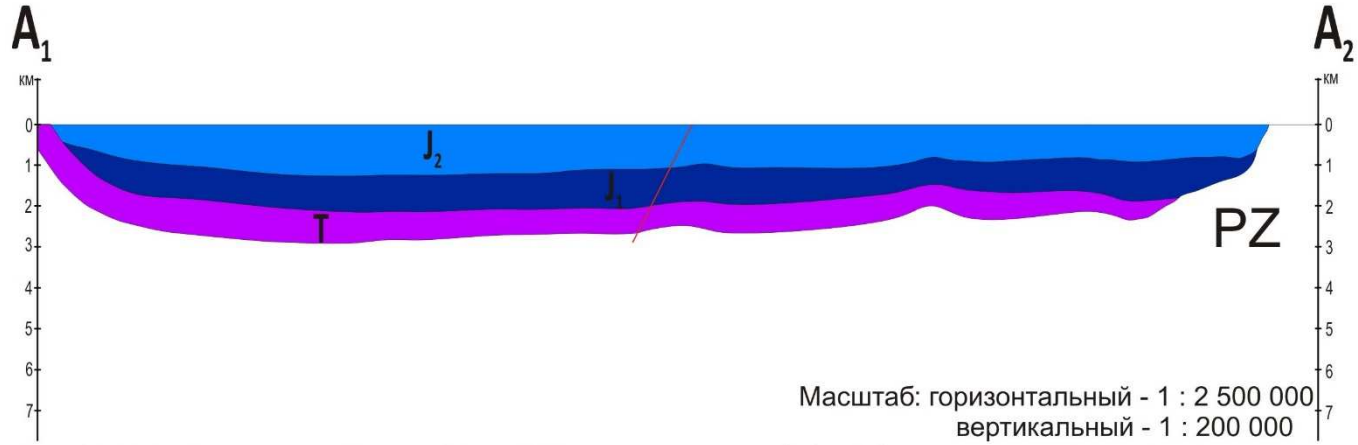
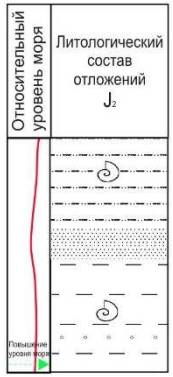


Рис. 20 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на среднеюрское время.



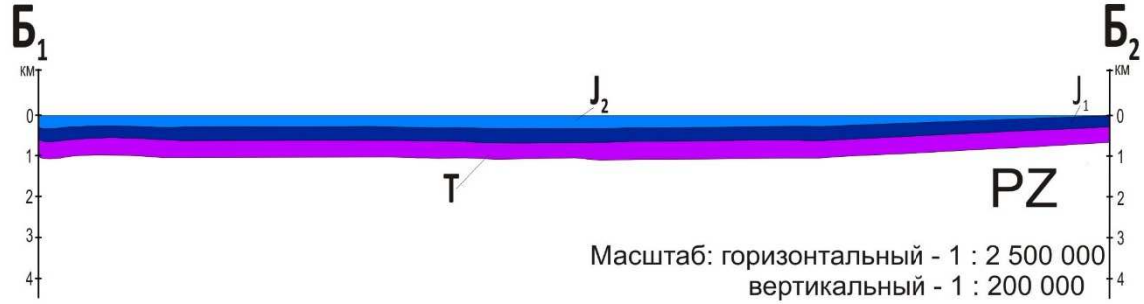


Рис. 20 Б. Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на среднеюрское время.

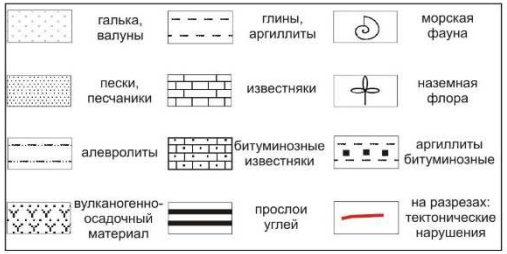
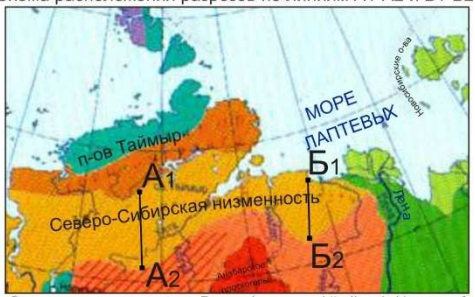


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

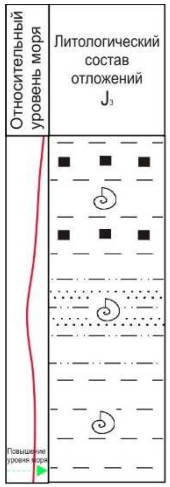


Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

ПОЗДНЯЯ ЮРА (J_3)

Енисей-Хатангский прогиб: В начале позднеюрского времени трансгрессия, во время которой формировались преимущественно глинистые отложения, сменилась регрессией, которая достигла максимума в середине кимериджа, в это время отлагались песчано-алевритовые осадки. В это время начинает развиваться Рассохинский наклонный мегавал (Рис.14), по-видимому, в связи с образованием этой структуры продолжает развиваться зона дизъюнктивного нарушения, которая была заложена в средней юре. В середине позднеюрского времени по зоне тектонического нарушения происходит смещение, сбросового характера, ранее накопившихся мезозойских осадков, амплитуда смещения достигает 50 м. После этого, движения по данному разлому прекращаются, и в более поздних осадках этот разлом не прослеживается. В это же время южнее Рассохинского наклонного мегавала формируется другое тектоническое нарушение, также разломного характера, но смещения по нему не происходит. Происходит сокращение площади зоны с повышенными глубинами 100-200 м, глубина бассейна на большей части территории составляла 25-100 м. В волжское время на территории прогиба развивалась трансгрессия, которая достигла своего максимума в середине волжского века. Осадки, накапливавшиеся в это время на территории Енисей-Хатангского регионального прогиба, слагают глинистые толщи, которые являются надёжными флюидоупорами для нижележащих проницаемых отложений, кроме этого глинистые отложения имеют признаки битуминозности. (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 21 А).

Лено-Анабарский прогиб: в позднеюрское время началась последняя морская трансгрессия. На отдельных участках Лено-Анабарского прогиба нижняя часть разреза сложена глинами и отличается насыщенностью органическими остатками и заметной битуминозностью. Морской бассейн был довольно глубоководным. К концу поздней юры бассейн заметно мелеет, отлагаются преимущественно песчаные породы (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 21 Б).



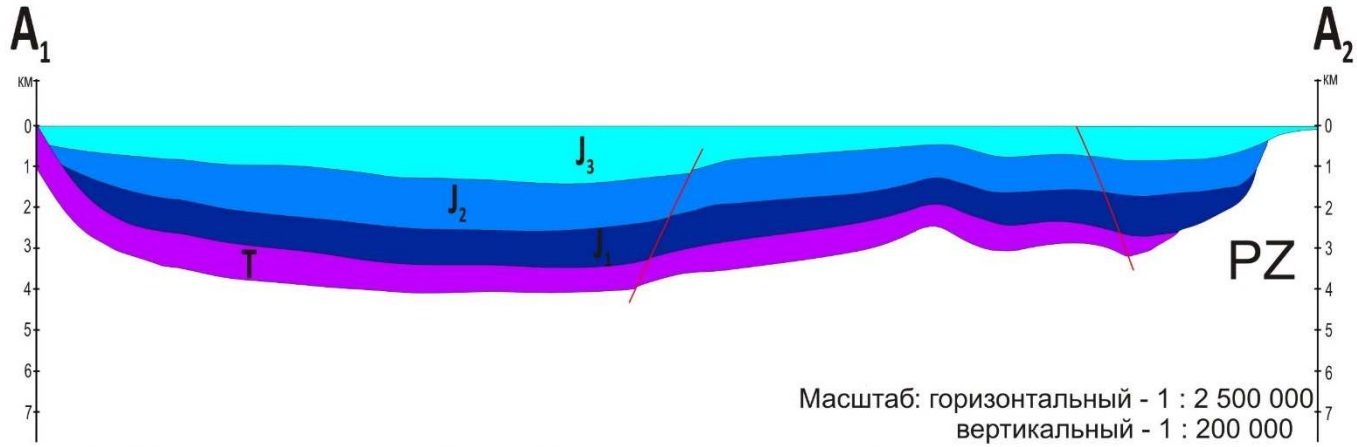
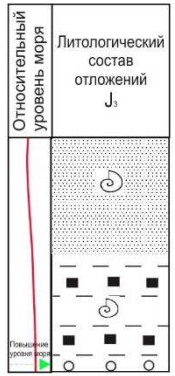


Рис. 21 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на позднеюрское время.



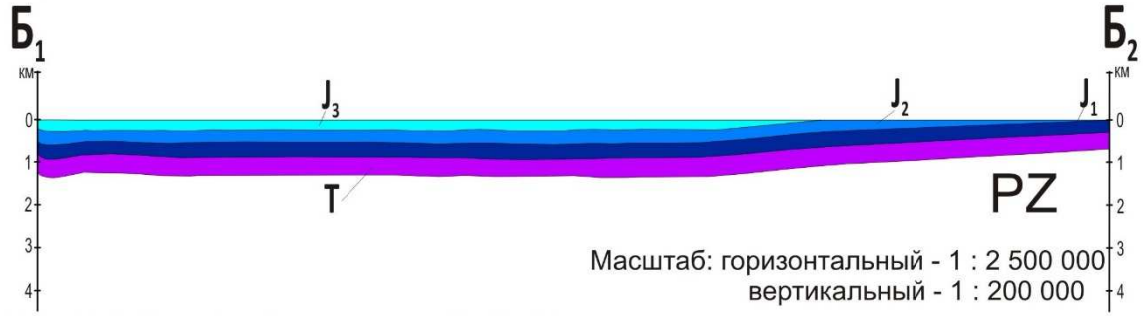


Рис. 21 Б. Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на позднеюрское время.

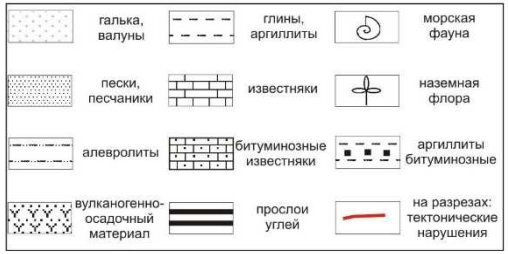


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА (K)

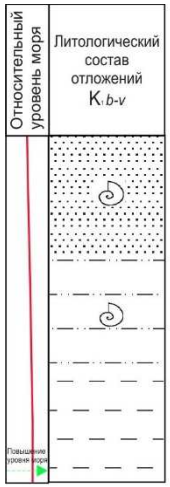
РАННИЙ МЕЛ (K_1)

БЕРРИАССКИЙ - ВАЛАНЖИНСКИЙ ВЕКА (K_1 *b-v*)

Енисей-Хатангский прогиб: в начале раннего мела по разлому, который был заложен в позднеюрское время южнее Рассохинского наклонного мегавала (Гл. 2.3), происходит движение сбросового характера, ранее накопившихся мезозойских осадков, амплитуда смещения достигает 50 м. После этого, движения по данному разлому прекращаются, и в более поздних осадках этот разлом не прослеживается. На протяжении берриас – валанжинского времени происходит постепенное обмеление бассейна. В начале этого времени накапливались глинистые и алевролито-глинистые осадки, которые к началу валанжина в связи с развивающейся регрессией становятся преимущественно песчаными (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2). Осадконакопление компенсировалось постепенным прогибанием, за счет этого отложения имеют значительную мощность до 1200 м. в осевой части прогиба.

В ранневаланжинский век регрессия, начавшаяся в конце юрского времени, получила дальнейшее развитие. На востоке Хатангского моря накапливались в основном алеврито-песчаные и глинисто-алеврито-песчаные осадки. В более глубоководной зоне накапливались преимущественно алевролито-глинистые осадки. В поздневаланжинское время восточные районы Хатангского моря продолжали мелеть. В осадках возросла доля песчаной составляющей (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 22 А).

Лено-Анабарский прогиб: Глубина морского бассейна в течение этого времени оставалась довольно постоянной, происходило накопление существенно песчаных осадков. В конце берриаса – начале валанжина произошла кратковременная регрессия, которая отражена в разрезе наличием конгломератов (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 22 Б).



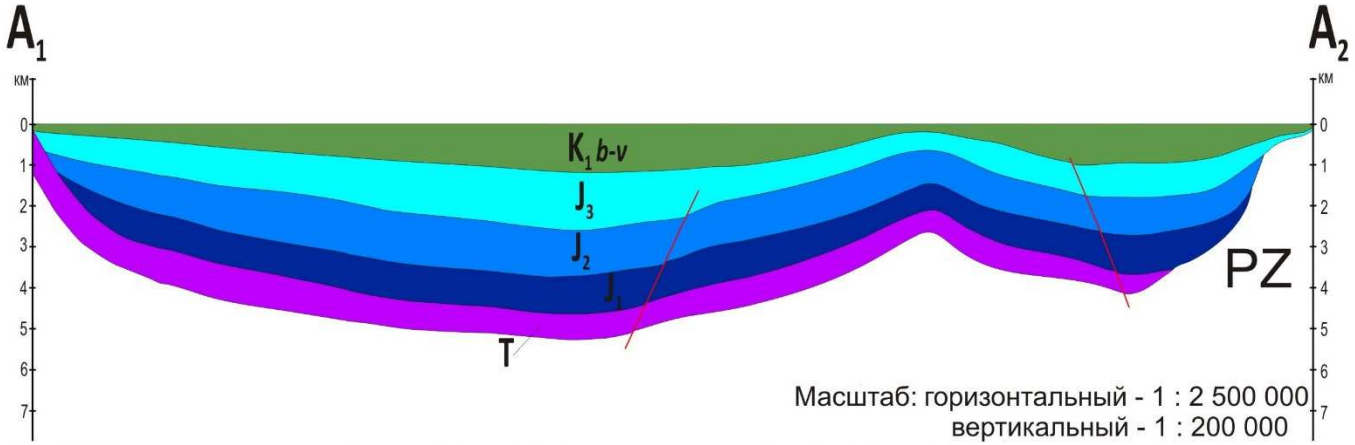


Рис. 22 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на берриас-валанжинское время раннего мела.

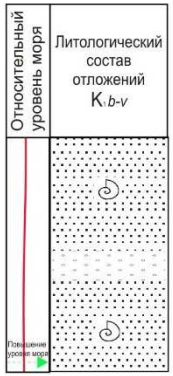


Рис. 22 Б. Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на берриас-валанжинское время раннего мела.

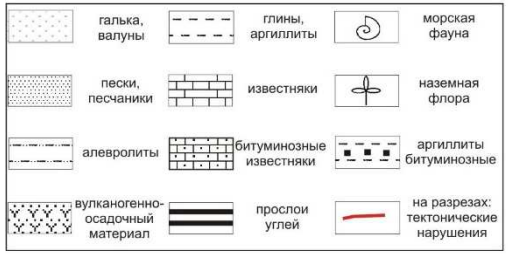
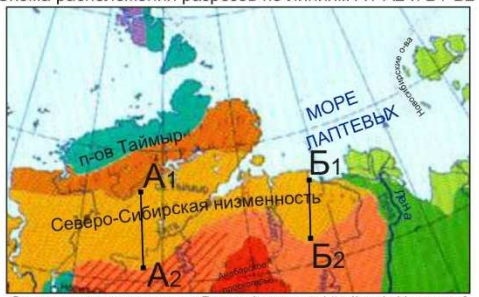


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2



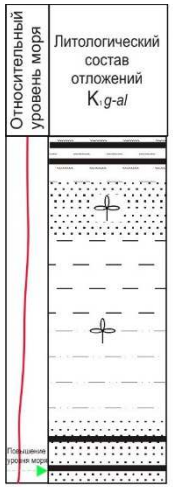
Основа - тектоническая карта России.(*источник: http://russia.big-map.ru/*)

ГОТЕРИВСКИЙ АЛЬБСКИЙ ВЕКА (K_1 *g-al*)

Енисей-Хатангский прогиб: В готеривское время вдоль возвышенностей существовали широкие зоны с накоплением преимущественно песчаного материала, в котором отмечаются пропластки угля. Вдоль осевой линии прогиба накапливались алеврито-песчаные осадки, а на отдельных участках глинисто-алеврито-песчаные.

В барремское время обширной регрессией заканчивается крупный юрско-неокомский трансгрессивно-регрессивный седиментационный цикл. Аптское время начинается с раннеаптской трансгрессии. Накапливаются преимущественно песчаные осадки. Для альбского времени отмечены изменения характера осадконакопления. Накопление преимущественно песчаных фаций сменилось накоплением существенно глинистых с прослоями угля озерно-болотных фаций. В позднем альбе началась очередная регрессия, которая сопровождалась обмелением моря и его опреснением (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 23 А).

Лено-Анабарский прогиб: Начиная с готерива, на всей территории происходил процесс континентального осадконакопления в условиях влажного умеренно теплого климата.
Начиная с баррема, в пределах Лено-Анабарского прогиба отлагались мощные аллювиальные косослоистые молассоидные толщи. Они перемежаются с аллювиально-озерными обычно угленосными горизонтально-слоистыми осадками (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2), формировавшимися в период относительного затухания тектонических напряжений в возникающей горной стране. По-видимому, в связи с тектоническими событиями, происходившими в это время в Верхоянской складчатой системе, в северной части прогиба заложился разлом, который рассекает все мезозойские отложения, но смещения по данному разлому в этот период не происходило. (Рис. 23 Б).



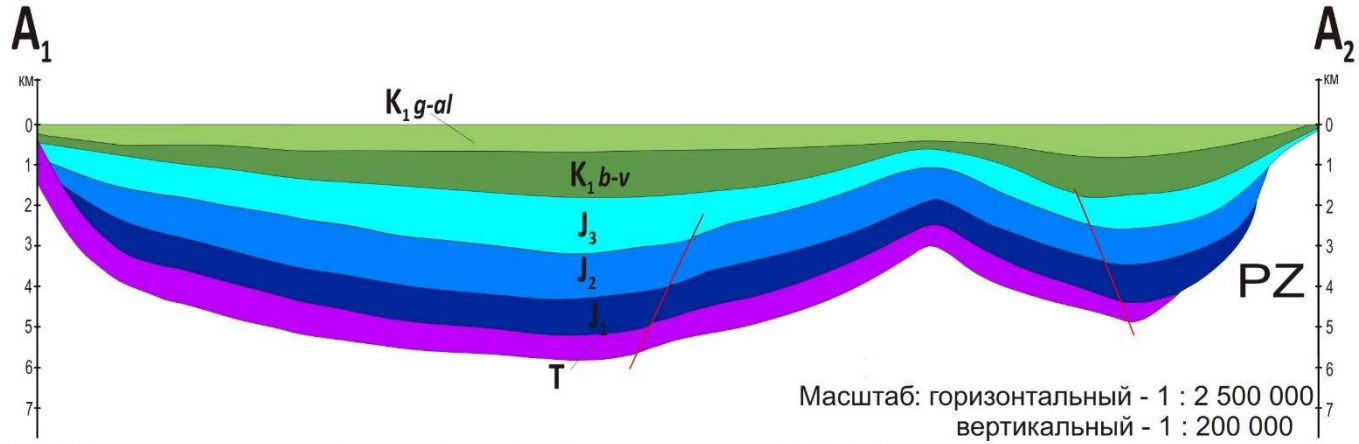
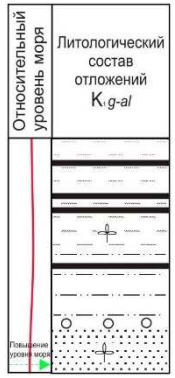


Рис. 23 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на готеривско-альбское время раннего мела.



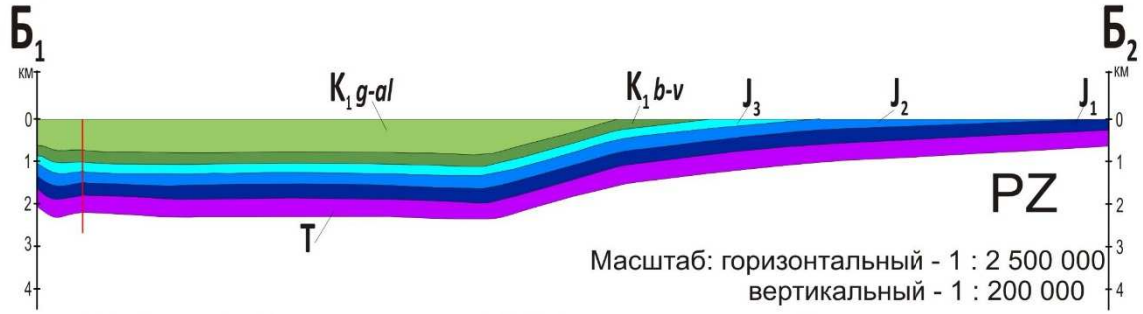


Рис. 23 Б. Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на готеривско-альбское время раннего мела.

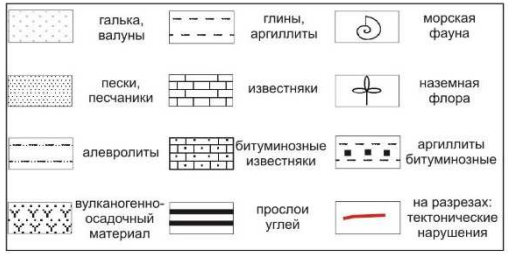
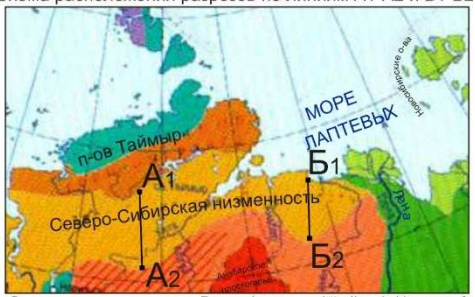


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

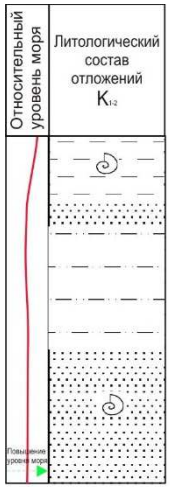


Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

КОНЕЦ РАННЕГО НАЧАЛО ПОЗДНЕГО МЕЛА ($К_{1-2}$)

Енисей-Хатангский прогиб: К этому времени заканчивается нивелировка рельефа и компенсация поднятий. Отложения представляют собой песчано-алевролитовую толщу. К концу альба – началу сеномана происходит трансгрессия, сопровождающаяся накоплением существенно глинистых толщ (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 24 А).

Лено-Анабарский прогиб: В это время происходило компенсированное осадконакопление, осадки преимущественно песчаного состава. Уровень моря в целом был стабильным, за исключением кратковременных регрессий, отраженных в разрезе наличием конгломератов и пропластков углей. В конце этого временного промежутка происходит движение сбросового характера по разлому, сформированному в готерив-альбское время. Амплитуда смещения по разлому не превышает 55-60 м. (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2). (Рис. 24 Б).



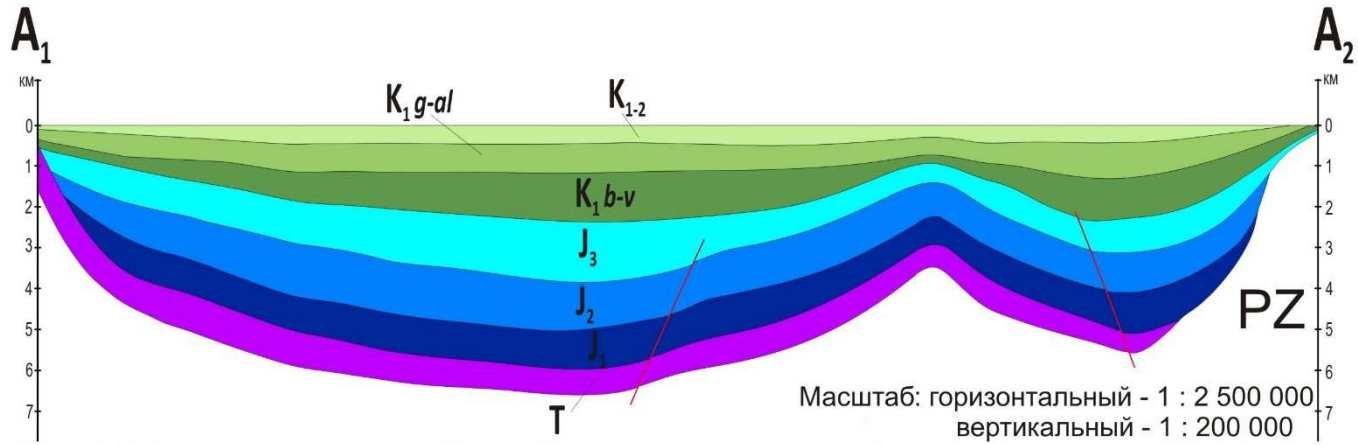
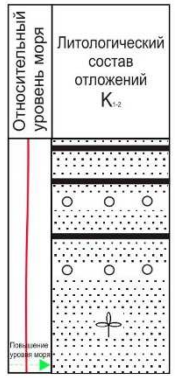


Рис. 24 А. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба ($А_1$-$А_2$) на ранне - позднемеловое время.



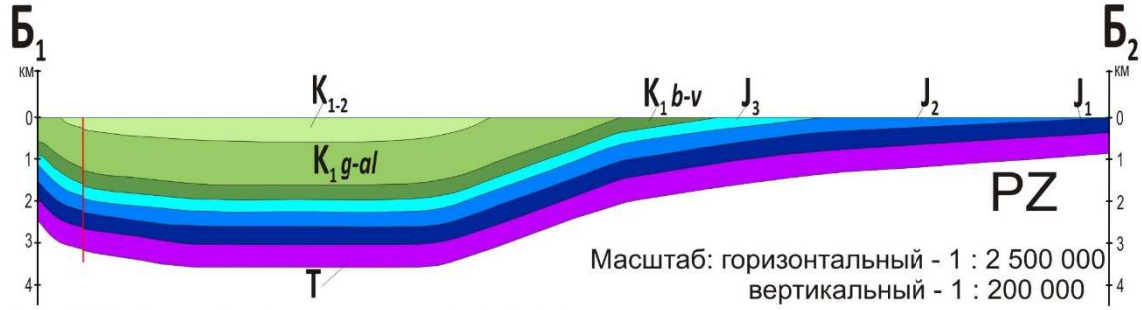


Рис. 24 Б. Лено-Анабарского прогиба ($Б_1$-$Б_2$) на ранне - позднемеловое время.

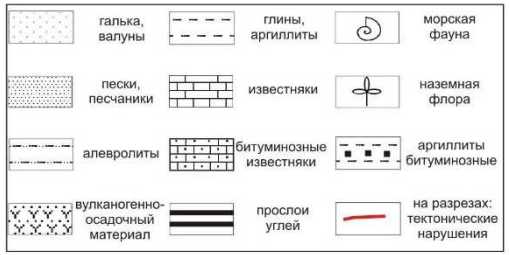


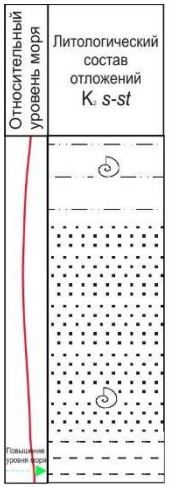
Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2

Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

ПОЗДНИЙ МЕЛ

СЕНОМАНСКИЙ – САНТОНСКИЙ ВЕКА (K_2 *s-st*)

Енисей-Хатангский прогиб: в начале сеномана продолжают отлагаться глинистые отложения, затем уровень моря начинает понижаться и отлагаться песчаные осадки. В сантонское время уровень моря повышается и происходит отложение преимущественно алевролитовых осадков (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2). В это время Рассохинский мегавал продолжает воздыматься и в связи с этим с южной и северной стороны мегавала область осадконакопления разделяется на два самостоятельных бассейна, между которыми в это время существует тонкая перемычка, в пределах которой накопилась толща осадков, мощность которой не превышает 100 м., когда мощность отложений в северной части бассейна достигает 600 м. (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2) (Рис. 25).



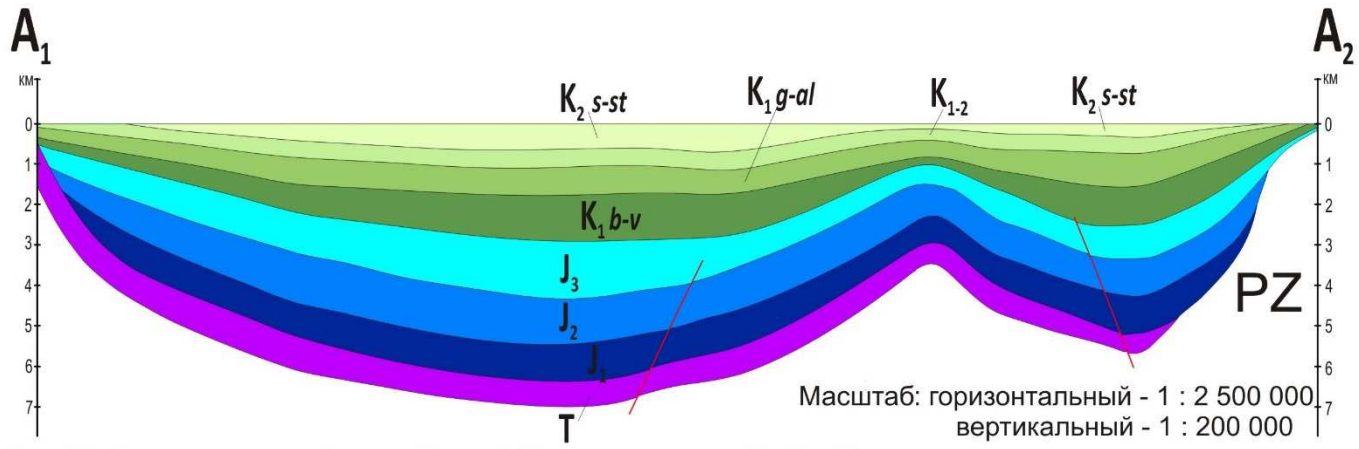


Рис. 25. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба (A_1-A_2) на турон-сантонское время позднего мела.

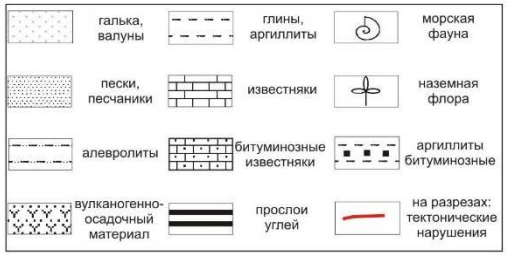
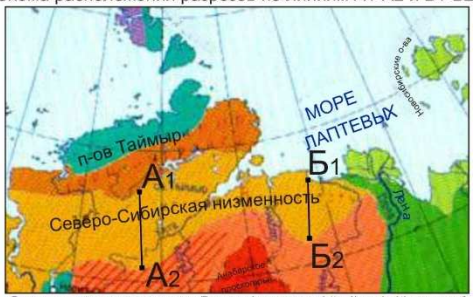


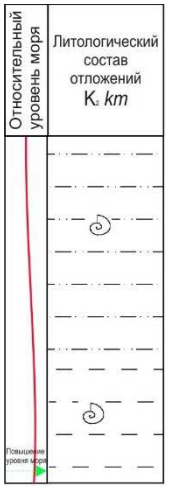
Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2



Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

КАМПАНСКИЙ ВЕК (K_2 *km*)

Енисей-Хатангский прогиб: К кампану трансгрессия моря достигла максимума, отложения начала кампанского времени представлены глинами. Затем трансгрессия сменяется постепенной регрессией, в этот временной промежуток отлагаются алевролитовые осадки (Гл. 2.1.2; Рис.17; Прил. 2). В это время территория Енисей-Хатангского прогиба испытывала равномерное компенсированное прогибание. Дальнейшее развитие Рассохинского мегавала привело к образованию двух самостоятельных бассейнов осадконакопления. Кампанские отложения на большей части прогиба размыты в той или иной степени. (Рис. 26).



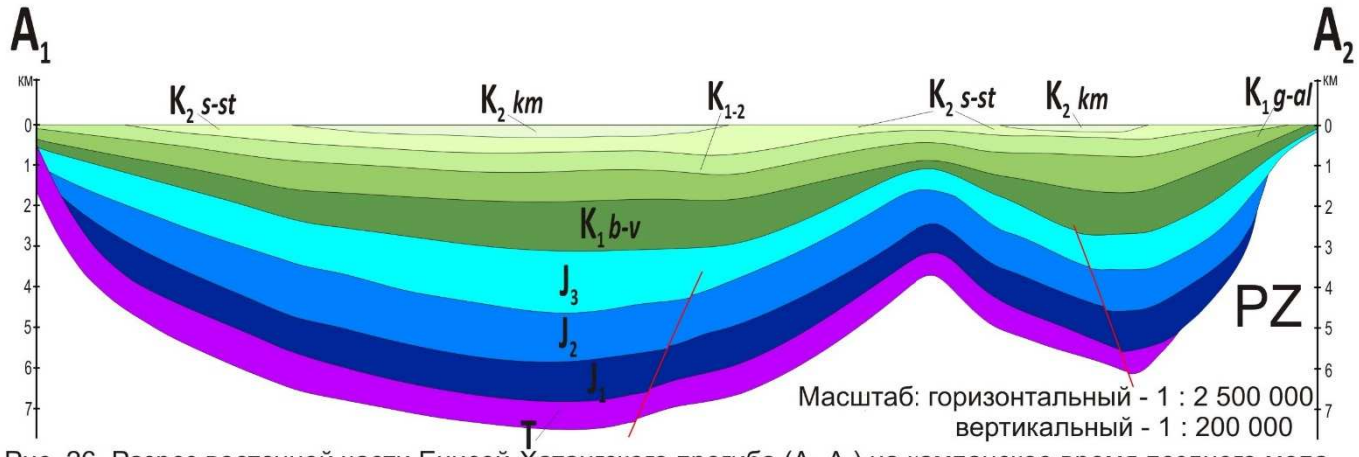


Рис. 26. Разрез восточной части Енисей-Хатангского прогиба (A_1-A_2) на кампанское время позднего мела.

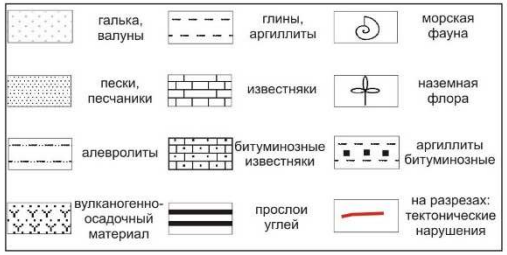
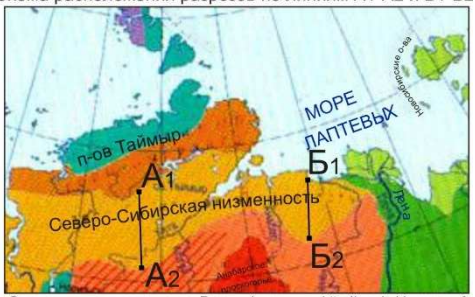


Схема расположения разрезов по линиям А1-А2 и Б1-Б2



Основа - тектоническая карта России.*(источник: http://russia.big-map.ru/)*

Структурно-эволюционная модель, построенная при помощи программного обеспечения Move, позволяет дать новые характеристики бассейна осадконакопления в разные промежутки мезозойского этапа развития и служит основой для моделирования нефтегазовых систем (III защищаемое положение).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги проделанной работы, можно констатировать следующее: петрографическое изучение шлифов литотипов пород, слагающих разрезы восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов, позволяет сделать выводы о фациальном разнообразии пород территории исследования. Стоит отметить, что при наличии более значительного количества шлифов и образцов, возможность построения схем фациальной изменчивости пород по латерали и более детальная - по разрезам скважин, вполне реальна. Автор располагал шлифами в количестве 94 шт., отобранных на исследуемой территории, площадью около 400 000 км^2. Таким образом, построение схемы фациальной изменчивости пород для данной территории не представилось возможным. Безусловно, палеофациальный анализ дает возможность воссоздать условия осадконакопления в прошлом; прогнозировать развитие пород разного литологического состава, в частности, пород-коллекторов и флюидоупоров, нефтегазоматеринских толщ, а также мест сосредоточения осадочных полезных ископаемых.

Автор пришел к выводу, что территории Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов принадлежат к единой системе прогибов, которая протягивается от Западно-Сибирской платформы к Вилюйской синеклизе вдоль северной окраины Сибирской платформы. При изучении стратиграфии этих прогибов был сделан вывод о том, что исследуемые прогибы заполнены, в целом, близкими по возрасту и сходными по составу осадками, но при изучении тектонического строения прогибов и истории их развития выяснилось, что их формирование было связано с разными тектоническими событиями, поэтому следует считать Енисей-Хатангский и Лено-Анабарский прогибы самостоятельными осадочными бассейнами.

Проведенная работа над созданием структурно-эволюционной моделью позволила сделать вывод о том, что моделирование позволяет восстановить историю формирования и развития бассейна. Созданная модель дает новые характеристики бассейна осадконакопления. Дает возможность уточнить данные о этапах геологического развития, о тектонических движениях в процессе эволюции исследуемой территории. Использование разрезов, построенных по данным сейсморазведки, позволит сделать модель более точной. При наполнении базы данных модели результатами химических анализов пород их физико-механических свойствах и др. данными построенная структурно-эволюционная модель может служить основой для составления последующих миграционных, генерационных и тепловых моделей для такой обширной территории, что позволит уточнить перспективы нефтегазоносности исследуемого региона. А именно, на

основании построенных моделей можно уточнить ресурсы Лобаз-Хетского, Логатского, Пясинского и Предпуторанского перспективных нефтегазоносных районов Енисей-Хатангской нефтегазоносной области. Кроме этого существует возможность выделения нефтегазоносных районов в пределах Лено-Анабарской нефтегазоносной области, которая на данный момент не имеет деления на районы. Также модель позволяет дать обоснование проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ.

В завершении следует сказать, что работу над данной темой необходимо продолжать ввиду перспектив нефтегазоносности исследуемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная литература:

1. Арчегов В.Б., Степанов В.А., История нефтегазогеологических работ на территории Сибирской платформы и сопредельных структур // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2009, Т.4, №1, Санкт-Петербург.
2. Беляев С.Ю., Фомин М.А., Анализ истории формирования современной структуры осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2008, Вып. 6. Т.1, 40-42 с.
3. Болдушевская Л.Н., Филипцов Ю.А., Кринин В.А., Фомин А.Н., Перспективы нефтегазоносности юрско-меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба и северо-востока Западно-Сибирской плиты по геохимическим данным // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология, 2002, Санкт-Петербург, ВНИИОкеангеология, 364-371 с.
4. Геолого-минерагеническая карта Мира. Масштаб 1: 15 000 000. Объяснительная записка. Часть 1. Геология и минерагения континентов, транзиталей и Мирового океана. 2000, Санкт-Петербург, издательство картфабрики ВСЕГЕИ, 295 с.
5. Глаголев П.Л., Мазанов В.Ф., Михайлова М.П., Геология и нефтегазоносность Енисей-Хатангского прогиба, 1994, Москва, издательство ИГиРГИ, 118 с.
6. Головин С.В., Классификация нефтегазоносных комплексов мезозоя Енисей-Хатангского прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2009, Т.4, №1, Санкт-Петербург. http: //www.ngtp. ru
7. Государственная геологическая карта Российской федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-(45),46,47 (Норильск). Объяснительная записка. - СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000, 479 с.
8. Государственная геологическая карта Российской федерации масштаба 1:1 000 000 (новая серия). Лист S-50-52 (Быковский). Объяснительная записка. - СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001, 189 с.
9. Государственная геологическая карта Российской федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). Лист S-51,52 (устье р. Лены). Объяснительная записка. - СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2014, 274 с.

10. Дагис А.С., Казаков А.М., Стратиграфия триасовых отложений восточной части Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов // Геология и нефтегзоносность Енисей-Хатангского бассейна, Москва, 1982, 16-29 с.
11. Долматова И.В., Геодинамическая эволюция северной палеоокраины Сибирского континента (Енисей-Хатангский прогиб) // Материалы Второй Международной конференции Геодинамика нефтегазоносных бассейнов 19-21 октября 2004 г., Москва, 143-149 с.
12. Забалуев В.В., Геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Восточной Сибири, Ленинград, 1980, 200 с.
13. Истомин И.Н., К поискам месторождений нефти и газа в Лено-Анабарском краевом прогибе // Вестник Госкомгеологии, материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия), 2004, №1, Якутск, 95-101 с.
14. Ким Н.С., Меленевский В.Н., Фомин А.Н., Геохимические критерии оценки перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса востока России, сборник материалов научно-практической конференции 17-21 июня 2013 г., Санкт-Петербург, 89-95 с.
15. Конторович А.Э., Конторович В.А., Конторович А.А., Ершов С.В., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Грекова Л.С., Ким Н.С., Фомин М.А., Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности западных и центральных районов Енисей-Хатангского прогиба // Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса востока России, сборник материалов научно-практической конференции 17-21 июня 2013 г., Санкт-Петербург, 112-118 с.
16. Конторович В.А., Тектоника и нефтегазоносность западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 8, с. 1027-1050.
17. Конторович В.А., Конторович А.Э., Губин И.А., Зотеев А.М., Лапковский В.В., Малышев Н.А., Соловьев М.В., Фрадкин Г.С., Структурно-тектоническая характеристика и модель геологического строения неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Ленской зоны // Геология и геофизика, 2013, Т. 54, №8, с. 1253-1274.
18. Кузнецов Л.Л., Накаряков В.Д., К нефтегеологическому районированию Енисей-Хатангского прогиба // Геология и нефтегазоносность мезозойских прогибов севера Сибирской платформы, 1977, Ленинград с. 101 – 107.

19. Кузнецов Л.Л., Кяргина Л.И., Филипцов Ю.А., Болдушевская Л.Н., Щепеткова С.В., Пономареноко З.Ф., Нефтегазогеологическое районирование меловых отложений на территории Таймырского АО // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология, 2002, Санкт-Петербург, ВНИИОкеангеология, 354-363 с.
20. Миловский Г.А., Орлянкин В.Н., Ишмухаметова В.Т., Ненадов Я.В., Перспективы нефтеносности Лено-Анабарского прогиба и Оленекской зоны дислокаций по космическим и магнито-гравиметрическим данным // Исследования земли из космоса, 2013, №1, с. 28-31.
21. Платонов М.В., Тугарова М.А., Петрография обломочных и карбонатных пород, 2004, Санкт-Петербург, издательство СПбГУ, 72 с.
22. Пронкин А.П., Савченко В.И., Хлебников П.А, Эрнст В.А., Филипцов Ю.А., Афанасенков А.П., Ефимов А.С., Ступакова А.В., Бордунов С.И., Суслова А.А., Сауткин Р.С., Глухова Т.А., Перетолчин К.А., Новые данные о геологическом строении и возможной нефтегазоносности зон сочленения Западно-Сибирской и Сибирской платформ со складчатым Таймыром // Геология нефти и газа, №1, 2012, с. 28-42.
23. Сафронов А.Ф., Ситников В.С., Каширцев В.А., Микуленко К.И., Перспективы нефтегазоносности арктической части западной Якутии // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология, 2002, Санкт-Петербург, ВНИИОкеангеология, 347-353 с.
24. Тальвирский Д.Б., Моргунов О.Е., Дмитриев М.В., Котт Н.Е., О тектонике восточной части Енисей-Хатангского прогиба // Енисей-Хатангская нефтегазоносная область, сборник статей, 1974, Ленинград, НИИГА, 38-47 с.
25. Фомин М.А., Современная структура мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным уровням // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2010, Т.5, №1, Санкт-Петербург. http: //www.ngtp. ru
26. Швецов М.С., Петрография осадочных пород, 1958, 418 с., Харьков, Углетехиздат.
27. Интернет-ресурс: http://www.geogrid.pro

Фондовая литература:

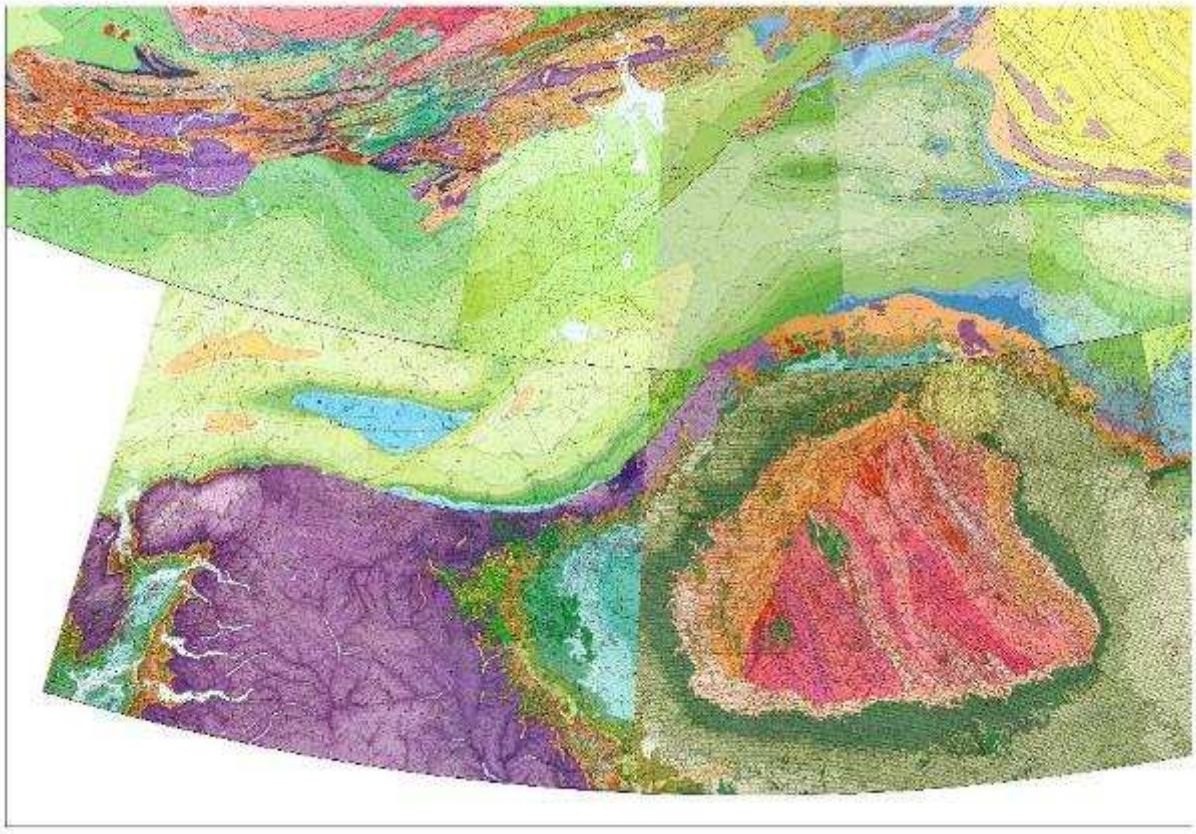
1. Балдин В.А., Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности верхнеюрско-неокомских отложений западной части Енисей-Хатангского прогиба, кандидатская диссертация, кандидатская диссертация, 2001, ВНИГНИ, Москва. 225 с.

2. Кузнецов Л.Л. – отв. исполнитель, Научное обобщение геолого-геофизических материалов с целью структурно-фациального и нефтегазогеологического районирования перспективных земель территории Таймырского АО, Красноярский научно-исследовательский институт геологии и минерального сырья (КНИИГиМС), 2001, Красноярск, 2 книги и 1 папка.
3. Ларичев А.И., Чеканов В.И., – отв. исполнители, Создание современных моделей геологического строения продуктивных и перспективных комплексов Таймырского АО с целью определения приоритетных направлений ГРР на нефть и газ, 2007, Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 4 книги и 2 папки. Геолфонд ВСЕГЕИ.
4. Пантелеева Л.А. – отв. исполнитель, Обобщение геолого-геофизических материалов с целью уточнения перспектив нефтегазоносности восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и Анабаро-Хатангской седловины, Отчет ООО «НПК «ГеоСервис» за 2000-2002 гг., 2002, Красноярск, 3 книги.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРУКТУРНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ

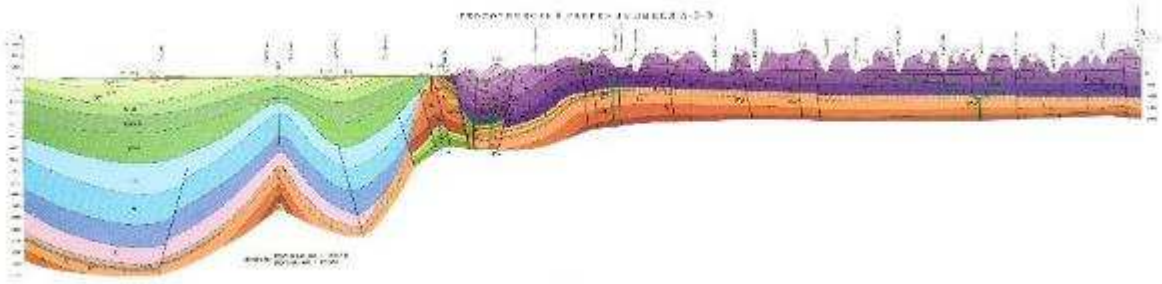
Карты:



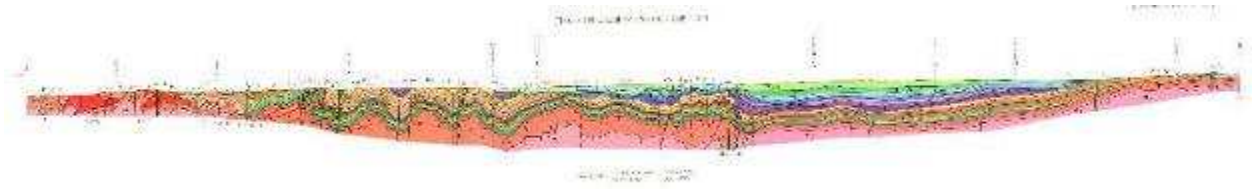
Соединение листов Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000 новая серия.

Лист Государственной геологической карты России масштаба 1: 2 500 000, издательства ФГУП ВСЕГЕИ, 2011 г.

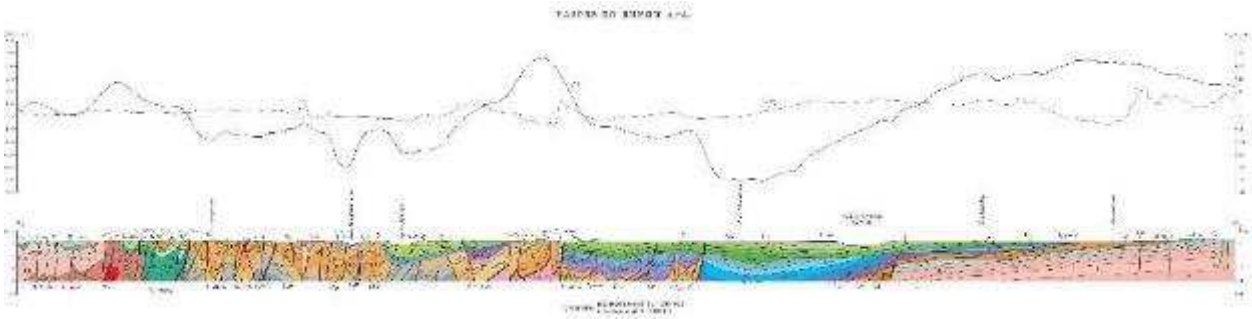
Разрезы:



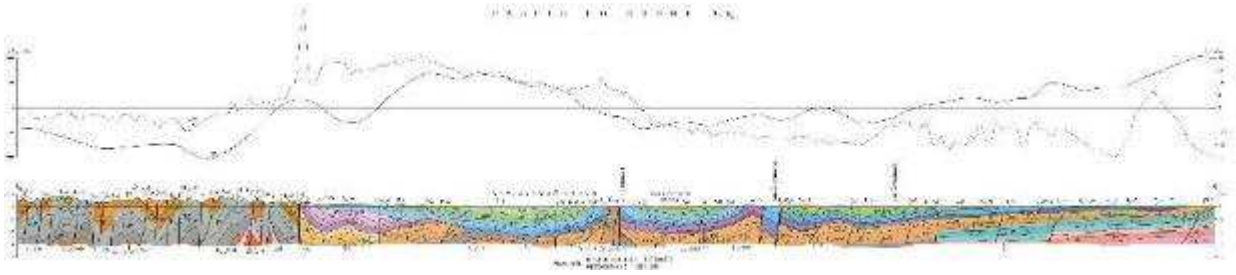
Разрез к листу R – (45), 46,47 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, новой серии.



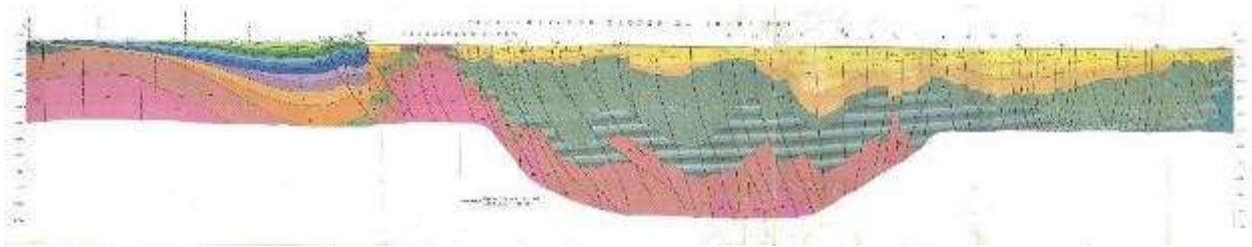
Разрез к листу S – 47, 48,49 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, новой серии.



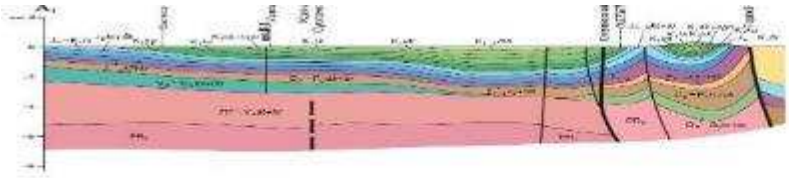
Разрез к листу S – 48 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, третьего поколения.



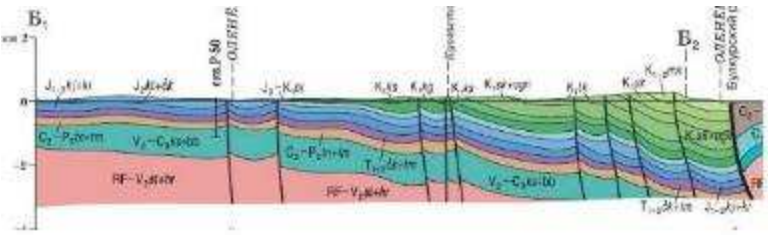
Разрез к листу S – 49 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, третьего поколения.



Разрез к листу S – 50-52 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, новой серии.



Разрез к листу S – 51-52 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, третьего поколения.



Разрез к листу S – 51-52 Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000, третьего поколения.

Материалы из отчета Пантелеевой Л.А. 2002 г.:

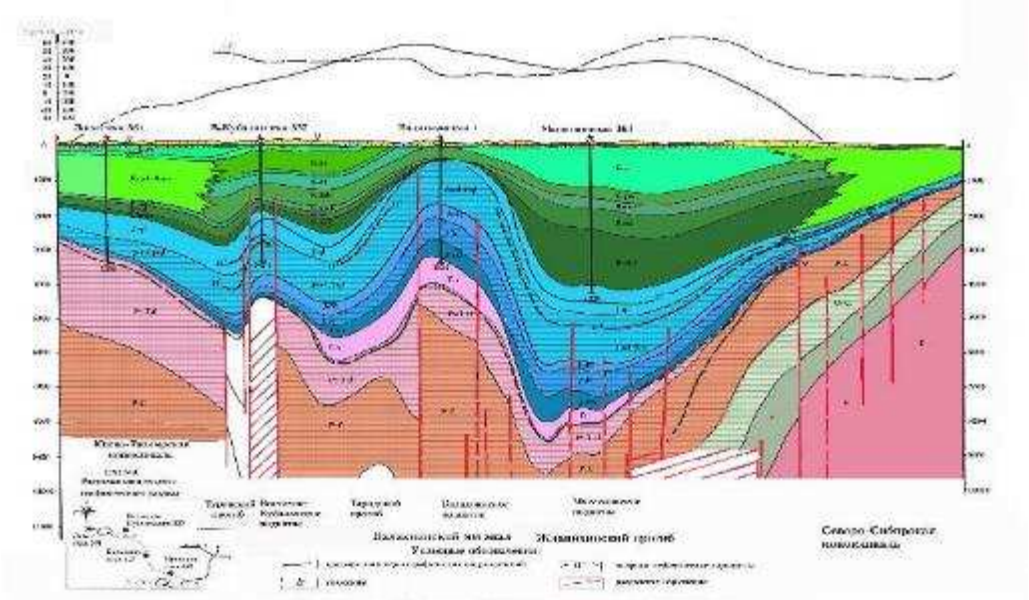


Рис. 3.2. Геолого-геофизический разрез по линии I-I.

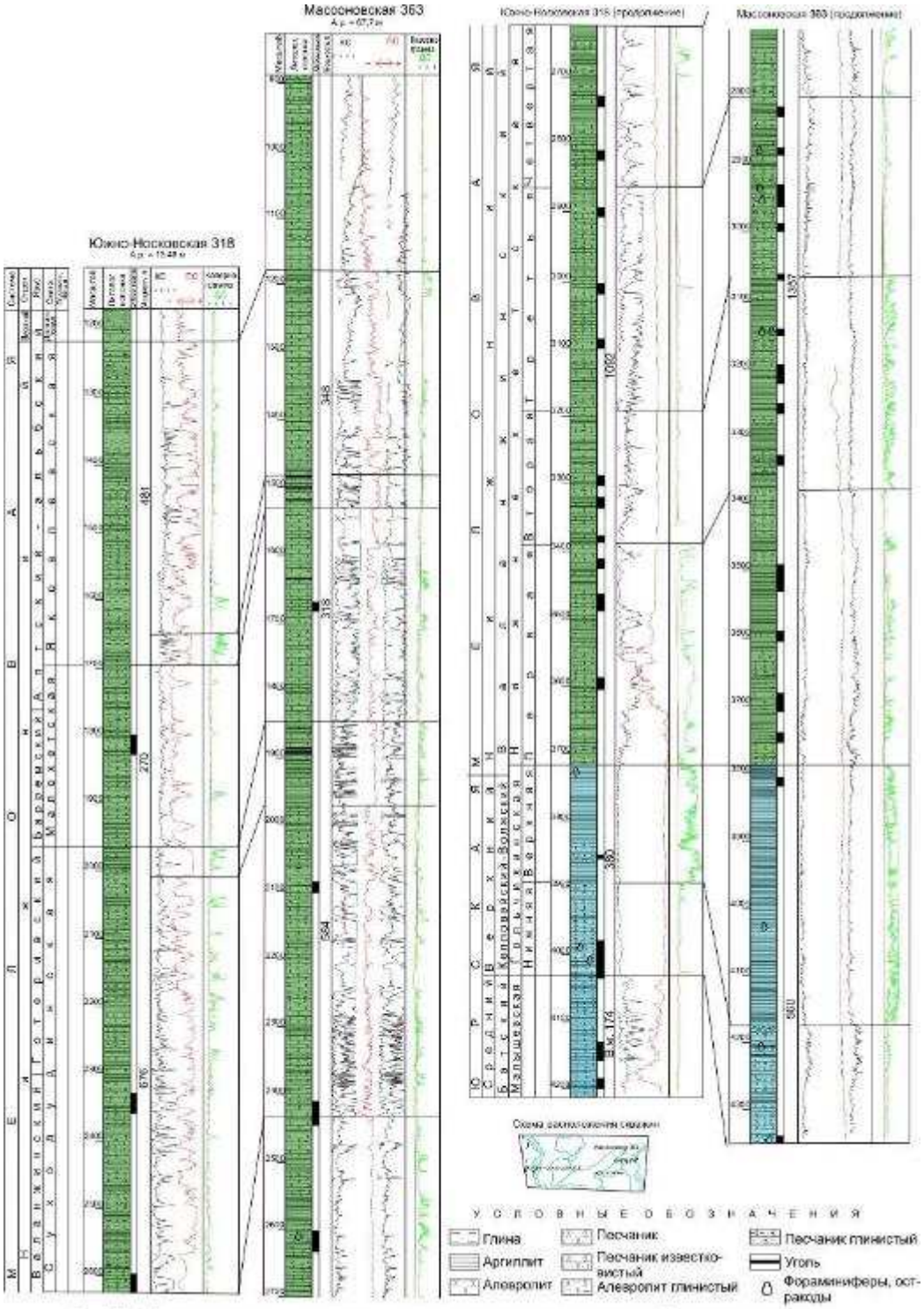


Рис.2.9 Схема сопоставления нижнемеловых и верхнеюрских отложений по скважинам Южно-Носковская 318 и Массоновская 363

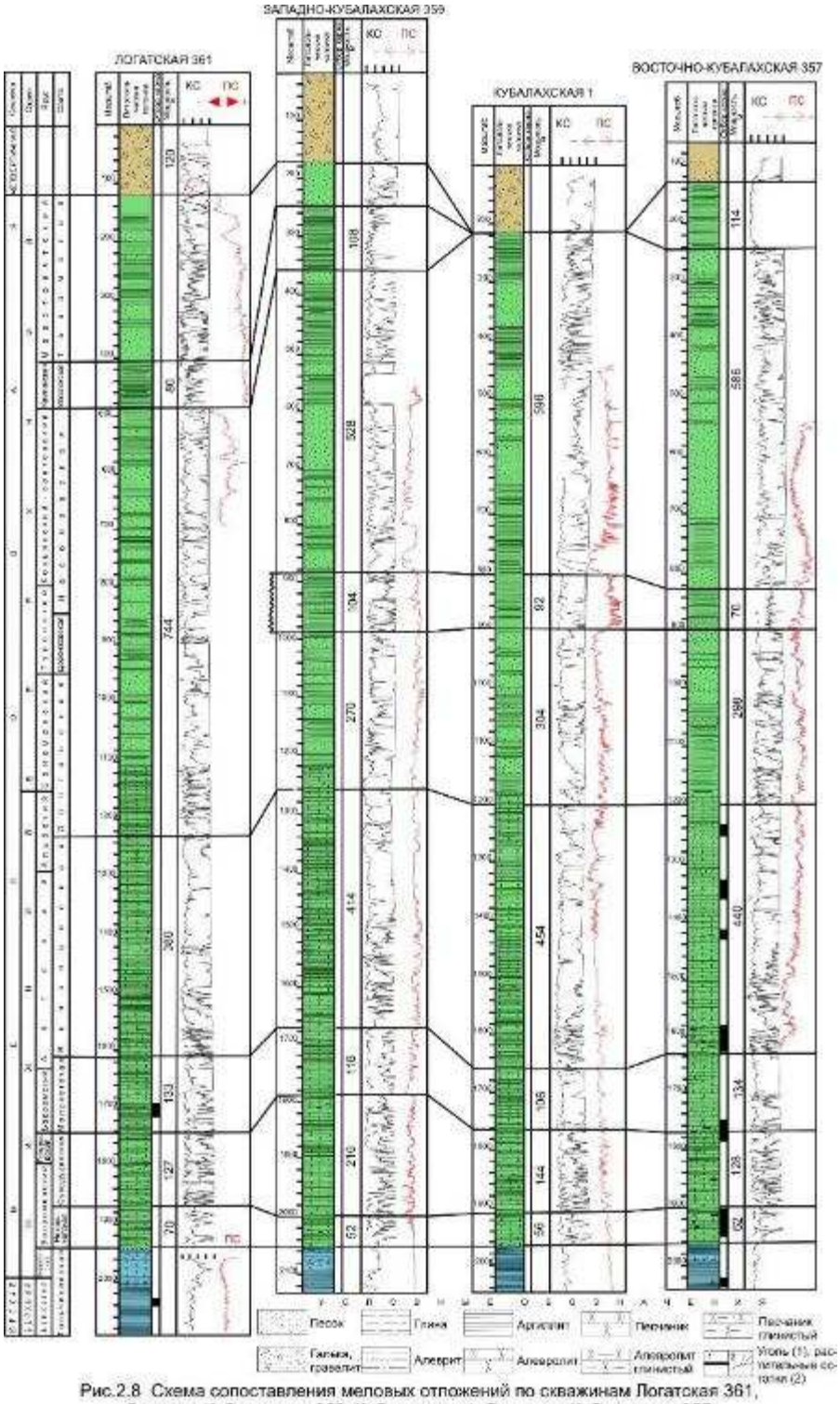


Рис.2.8 Схема сопоставления меловых отложений по скважинам Логатская 361, Западно-Кубалахская 359, Кубалахская 1, Восточно-Кубалахская 357

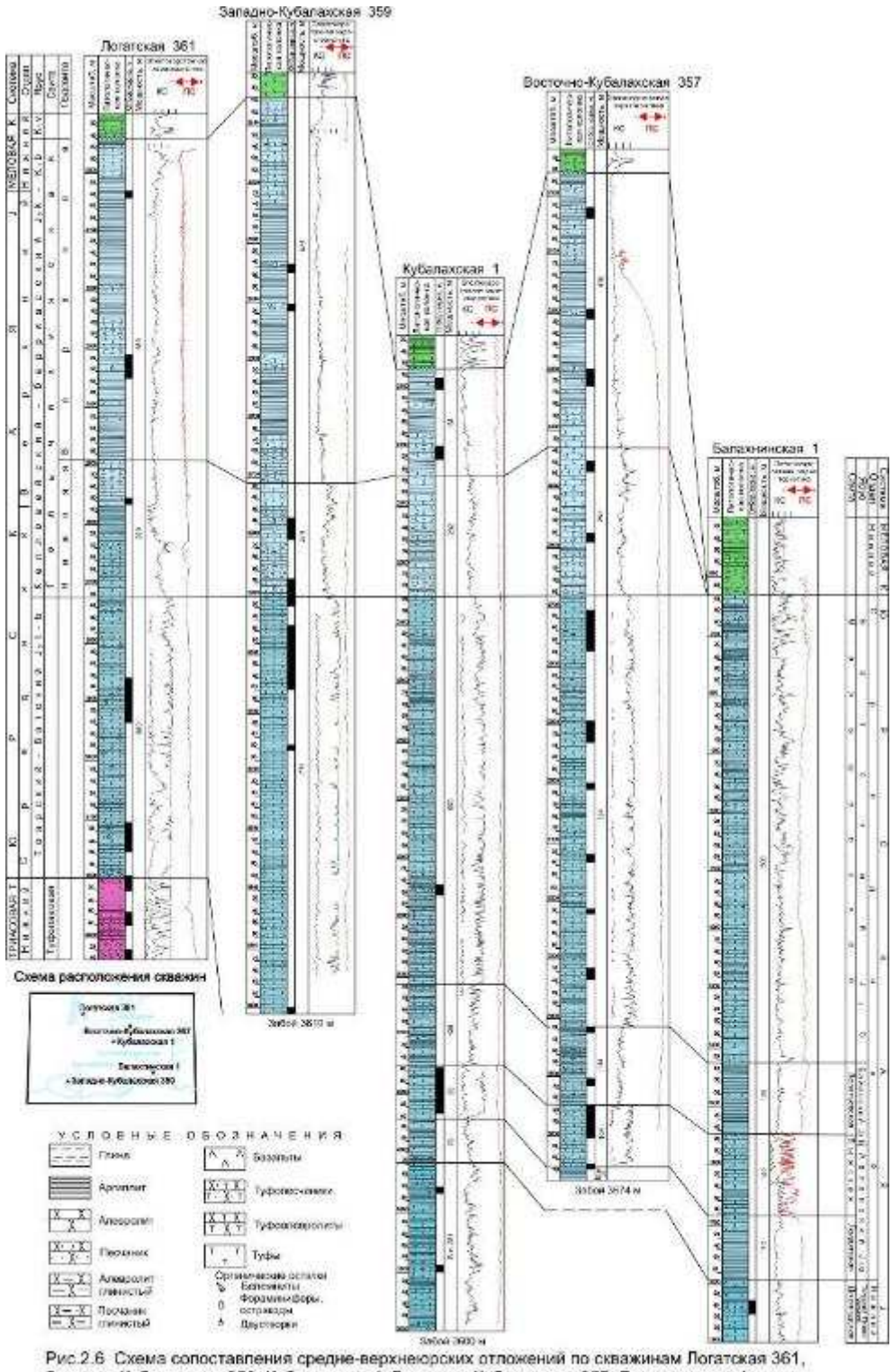


Рис.2.6 Схема сопоставления средне-верхнеюрских отложений по скважинам Логатская 361, Западно-Кубалахская 359, Кубалахская 1, Восточно-Кубалахская 357, Балахнинская 1

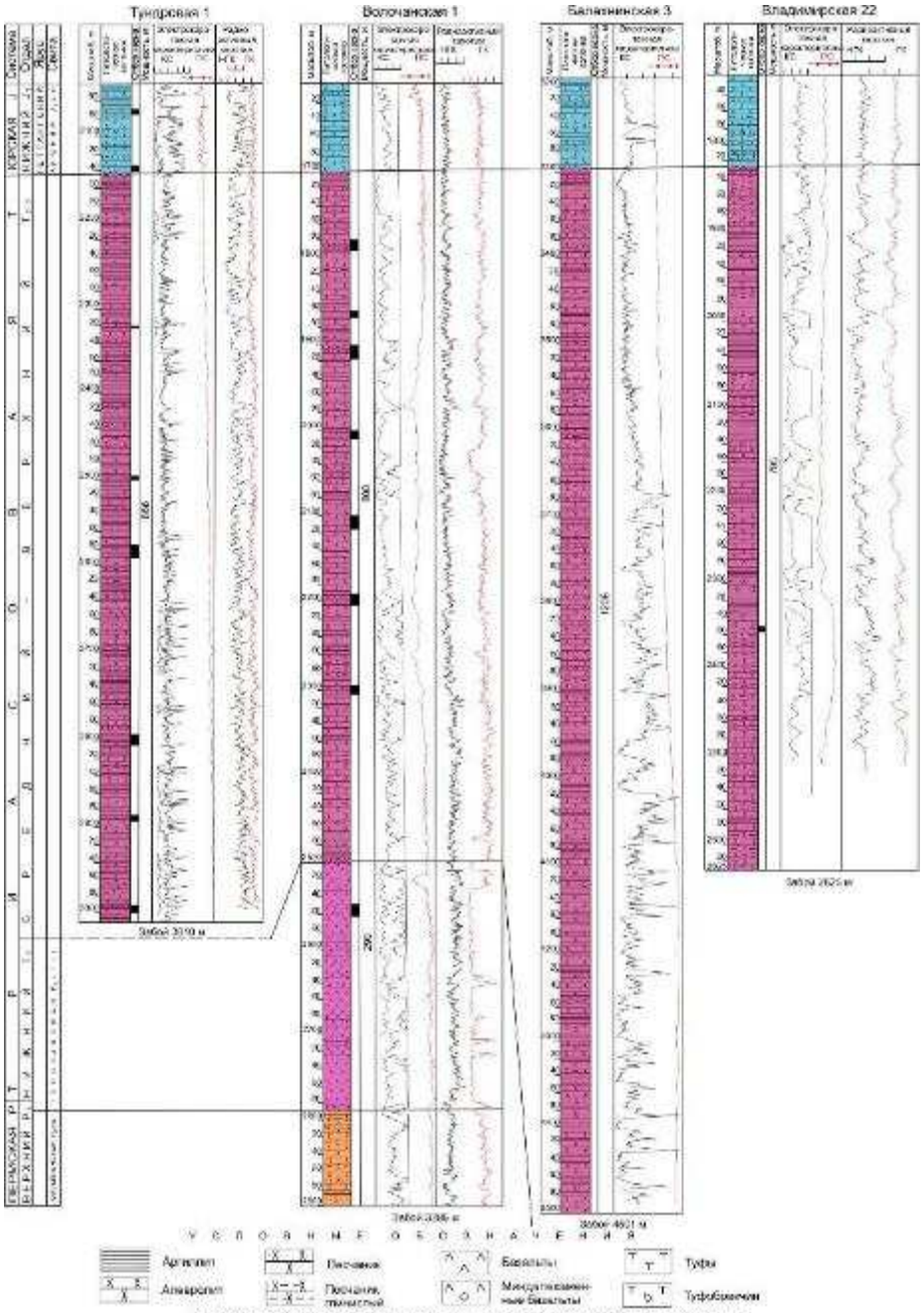


Рис.2.5 Схема сопоставления триасовых отложений по скважинам Тундровая 1, Волочанская 1, Балахнинская 3, Владимирская 22

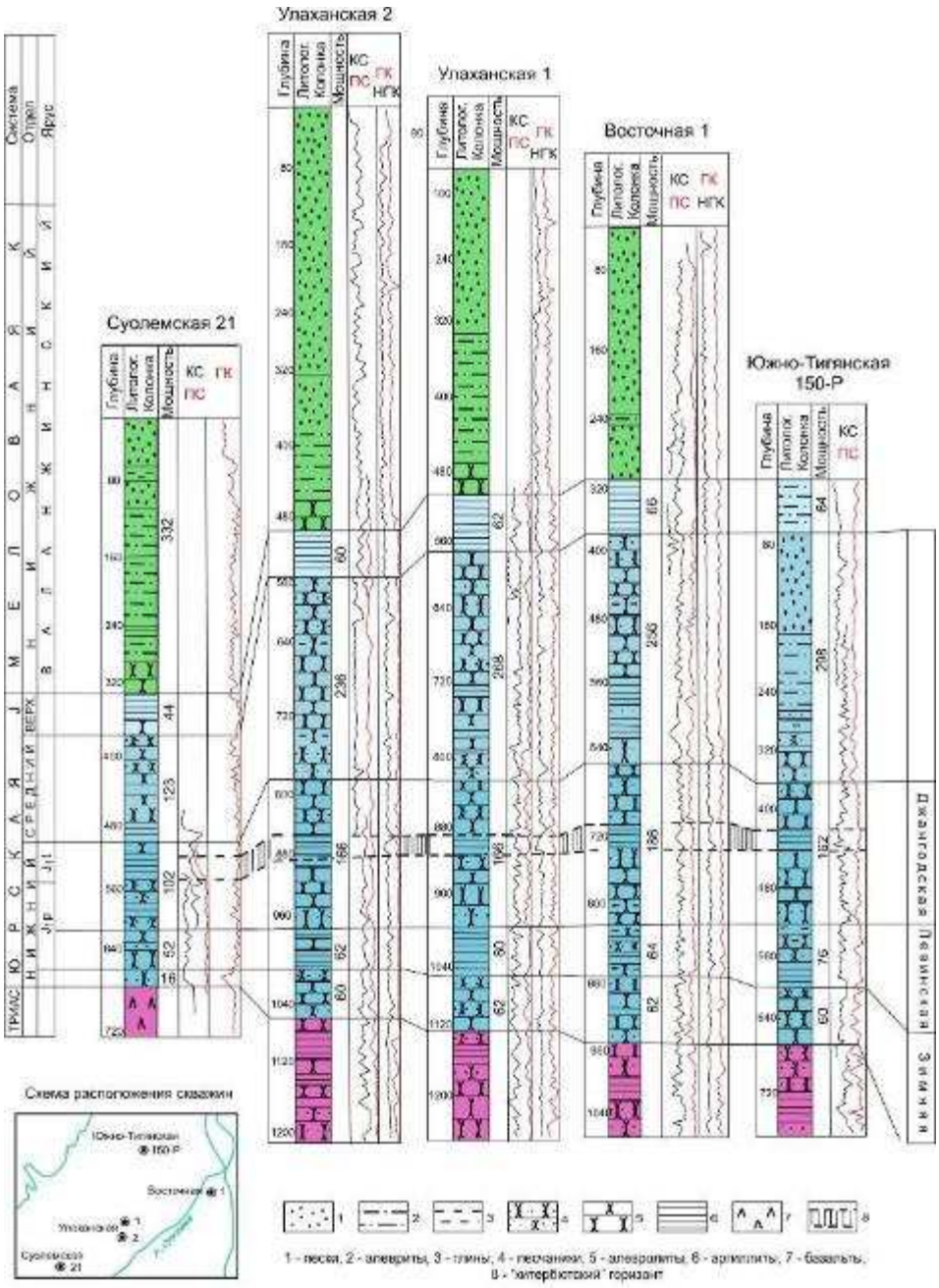


Рис.2.4 Схема сопоставления юрских отложений по скважинам Суолемская 21, Улаханская 1, Восточная 1, Южно-Тигянская 150-Р

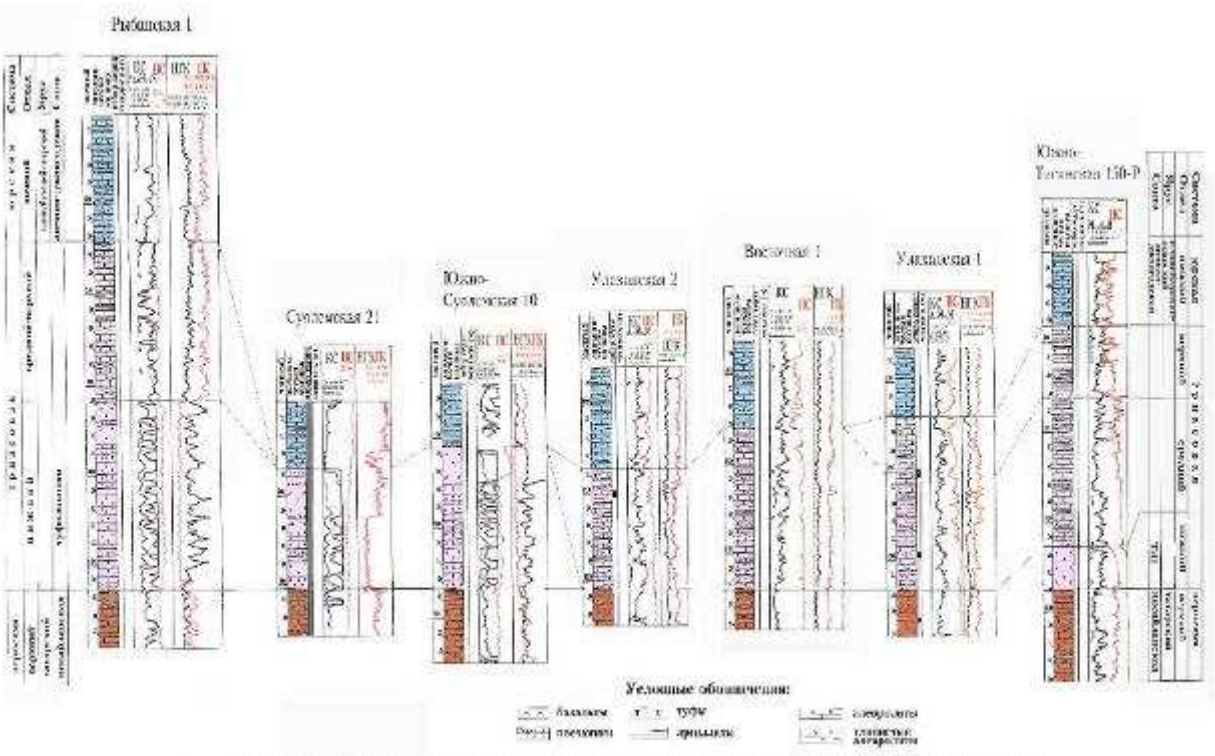


Рис. 2.3. Схема сопоставления триасовых отложений по скважинам: Рыбинская 1, Суолемская 21, Южно-Суолемская 10, Улаханская 2, Восточная 1, Улаханская 1, Южно-Тигянская 150-Р

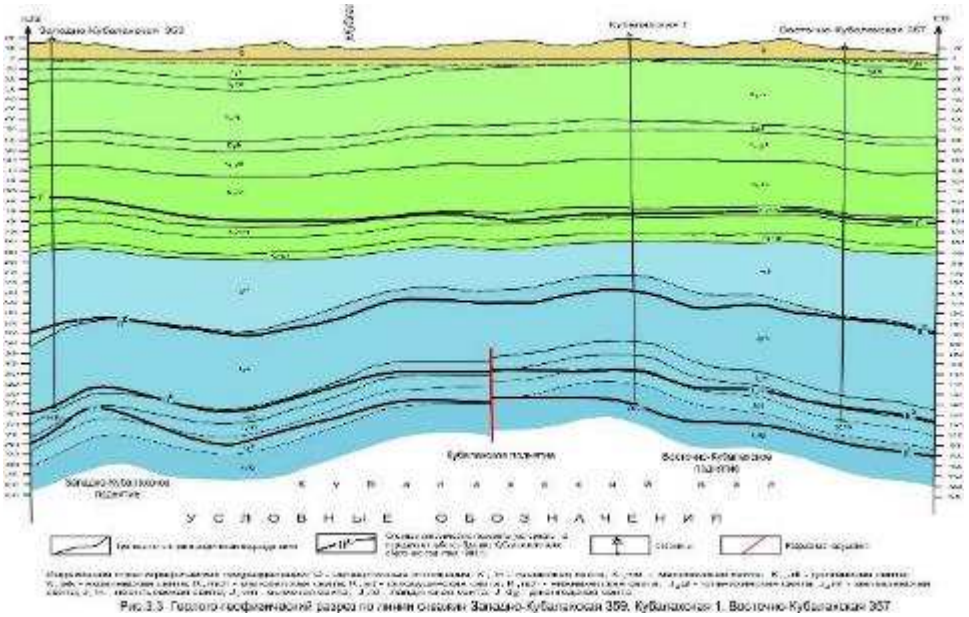
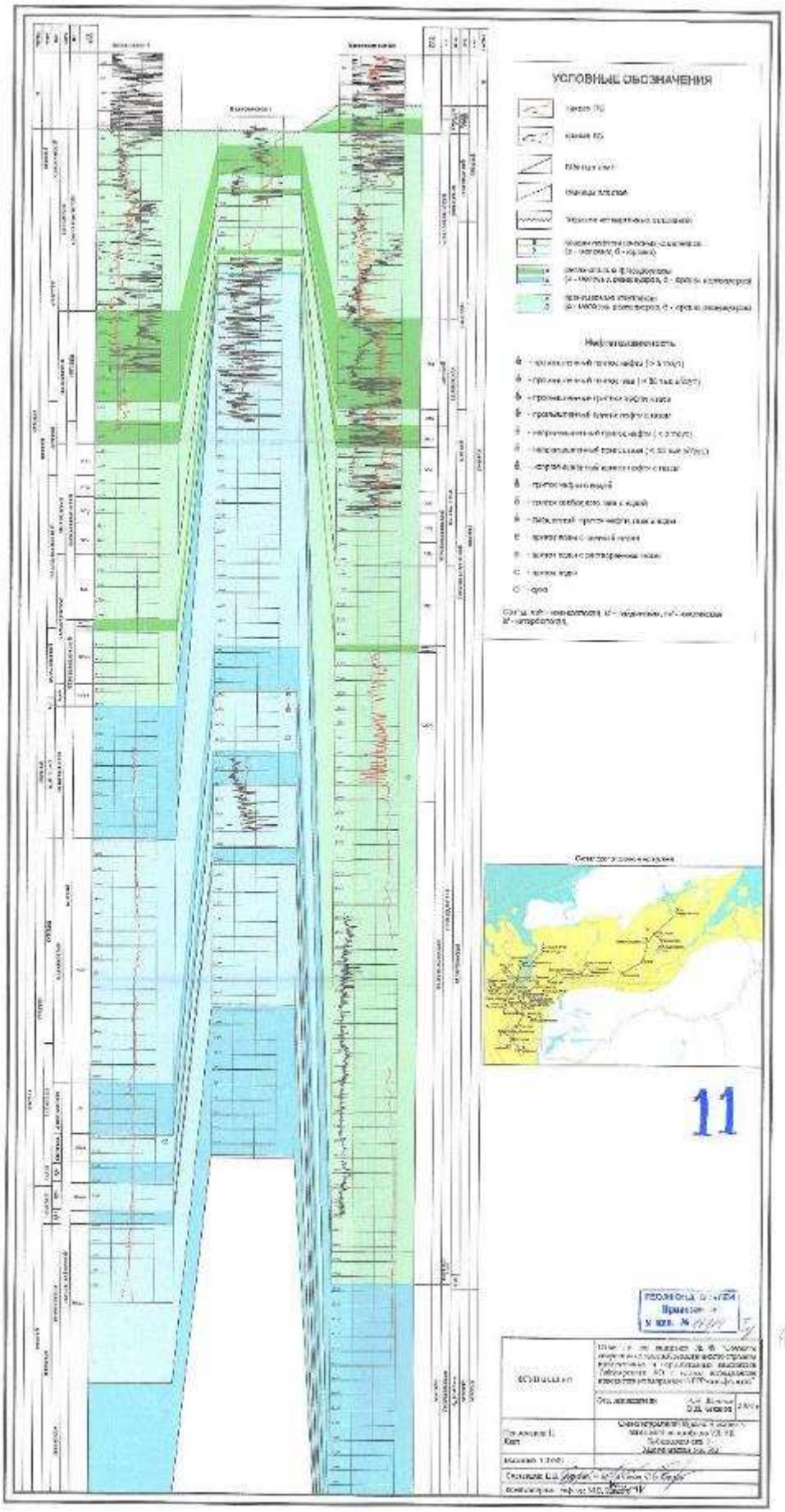


Рис.3.3 Геолого-геофизический разрез по линии скважин Западно-Кубалахская 359, Кубалахская 1, Восточно-Кубалахская 357

Материалы из отчета Ларичева А.И., 2007 г.:


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
11

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СКВАЖИНЫ, ПРОБУРЕННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Расположение скважин см. Рис.17.

Балахнинская 1 заложена в сводовой части Балахнинского локального поднятия. Забой скважины находится на глубине 3538 м., скважина достигла отложений нижнего отдела юры (J_1). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 40 – 420 м. – раннемеловые (K_1), 420 – 1800 м. среднеюрские (J_2), с глубины 1800 м. раннеюрские отложения (J_1).

Владимирская 21 заложена в сводовой части Владимирского локального поднятия на северо-восточном окончании Кубалахского мегавала. Забой скважины находится на глубине 3122 м., скважина достигла отложений триаса (Т). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 180 - 500 м. –раннемеловые (K_1), 500 – 700 м. среднеюрские (J_2), на глубине 700 - 1700 раннеюрские отложения (J_1), а с глубины 1700 м. скважина вскрыла отложения триаса (Т).

Волочанская 1 заложена в сводовой части Волочанского мезовала, Забой скважины находится на глубине 3386 м., скважина достигла отложений триаса (Т). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 114- 390 м. –среднеюрские (J_2), на глубине 390 - 1700 раннеюрские отложения (J_1), а с глубины 1700 м. скважина вскрыла отложения триаса (Т).

Восточная 1 скважина заложена в центральной части Восточного локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой скважины находится на глубине 3280 м., скважина достигла отложений кембрия (Є).

Восточно-Кубалахская 357 скважина заложена в сводовой части Восточно-Кубалахского локального поднятия, расположенного в северо-восточной части Кубалахского вала. Забой скважины находится на глубине 3674 м., скважина достигла отложений среднего отдела юры (J_2). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 130 - 900 м. – позднемеловые (K_2), в интервале 900 – 2000 м. – раннемеловые (K_1), 2000 – 2600 м. позднеюрские (J_3), с глубины 2600 м. среднеюрские отложения (J_2).

Гуримисская 1 скважина заложена в присводовой части Западно-Гуримисского локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой

скважины находится на глубине 3280 м., скважина достигла отложений ранней перми (P_1).

Западно-Кубалахская 359 скважина заложена в сводовой части Западно-Кубалахского локального поднятия, расположенного в юго-западной части Кубалахского вала. Забой скважины находится на глубине 3610 м., скважина достигла отложений среднего отдела юры (J_2). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 168- 2100 м. – отложения мела (К), на интервале 2100 – 2900 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале от 2900 м. отложения средней юры (J_2).

Костроминская

Кубалахская 1 скважина заложена в сводовой части Кубалахского локального поднятия в центральной части Кубалахского вала. Забой скважины находится на глубине 3600 м., скважина достигла отложений раннего отдела юры (J_1). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 200- 2000 м. – отложения мела (К), на интервале 2000 – 2800 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 2800 – 3300 м. отложения средней юры (J_2), на глубине свыше 3300 м. отложения ранней юры (J_1).

Логатская 361 скважина заложена в восточной части Южно-Таймырской моноклинали. Забой скважины находится на глубине 3517 м., скважина достигла отложений перми (Р). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 120 - 2000 м. раннемеловые ($К_1$), 2000 – 2700 м. позднеюрские (J_3), на интервале 2700 – 3100 м. отложения средней юры (J_2), на глубине 3100 - 3200 м. отложения ранней юры (J_1), ниже 3200 м. отложения триаса (Т) и перми (Р).

Массоновская 363 заложена в осевой зоне Жданихинского мегапрогиба, в сводовой части Массоновского локального поднятия. Забой скважины находится на глубине 4350 м., скважина достигла отложений позднего отдела юры (J_3). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 200- 2000 м. – отложения мела (К), на интервале 2000 – 2800 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 2800 – 3300 м. отложения средней юры (J_2), на глубине свыше 3300 м. отложения ранней юры (J_1).

Новая 1 скважина заложена в пределах курьинского поднятия Рассохинского мегавала. Забой скважины находится на глубине 2900 м., скважина достигла отложений ранней юры (J_1). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале до 500 м. – отложения мела (К), на интервале 500 – 1300 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 1300 – 2700 м. отложения средней юры (J_2), на глубине свыше 2700 отложения ранней юры (J_1).

Рыбинская 1 скважина заложена в присводовой части Старорыбинского локального поднятия, расположенного в юго-западной части Анабаро-Хатангской седловины. Забой скважины находится на глубине 2715 м., скважина достигла отложений кембрия (Є). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 40- 650 м. – отложения мела (К), на интервале 650 – 780 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 780 – 820 м. отложения ранней юры (J_1), на интервале 820 – 1000 м. отложения триаса (Т), на глубине свыше 1000 м. отложения палеозоя (PZ).

Северо-Суолемская 1 скважина заложена в сводовой части Северо-Суолемского локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой скважины находится на глубине 3504 м., скважина достигла отложений позднего протерозоя (PR_2). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале 20 - 770м. – отложения мела (К), на интервале 770 – 950 м. отложения средней юры (J_2), на интервале 950 –1090 м. отложения ранней юры (J_1), на глубине свыше 1090 м. отложения палеозоя и позднего протерозоя (PZ - PR_2).

Улаханская скважина заложена в северной части северного купола Улаханского локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой скважины находится на глубине 3179 м., скважина достигла отложений нижней перми (P_1). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале до 400м. – отложения мела (К), на интервале 400 – 600 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 600 – 900 м. отложения средней юры (J_2), на интервале 900 –1150 м. отложения ранней юры (J_1), на интервале 1150 – 1400 м. отложения триаса (Т), на глубине свыше 1400 м. отложения палеозоя (PZ).

Усть-Оленекская скважина заложена на северной границе Лено-Анабарского прогиба. Забой скважины находится на глубине 3600 м., скважина достигла отложений нижнего венда (V_1). Скважиной вскрыты отложения триаса до глубины 400 м., ниже отложения палеозоя – раннего венда (PZ – V_1).

Хастахская скважина заложена в центральной части Лено-Анабарского прогиба. Забой скважины находится на глубине 3600 м., скважина достигла отложений рифея (R). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале до 300м. – отложения мела (К), на интервале 300 – 400 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 400 – 650 м. отложения средней юры (J_2), на интервале 650 – 900 м. отложения ранней юры (J_1), на интервале 900 – 1200 м. отложения триаса (Т), на глубине свыше 1200 м. отложения палеозоя - рифея (PZ - R).

Хорудалахская 1 скважина заложена в присводовой части Хорудалахского локального поднятия, расположенного на северном борту Анабарской антеклизы. Забой скважины находится на глубине 3010 м., скважина достигла отложений кембрия (Є).

Южно-Суолемская 10 скважина заложена в присводовой части Южно-Суолемского локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой скважины находится на глубине 3310 м., скважина достигла отложений рифея (R). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале до 150м. – отложения мела (К), на интервале 150 – 250 м. отложения поздней юры (J_3), на интервале 250 – 400 м. отложения средней юры (J_2), на интервале 400 – 500 м. отложения ранней юры (J_1), на интервале 500 – 640 м. отложения триаса (Т), на глубине свыше 640 м. отложения палеозоя - рифея (PZ - R).

Южно-Тигянская 1 скважина заложена в присводовой части восточного купола Южно-Тигянского локального поднятия, расположенного в Анабаро-Хатангской седловине. Забой скважины находится на глубине 3289 м., скважина достигла отложений перми – карбона (P-C). Скважиной на разных интервалах вскрыты следующие отложения: на интервале до 150м. – отложения мела (К), на интервале 150 – 500 м. отложения средней юры (J_2), на интервале 500 – 800 м. отложения ранней юры (J_1), на интервале 800 – 1100 м. отложения триаса (Т), на глубине свыше 1100 м. отложения перми (Р).