

На правах рукописи



Качкина Екатерина Андреевна

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ
БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И КОМПЕНСАЦИОННОЙ АЧИМОВСКОЙ ТОЛЩИ
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Специальность:

25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

г. Москва, 2021 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» и в ООО «ИПНЭ»

Научный руководитель: Кандидат геолого-минералогических наук,
заслуженный геолог РФ, профессор, академик
РАЕН

Гутман Игорь Соломонович

Официальные оппоненты: Доктор технических наук,
генеральный директор ФБУ «ГКЗ»

Шпуров Игорь Викторович

Кандидат геолого-минералогических наук,
генеральный директор ООО «Шпильман Бразерс».

Шпильман Александр Владимирович

Ведущая организация: АО «Всероссийский нефтегазовый научно-исследовательский институт им. Академика А.П. Крылова» (АО «ВНИИнефть»)

Защита диссертации состоится «21» апреля 2021г. в 13 час. 00 мин. Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 999.234.02 при Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе по адресу: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, зал диссертационного совета (каб. 5-17).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23) и на сайте: https://mgri.ru/science/scientific-and-innovative-activity/dissertation-council/download/Dissertation_Kachkina_E%D0%90.pdf

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, просим направить ученому секретарю диссертационного совета по указанному выше адресу.

Автореферат разослан «__» _____ 2021г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к. т. н.



Мальский К.С.

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования

На территории Западной Сибири добыча идет с 60х годов. В ХМАО добыча уже начала снижаться, на большинстве месторождений разработка перешла в 3-4 стадию. Компаниями активно разрабатываются залежи с высокими геологическими параметрами (фильтрационно-емкостные свойства, расположение на меньших глубинах и тд.). В Широтном Приобье это шельфовые пласты (БС, БВ).

Одним из источников, при разработке которого предлагается увеличивать добычу нефти, обычно называется баженовская свита Западной Сибири.

Баженовскую свиту слагают позднеюрские черные керогеносодержащие аргиллиты и силициты, которые распространены на территории около 1 млн. км², толщиной от 10 до 40 м, характеризуются по кривым ГИС высокими показаниями радиоактивных методов и удельного сопротивления, крайне низкими показаниями индукции, а также аномально высоким пластовым давлением (АВПД).

Со времени выделения свиты и ее целенаправленного исследования прошло более 50 лет, но и сегодня остается много нерешенных вопросов – до сих пор отсутствуют устоявшиеся взгляды на формирование отложений, системные критерии поиска залежей в рассматриваемых отложениях, их разведки и разработки.

На этом фоне интерес вызывают отложения, выделяемые в разрезе от кровли георгиевской свиты до подошвы собственно баженовской свиты – аномальный разрез баженовской свиты (АРБ), в которой выявлены нефтенасыщенные пласты, не связанные с залежами в собственно баженовской свите. Отложения аномального разреза баженовской свиты представлены переслаиванием слабо битуминозных глин, аргиллитов, алевролитов и песчаников. Общая толщина этих отложений порой достигает 120-150 м. На сейсмических профилях АРБ имеют картину, связанную с **блоковым строением**, причем сами АРБ, как правило, субвертикально вздёрнуты по сравнению с собственно баженовской свитой, хотя зачастую эта вздёрнутость не ограничена разломами.

Залежи, связанные с этими отложениями, имеют четкие поисковые границы, хорошо выделяются на данных сейсморазведки и кривых ГИС, являются нормальными резервуарами.

Выше битуминозных пород собственно баженовской свиты залегают отложения ачимовской толщи, в которой также выявлены залежи нефти.

Но вопрос об ограниченности разреза, отсутствии ВНК, трудности с выделением границ пластов, а самое главное - вопрос о том, есть ли гидродинамическая связь с выше и ниже лежащими пластами, и имеется ли сообщаемость разных частей резервуаров внутри АРБ, остается открытым.

Также, есть проблема с определением количества запасов и уровня добычи из аномального разреза баженовской свиты, которые зачастую относят к собственно баженовской свите.

По признанию многих исследователей одним из самых дискуссионных вопросов современной геологии Западной Сибири является изучение особенностей строения и формирования аномального разреза баженовской свиты. Дискуссия тесно смыкается с практикой поисково-разведочных работ, поскольку понимание закономерностей формирования АРБ раскрывает особенности распределения залежей УВ в зонах развития данного типа разрезов. Взгляды на **тектоническую природу** аномальной части разреза существенно меняют не только принципы корреляции продуктивных пластов, но и представления о запасах и особенностях поиска и разведки залежей в данных отложениях.

Несмотря на высокий интерес к этим отложениям, до сих пор нет единого мнения в вопросе генезиса аномального разреза баженовской свиты.

Развернутый обзор эволюции взглядов на условия формирования, современный уровень изученности и геологического восприятия фактов позволил в должной мере раскрыть суть явления, оценить масштабность и значимость этого геологического образования.

Выполненные детальные исследования на основе корреляции разрезов скважин в комплексе с материалами сейсмических исследований позволяют провести более подробный анализ отложений аномального разреза баженовской свиты и залегающей над ней ачимовской толщи, а также дают возможности проследить геологические процессы во времени и воссоздать последовательную картину формирования АРБ.

На сегодняшний день вопрос условий залегания и построения концептуальных геологических моделей залежей нефти в этих отложениях является актуальной задачей.

Цели и задачи исследования

Целью работы является выявление особенностей формирования аномальных разрезов баженовской свиты и залегающей над ней ачимовской толщи.

Для этого решались следующие задачи:

1. на основе детальной корреляции разрезов скважин установить последовательность осадконакопления при формировании аномальных разрезов баженовской свиты, собственно баженовской свиты и ачимовской толщи.

2. выполнить комплексное последовательное палеопрофилирование по отражающим горизонтам сейсмических исследований и соответствующим им реперным границам в скважинах с целью обоснования особенностей формирования аномальных разрезов баженовской свиты и ачимовской толщи изучаемых месторождений.

3. определить связь блоковой тектоники аномальных разрезов с блоковой тектоникой, обусловленной конседиментационными разломами.

Объект исследований

Объектом исследования являются аномальные разрезы баженовской свиты в верхнеюрских отложениях и нижнемеловые отложения компенсационной ачимовской толщи на месторождениях Широного Приобья Западно-Сибирской НПП.

Методология и методы исследования

1. Методической основой решения поставленных задач являются научные труды ученых. Аномальные разрезы баженовской свиты изучались многими исследователями: Барташевич О.В., Бочкарев В.С., Грабская В.Е., Гришкевич В.Ф., Гурари Ф.Г., Гутман И.С., Зарипов О.Г., Зубков М.Ю., Колокольцев В.Г., Корнев В.А., Кузнецов Г.С., Ларичев А.И., Микуленко К.Н., Мкртчян О.М., Мясникова Г.П., Нежданов А.А., Нелепченко О.М., Нестеров И.И., Огибенин В.В., Онешук Т.М., Острый Г.Б., Руссов А.Л., Сонич В.П., Тимурзиев А.И., Хабаров В.В., Ясович Г.С. и многие другие. Автор также обращался к справочникам, атласам, методическим руководствам по геологии нефти и газа, учебным пособиям и множеству других опубликованных и фондовых работ.

2. Для исследования сложно построенных объектов при выполнении корреляции разрезов скважин использовался следующий набор методических приемов:

- изучение разрезов отложений на основе последовательного палеопрофилирования с переносом линии сопоставления по разрезу отложений;
- усиление дифференциации кривых и осуществление их заливки цветами с целью повышения визуализации результатов корреляции;
- приведение толщин пачек пород к одной толщине при корреляции разрезов скважин в интерактивном режиме с целью выяснения условий их формирования;
- комплексное последовательное палеопрофилирование по ОГ сейсмических исследований и соответствующих им реперным границам в скважинах;

- сопровождение результатов корреляции разрезов скважин анализом карт изменения общих толщин пачек пород с целью подтверждения результатов корреляции и выяснения особенностей залегания и формирования изучаемых объектов.

Положения, выносимы на защиту

1. Разработана разломно – блоковая модель формирования верхнеюрских и нижнемеловых отложений в зоне аномальных разрезов баженовской свиты и компенсационных разрезов ачимовской толщи на основе комплексного последовательного палеопрофилирования отражающих горизонтов на временных разрезах и границ реперов в разрезах скважин.

2. Формирование аномального разреза баженовской свиты и компенсационной ачимовской толщи происходило в результате клавишного погружения смежных блоков по конседиментационным разломам на месторождениях Широкого Приобья Западной Сибири.

3. На месторождениях Когалымского района формирование отложений сортымской и мегионской свит в зоне развития аномальных разрезов баженовской свиты обусловлено проявлениями блоковой-разрывной и пликативной тектоники.

Научная новизна исследований

1. Впервые на основе детальной корреляции разрезов скважин в комплексе с сейсмическими исследованиями для изучения особенностей формирования аномальных разрезов баженовской свиты, собственно баженовской свиты и компенсационной ачимовской толщи применено последовательное палеопрофилирование.

2. Установлено, что формирование аномального разреза баженовской свиты и компенсационной ачимовской толщи происходило в результате клавишного погружения смежных блоков по конседиментационным разломам на месторождениях Широкого Приобья Западной Сибири.

3. Впервые на исследуемых месторождениях показаны различные варианты проявления блоковой-разрывной и пликативной тектоники на месторождениях при формировании верхов сортымской и мегионской свит.

4. Впервые подчеркивается, что в качестве основного отличительного признака собственно баженовской свиты, помимо аномально высоких значений радиоактивности и сопротивления, являются аномально низкие значения индукционного метода вследствие практически полного отсутствия в ней воды и наличия керогеносодержащих пород.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. В теоретическом плане предложенный метод комплексного последовательного палеопрофилирования по ОГ (отражающим горизонтам) сейсмических исследований и соответствующим им границам в скважинах полезен для дальнейших исследований, связанных с выявлением особенностей залегания и формирования нефтегазоносных объектов.

2. Установленная тектоническая природа и разработанная разломно – блоковая модель условий залегания верхнеюрских и нижнемеловых отложений в зоне аномальных разрезов баженовской свиты и компенсационных разрезов ачимовской толщи на основе детальной корреляции скважин с использованием ряда методических приемов, осуществляемых в программном комплексе AutoCorr, используется в практических целях при геометризации залежей УВ на месторождениях изучаемого района, поиске перспективных ловушек и при подсчете запасов УВ.

3. Установленная последовательность осадконакопления при формировании аномальных разрезов баженовской свиты, собственно баженовской свиты и ачимовской толщи позволит правильно индексировать пласты в этих отложениях для учета в Государственном балансе.

Степень достоверности и апробация результатов

В процессе исследований автор использовал большое количество информации, сведенной в электронные базы данных: сейсмические исследования, материалы ГИС более чем 400 скважин, результаты интерпретации ГИС и др.

Основные положения диссертационной работы докладывались на научно-практических конференциях «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа - Югры» (г. Ханты-Мансийск, XVI (2010 г.) и XX (2016 г.)); на VI Всероссийском совещании «Пути наращивания сырьевой базы нефти и газа в современных экономических условиях» (Москва, 2015 г.); на трех заседаниях нефтяного клуба «Состояние и использование ресурсной базы углеводородного сырья Западной Сибири» в городе Тюмени (2013, 2014, 2016 гг.).

Результаты исследования изложены в «Методических рекомендациях к корреляции разрезов скважин» (под редакцией профессора И.С. Гутмана) отмеченной Губкинской премией.

Степень разработанности темы

Основные аспекты работы опубликованы в научных журналах, книгах и доложены на различных научно-практических конференциях. Результаты одобрены экспертно – техническим советом Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ» Роснедра).

Публикации

Итоги работы опубликованы в 10 научных публикациях. Из них 5 в журналах с российским и международным индексом цитирования из рекомендованного перечня ВАК.

Структура и объём работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Текст изложен на 118 страницах с 54 рисунками. Список использованных источников включает 71 наименование.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному руководителю к.г.-м.н., профессору, академику РАЕН Гутману Игорю Соломоновичу за научное руководство, незаменимую помощь и ценные советы на протяжении всей работы над диссертацией, а также всему коллективу ООО «ИПНЭ».

Основное содержание работы

Глава 1. Геологическая характеристика района развития аномальных разрезов баженовской свиты и ачимовской толщи

Территория Широкого Приобья расположена в центральной части Западно-Сибирской равнины и входит в пределы Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области и Ямало-Ненецкого АО, а на юго-востоке – Томской области. Площадь наиболее полно изучена геолого-геофизическими, сейсмическими и буровыми работами. С ней связано основное количество разведанных запасов нефти всей Западно – Сибирской НГП.

В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие песчано-глинистые отложения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, подстилаемые эффузивно-осадочными и осадочными пермо-триасовыми породами и палеозойскими метаморфическими и изверженными породами.

Согласно нефтегазагеологическому районированию площадь относится к Среднеобской нефтегазоносной области. В состав области входят три нефтегазоносных района – Сургутский, Вартовский и Ноябрьский. Сургутский и Вартовский НГР контролируются одноименными сводами, Салымским куполовидным поднятием и окружающими их впадинами. Основные нефтегазоносные комплексы на изучаемой территории: доюрский, нижнеюрский, среднеюрский, васюганский, баженовский, ачимовский, неокомский (покровный, неосложненный), аптский.

Пласты неокомских и верхнеюрских отложений в настоящий момент являются основными нефтегазоносными комплексами в пределах территории. Изученность этих отложений высокая.

Объектом исследования являются аномальные разрезы баженовской свиты в верхнеюрских отложениях и нижнемеловые отложения ачимовской толщи.

Глава 2. Представления о генезисе аномальных разрезов баженовской свиты и ачимовской толщи.

На сегодняшний день существует множество точек зрения на происхождение АРБ: влияние оползневых процессов (Микуленко К.Н., Острый Г.Б. 1968г, Нежданов А.А. и др., 1985г); действие турбидитовых потоков и придонных течений (Ясович Г.С. и др, 1975г); гипотеза палеоостровов (Зарипов О.Г., Сонич В.П., 2001г.); седиментологическая модель-баженовские аргиллиты являются самыми глубоководными фациями неокомских клиноформ (Мкртчян О.М., 1987г); геомеханическая модель-всплытие пород собственно баженовской свиты по причине разности плотности битуминозных глин с терригенными осадками ачимовской толщи (Гришкевич В.Ф. и др., 2005г); образование в результате действия грязевых вулканов (Колокольцев В.Г., Ларичев А.И., 2006г); флюидо-динамическая модель-внедрение флюидо-породной смеси в баженовскую толщу в процессе пластического нагнетания и импрегнации (Тимурзиев А.И., 2013г); клавишное погружение тектонических блоков по конседиментационным разломам (Гутман И.С., Качкина Е.А. и др., 2013г). Автор основывает выводы о генезисе АРБ на доказательстве клавишного погружения тектонических блоков по конседиментационным разломам, которое является основанием для выделения пластов в верхнеюрских АРБ и нижнемеловых отложениях ачимовской пачки, и моделировании выявленных залежей УВ.

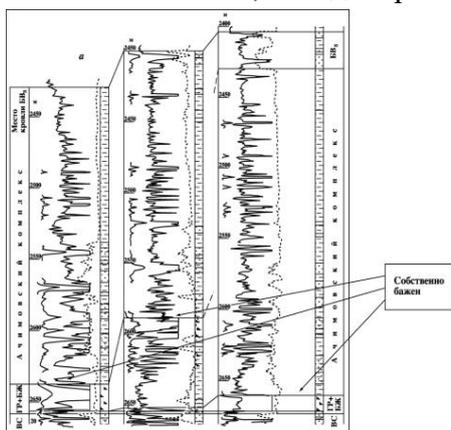


Рисунок 1. Схема корреляции аномальных разрезов Урьевской площади. (Мкртчян О.М., Трусов Л.Л., Белкин Н.М., Дегтев В.А., «Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири», 1987г).

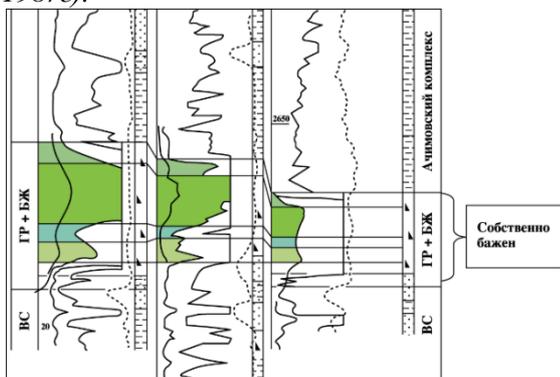


Рисунок 2. Схема корреляции отложений собственно баженовской свиты. Увеличенная схема согласно рисунку 1.

Анализ гипотез позволил сделать выводы, что в большинстве случаев представления о природе АРБ складывались на основе ошибочной увязки мощного 20-ти метрового нормального разреза баженовской свиты в крайней правой скважине с маломощным пластом в средней скважине основываясь только на присущих каждому из них высоким ГК и ПЗ, но не слова об индукции (рисунок 1).

При этом не обращается внимания на то, что выше по разрезу в той же средней скважине залегает мощный высокоомный пласт баженовских аргиллитов, который даже при таком мелком масштабе сопоставляется с баженовским пластом нормального разреза в левой и правой скважинах. На рисунке 2 представлена в увеличенном масштабе схема корреляции в интервале нормальных разрезов баженовской свиты с предварительно сканированного рисунка 1. Видно, что во всех трех скважинах исследуемые разрезы хорошо сопоставляются между собой, что свидетельствует об их одновременном

формировании. В этой связи сопоставление собственно баженовской свиты с нижним маломощным, видимо, битуминозным прослоем представляется ошибочным. К сожалению, подобное встречается и у других исследователей.

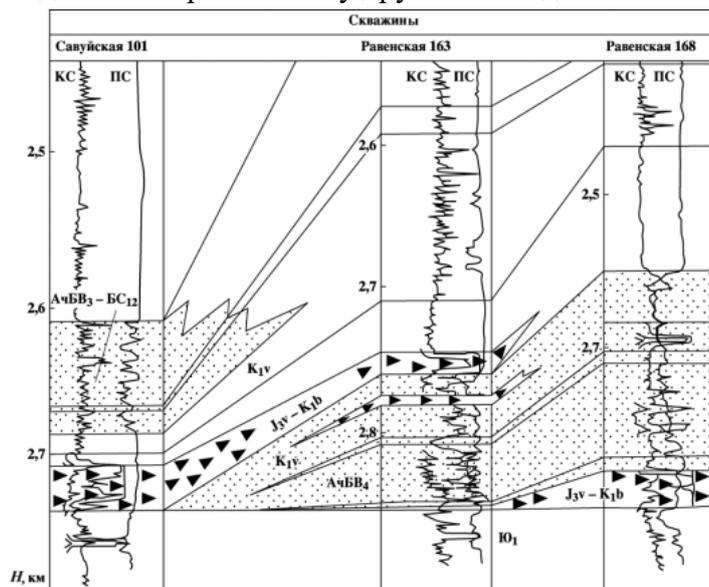
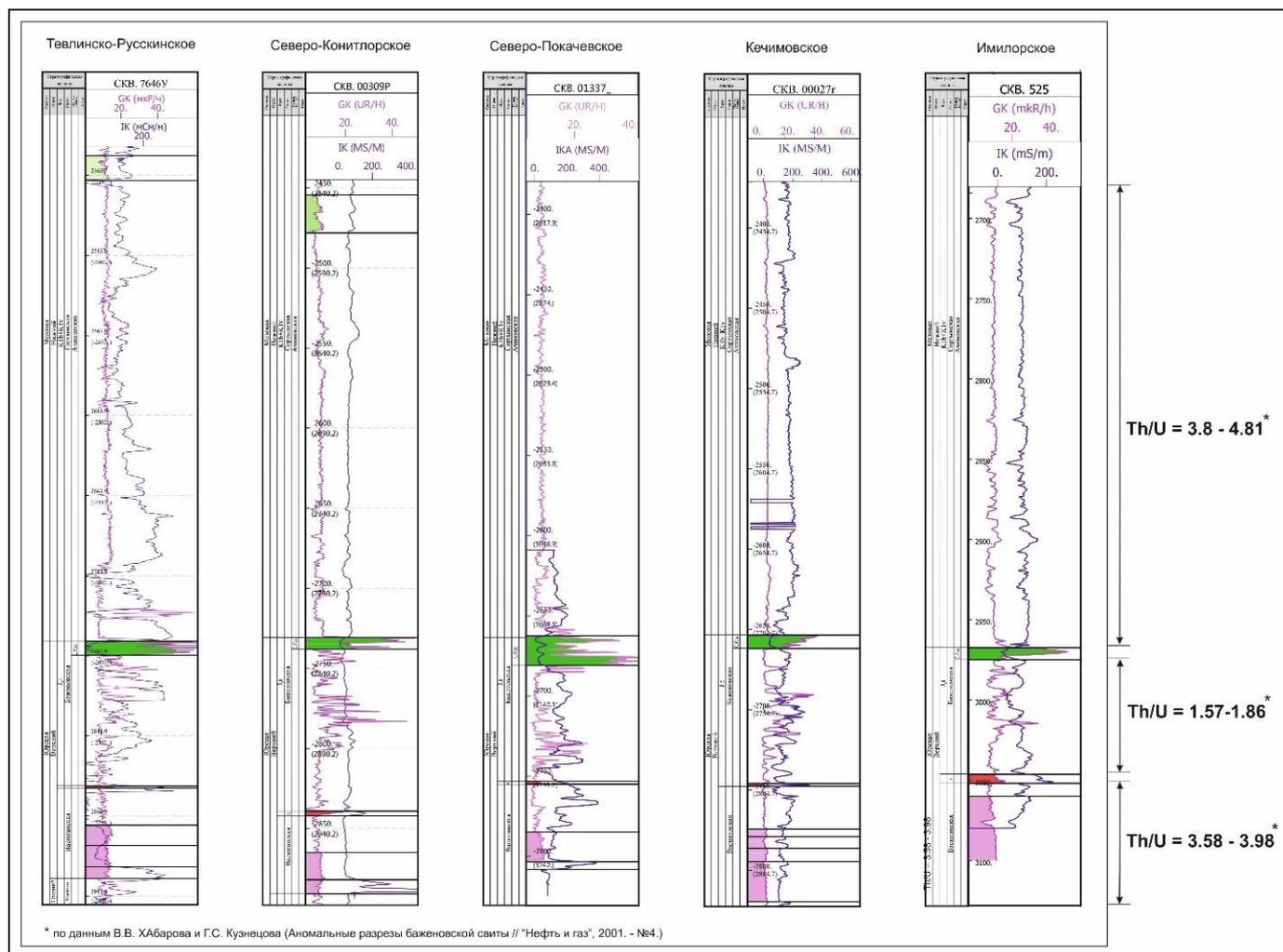


Рисунок 3. Схема корреляции по АРБ (Сургутский район, Равенская площадь)

Например, на рисунке 3 можно видеть выклинивание нормального разреза собственно баженовской свиты, вскрытого в крайней восточной скважине на Равенской площади, и внедрение ачимовских песчаников с запада в баженовскую свиту.

Однако, геохимическое исследование Хабарова В.В. и Кузнецова Г.С. о разных торий-урановых отношениях для отложений ачимовской толщи, баженовской свиты, с одной стороны, и абалакской толщи и васюганской свиты с другой, свидетельствует о невозможности такого процесса, как внедрение ачимовских осадков в баженовскую свиту.



* по данным В.В. Хабарова и Г.С. Кузнецова (Аномальные разрезы баженовской свиты // "Нефть и газ", 2001. - №4.)

Рисунок 4. Изменение торий-уранового отношения в породах (снизу) васюганских отложений, АРБ и ачимовских отложений на ряде месторождений Западной Сибири, где установлен АРБ.

Для аномального разреза баженовской свиты отношение Th/U изменяется от 1,57 до 1,86, для песчано-алевролитовых пород ачимовской толщи – от 3,8 до 4,81, васюганской свите

соответствуют показаниям от 3,58-3,98. На примере кривой радиоактивности ГИС показано разное соотношение Th/U в разрезах скважин на ряде месторождений Широкого Приобья (рисунок 4).

Глава 3. Особенности формирования АРБ и компенсационной ачимовской пачки в результате попеременного погружения смежных блоков по конседиментационным разломам.

3.1 Особенности отложений собственно баженовской свиты и ее аномальных разрезов

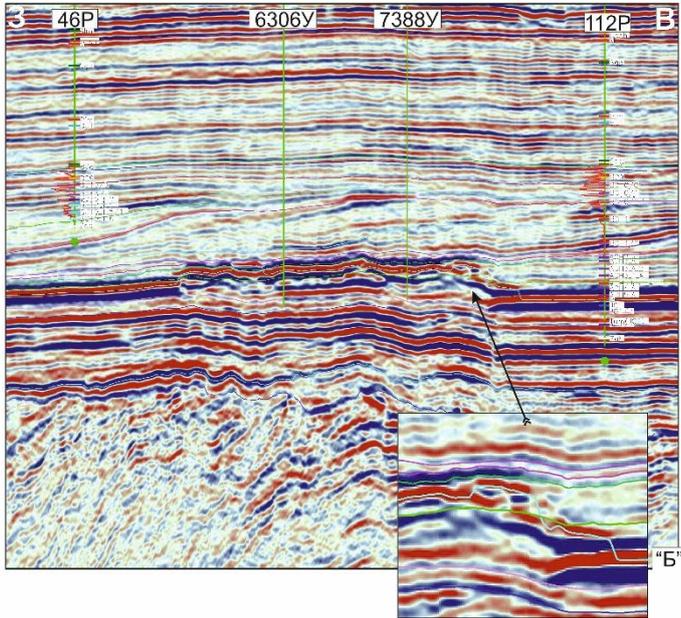


Рисунок 5. Выделение АРБ в тектоническом блоке на временном разрезе по линии скважин 46P, 6306У, 7388У, 112P на Тевлинско-Русскинском месторождении.

Баженовские керогеносодержащие породы чаще всего залегают в западных и северных районах на глинистых породах абалакской свиты, а в остальных – на породах георгиевской свиты. Эта глинистая пачка толщиной 3–8 м отделяет баженовскую свиту от верхнеюрского пласта Ю₁. Однако, как будет показано ниже, георгиевская свита залегают не повсеместно, на некоторых площадях она местами смыта. Осадки АРБ фиксируются в разрезе верхнеюрских отложений от кровли георгиевской свиты до подошвы керогеносодержащей собственно баженовской свиты. В АРБ выявлены нефтенасыщенные пласты. Отложения АРБ сложены переслаиванием тонких слабобитуминозных глин, аргиллитов, алевролитов и песчаников. Яркой особенностью этих отложений является их толщина, порой превышающая 120–150 м. Выше керогеносодержащих пород собственно баженовской свиты залегают отложения ачимовской пачки, представленные переслаиванием песчано - алевроито - глинистых осадочных пород имеющие возраст бериасс-валанжин. На сейсмических профилях АРБ имеют картину, ассоциируемую с блоковым строением, причем сами АРБ, как правило, субвертикально вздернуты по сравнению с собственно баженовской свитой (рис. 5).

3.2. Методические подходы при изучении аномальных разрезов баженовской свиты на примере Северо-Покачевского месторождения

Методические приёмы при изучении месторождений, в частности со сложной геологией, основываются на детальной корреляции разрезов скважин и увязкой ее с сейсмическими данными. Одним из основных методов, используемых в работе, является метод последовательного палеопробирования с неоднократной сменой линий сопоставления в разрезе отложений в разных направлениях по высоте. За линии выравнивания принимаются толщи, формировавшиеся в относительно спокойных условиях осадконакопления. Обычно такой линией являются глинистые

Баженовская свита верхнеюрских отложений в виде ее нормального разреза (собственно баженовской свиты), впервые выделенная Ф.Г. Гурари в 1959 г., отражена в региональной стратиграфической шкале 1960 г. Основной отличительной особенностью собственно баженовской свиты являются керогеносодержащие породы, толщиной от 10 до 40 м, обогащенные органикой (весовое содержание ОВ может изменяться от единиц до 20–25%), с аномально высокими показаниями радиоактивных методов и удельного сопротивления, а также сверхнизкими показаниями индукции. До этого никто не учитывал практически полное отсутствие воды и содержание керогена в собственно баженовской свите.

Баженовские керогеносодержащие породы

отложения. Следующим шагом является комплексирование результатов детальной корреляции разрезов скважин с данными сейсмических исследований.

Детальное изучение Северо-Покачевского месторождения продемонстрировало эффективность перечисленных приемов. На Северо-Покачевском месторождении толщины АРБ по некоторым скважинам достигают 140 м. На профиле через скважину 138 (рисунок 6) все пласты АРБ, ограниченные вертикальными разломами, сейсмиками «ПетроАльянса» отнесены к юрскому возрасту, с чем нужно согласиться. На рисунке 7 видно, что по данным сейсмических исследований восточная часть Северо-Покачевского месторождения отличается от западного блоковым строением. Для выяснения особенностей залегания и условий формирования отложений АРБ в зоне разломной тектоники была выполнена детальная корреляция разрезов скважин, вмещающих АРБ, по двум взаимно перпендикулярным направлениям с применением последовательного палеопрофилирования.

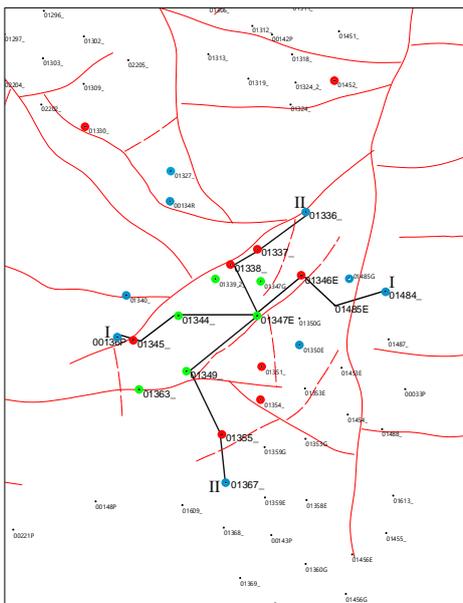


Рисунок 8. Схема расположения скважин и линий схем корреляции по взаимно перпендикулярным направлениям в восточной части Северо-Покачевского месторождения. Сплошная красная линия - разломы, выявленные сейсмическими исследованиями; Пунктирная красная линия - разломы, предполагаемые на основе корреляции разрезов скважин. Синяя точка - скважины разреза первого типа, зеленая точка - второго типа, красная точка - третьего типа;

Направления выбраны таким образом, чтобы можно было выявить любую возможность внедрения ачимовских отложений, если такое происходило, в баженовскую свиту с любой стороны, а не только с восточной, на что неоднократно указывали авторы многочисленных работ. Расположение скважин и линий схем корреляции с запада на восток и с юга на север месторождения приведены на рисунке 8.

Первоначально обе схемы были выровнены по подошве васюганских глин (рисунок 9). Их корреляция, а также вышележащих отложений, включая георгиевскую свиту, представляется почти однозначной. Лишь в двух крайних скважинах на востоке (I-I) и на севере (II-II) отсутствует георгиевская глина, что позволяет провести здесь несогласие.

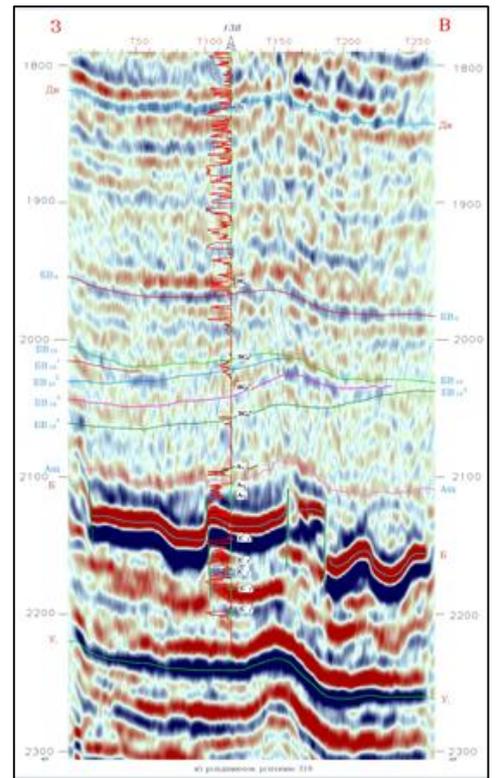


Рисунок 6. Фрагмент сейсмического временного разреза с АРБ по продольным профилям 27, 143, 319 (скв. 138) Северо-Покачевского месторождения.

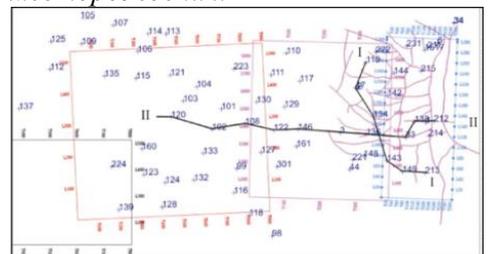


Рисунок 7. Схема расположения сейсмических профилей и скважин на Северо-Покачевском месторождении.

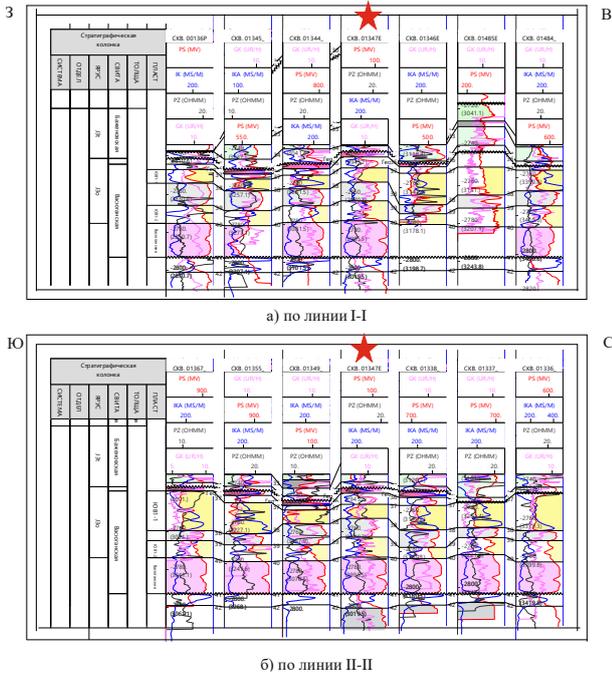


Рисунок 9. Отражение спокойных условий осадконакопления на схеме корреляции с выравниванием на подошву васюганских глин. Звездочкой отмечена одна и та же скважина.

существенно меньшими толщинами (от 7 до 13 м) каждой из пачек, в ряде скважин - даже отсутствием нижней пачки. Распространение пород этого типа, как будет показано ниже, определяется блоковой тектоникой. По сравнению с двумя другими типами разреза в нем отсутствует нижняя пачка, что обусловлено неровностями рельефа. При формировании собственно баженовской свиты нижней пачкой заполнялись его пониженные участки. Не случайно скважина со вторым разрезом, в котором отсутствует нижняя пачка, расположен в прикупольном блоке (рис. 8).

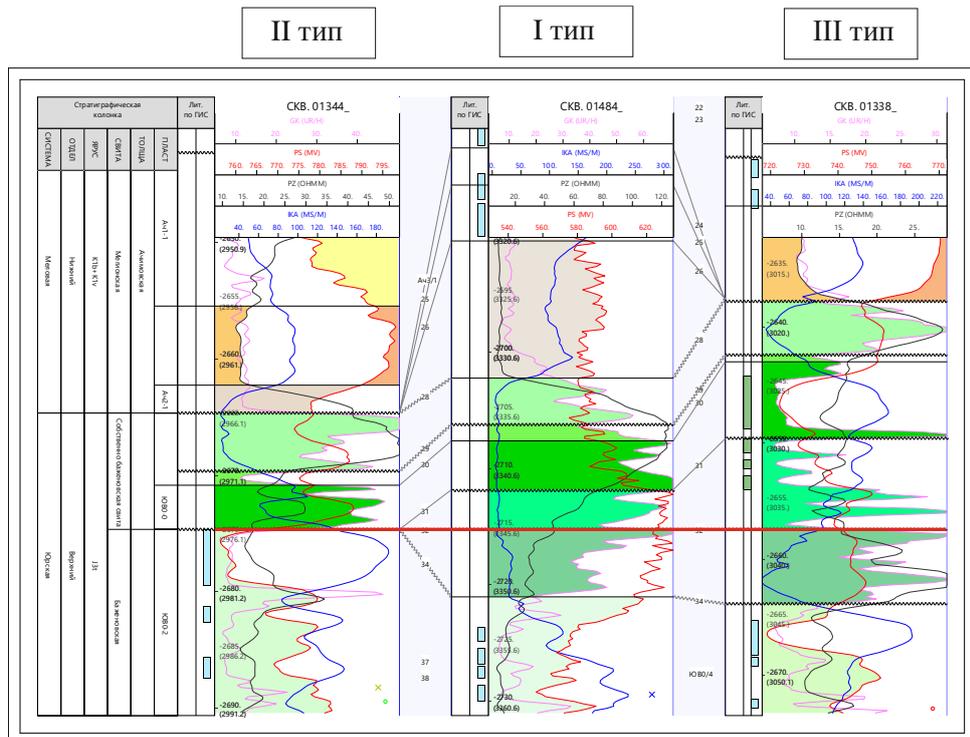


Рисунок 10. Разные типы разрезов собственно баженовской свиты. Красная линия – линия выравнивания.

Следующей толщей, подошву которой логично использовать в качестве линии сопоставления, может служить, на обеих схемах, собственно баженовская свита, для которой характерны повторяем, высокие радиоактивность и удельное сопротивление породы, а также низкие показания индукционного метода. Но для начала стоит доказать, что осадконакопление пород собственно баженовской свиты проходило относительно в один и тот же временной интервал.

Особенностью Северо-Покачевского месторождения является наличие трех типов разреза собственно баженовской свиты, которые представлены на рисунке 10.

Первый тип разреза (синие точки) - это обычный для собственно баженовской свиты нормальный тип разреза, рис. 8. В нем четко выделяется четыре пачки с общей толщиной от 25 до 30 м.

Второй тип (зеленые точки) представлен

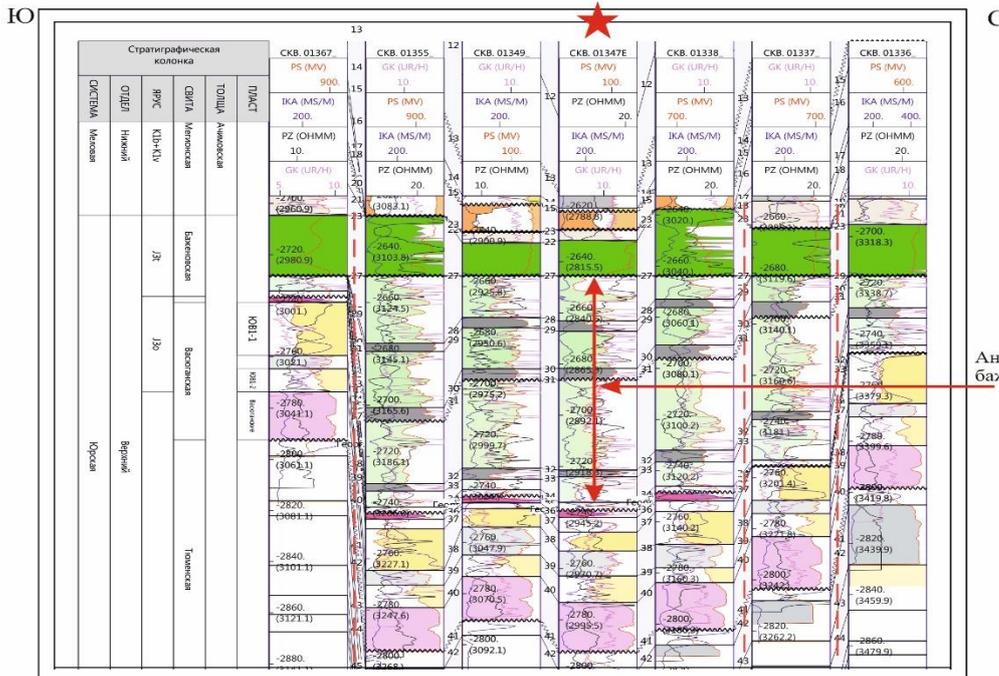
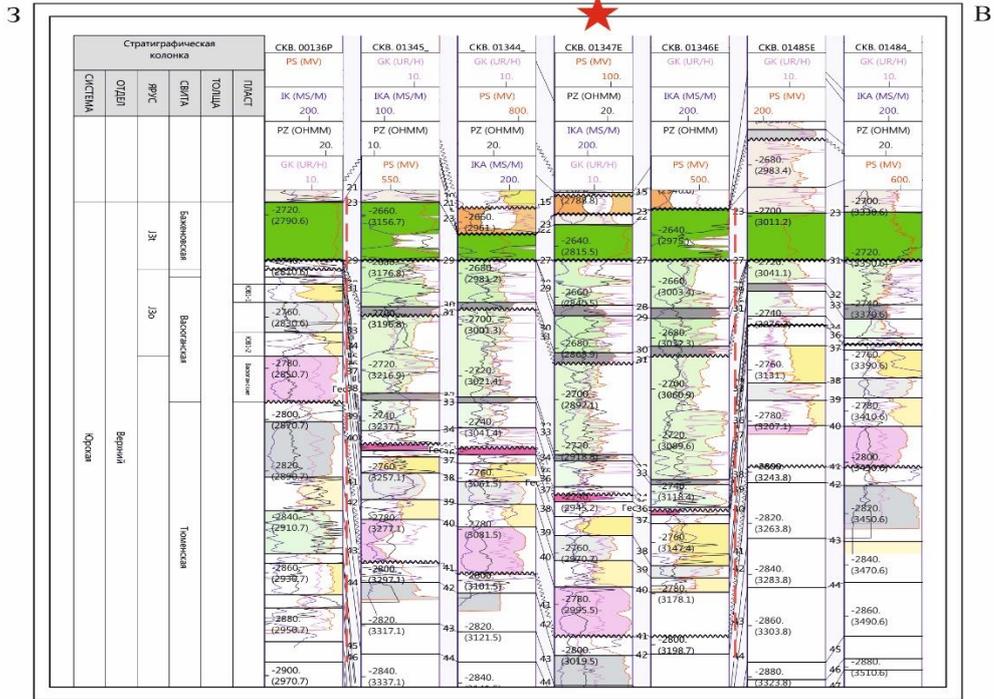
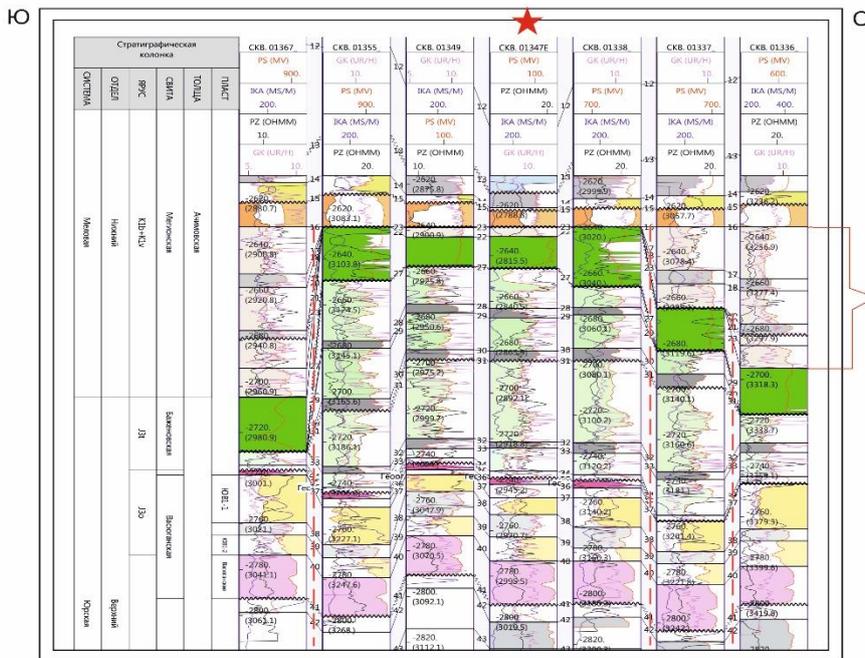
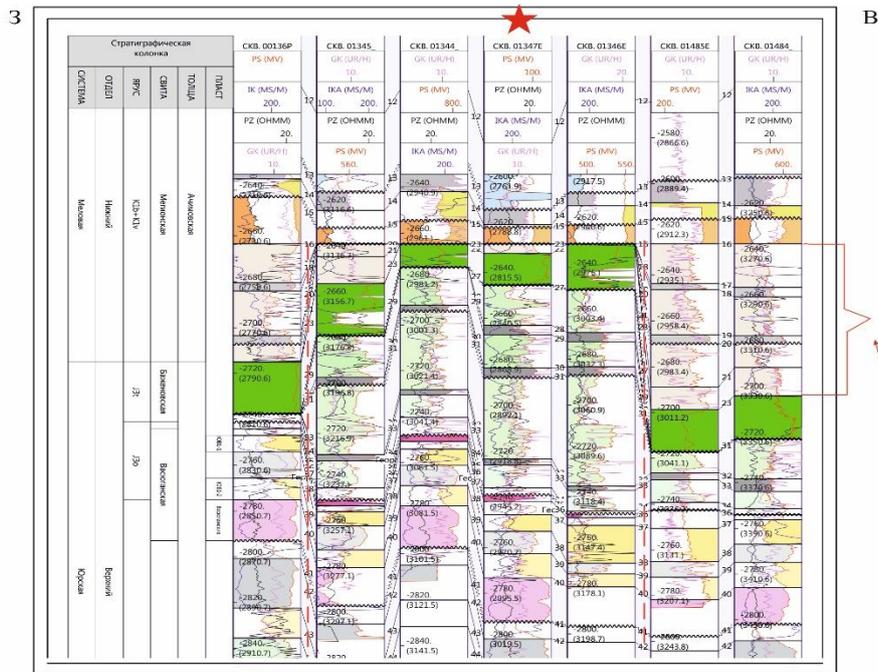


Рисунок 12. Иллюстрация погружения осадков АРБ на схеме корреляции скважин. Линия выравнивания - подошва собственно баженовской свиты. Пунктирная красная линия – разломы, выявленные корреляцией разрезов скважин.

После формирования собственно баженовской свиты в погружение втянулись смежные с ранее рассмотренными блоками, сопровождавшиеся формированием осадков ачимовской пачки в этих блоках, которые до этого были или неподвижны, или имели меньший интервал погружения.



Компенсационная пачка в ачимовской толще

Рисунок 13. Иллюстрация погружения смежных блоков с АРБ по конседиментационным разломам и компенсация осадков за счет ачимовской пачки на схеме корреляции с выравниванием на подошву ачимовских глин. Пунктирная красная линия – конседиментационные разломы, выявленные корреляцией разрезов скважин.

На рис. 13 видно, что с погружением этих блоков началось формирование низов нижнемеловых отложений в виде ачимовской пачки, толщины которой изменяются в обратном направлении по сравнению с АРБ. В скважинах, где АРБ имеет максимальные толщины, толщины ачимовской пачки минимальны и, наоборот. Именно поэтому рассматриваемую ачимовскую пачку следует считать **компенсационной**. В результате залегающие над ней глинистые реперы в ачимовской толще оказались почти параллельными васюганским глинам. Надо особо отметить, что сформированные таким образом породы аномальных разрезов верхнеюрской баженовской

свиты не имеют ничего общего с породами нижнемеловой компенсационной ачимовской пачки, на что ошибочно указывалось в работах.

Клавишный характер погружения блоков в процессе формирования компенсационной ачимовской пачки, аналогичен тому, что и в процессе формирования АРБ. Это позволяет рассматривать разрезы компенсационной ачимовской пачки тоже как *аномальные* (рис. 13).

На основе изложенного можно сделать вывод о накоплении на рассматриваемом месторождении осадков АРБ, а затем ачимовской пачки, одновременно с погружением блоков по субвертикальным конседиментационным разломам. По каждую сторону от разлома можно видеть резко отличающиеся друг от друга разрезы, как толщиной, так и литологией пород. На выровненную таким образом поверхность отлагались хорошо коррелируемые породы ачимовских глин (оранжевая пачка) которая на обеих схемах корреляций (рис. 13.) оказалась практически параллельной васюганским глинам (фиолетовая пачка).

Показательными являются построенные карты толщин АРБ, собственно баженовской свиты, аномального разреза ачимовской компенсационной пачки, а также структурной карты по кровле собственно баженовской свиты в современном структурном плане в пределах изученного блока и прилегающих территорий (рис. 14). Как видим, в результате клавишных погружений образовалась структура с амплитудой около 100 м и размерами 4,5х3,2 км, разбитая разломами и ничего не имеющая общего ни с оползнями, ни тем более с турбидитовыми потоками. Все четыре рисунка являются наглядным отражением блоковой тектоники при формировании аномальных разрезов как в баженовской свите, так и в ачимовской толще.

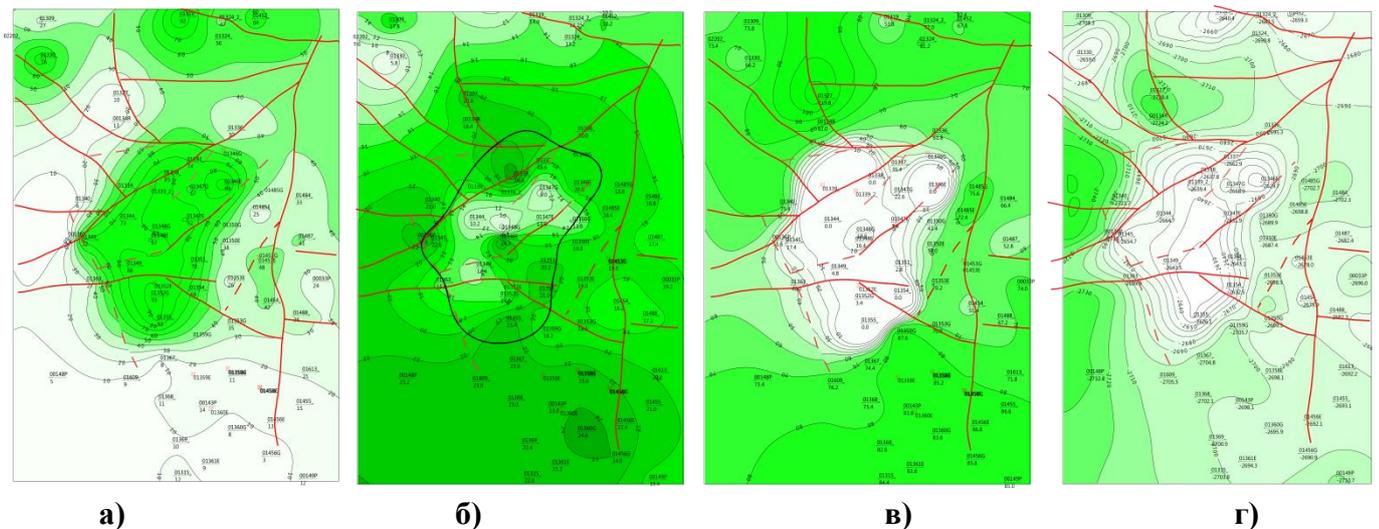


Рисунок 14. Карты толщин: а) АРБ; б) собственно баженовской свиты; в) компенсационной ачимовской пачки г) структурная карта по кровле собственно баженовской свиты одного из участков Северо-Покачевского месторождения. Сплошная красная линия - разломы, выявленные сейсмическими исследованиями, пунктирная красная линия – разломы, выявленные корреляцией разрезов скважин.

Движение блоков в позднеюрское и раннемеловое время возникло не впервые. Эти движения происходили и ранее, и все вместе они создали условия для вертикальных тектонических инверсий. Их свидетельством является тот факт, что блоки, претерпевшие в рассматриваемое время наибольшие инверсии, в современном структурном плане в районе указанных скважин занимают наиболее высокое положение.

Такова схема осадконакопления по данным сейсмических исследований и детальнейшей корреляции разрезов скважин, реализующая представление о блоковой тектонике и конседиментационных разломах.

3.3. Методический прием - комплексирования результатов последовательного палеопрофилирования по данным детальной корреляции разрезов скважин и сейсмических исследований.

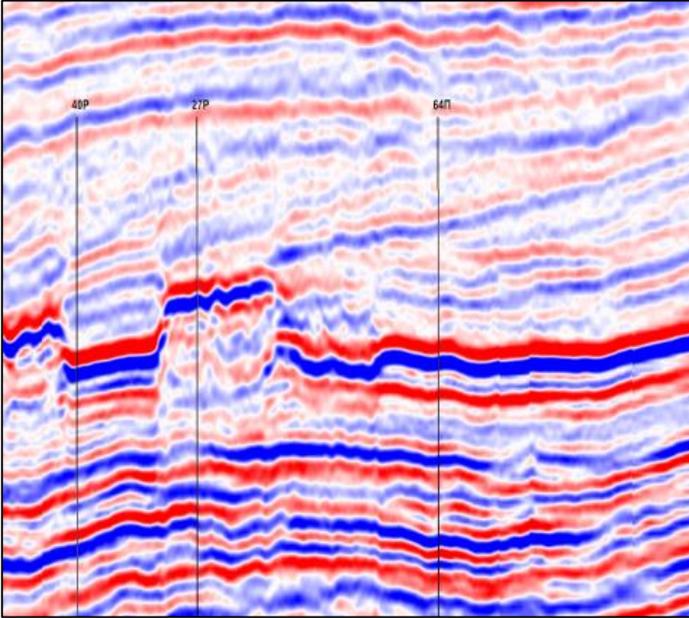


Рисунок 15. Временной сейсмический разрез по линии скважин 40P-27P-64П Кечимовского месторождения. сейсмиками-интерпретаторами АРБ не ограничены разломами.

Для выяснения особенностей залегания и условий формирования отложений аномального разреза баженовской свиты в зонах разломной тектоники на примере Кечимовского месторождения впервые была выполнена детальная корреляция разрезов скважин одновременно с сопоставлением одновозрастных сейсмических ОГ (отражающих горизонтов) путем последовательного палеопрофилирования. В скважинах 40P и 64П вскрыты обычные отложения, а в центральной скважине 27P – АРБ (рис. 15). Обратим внимание на то, что, несмотря на полное сходство разрезов на рис. 6 Северо - Покачевского месторождения и на рис. 15 Кечимовского, на последнем

сейсмиками-интерпретаторами АРБ не ограничены разломами. На рисунках 16, 18, 19, последовательно выровненных на основные реперные границы (Т – тюменская свита, В – баженовская свита, Асч – ачимовская пачка), отражена обстановка, в которой накапливались осадки в результате клавишных блоковых погружений по конседиментационным разломам в позднеюрское и раннемеловое время. Слева участок временного сейсмического разреза, справа - его интерпретация в том же вертикальном масштабе на схемах корреляции по скважинам 40P – 27P – 64П.

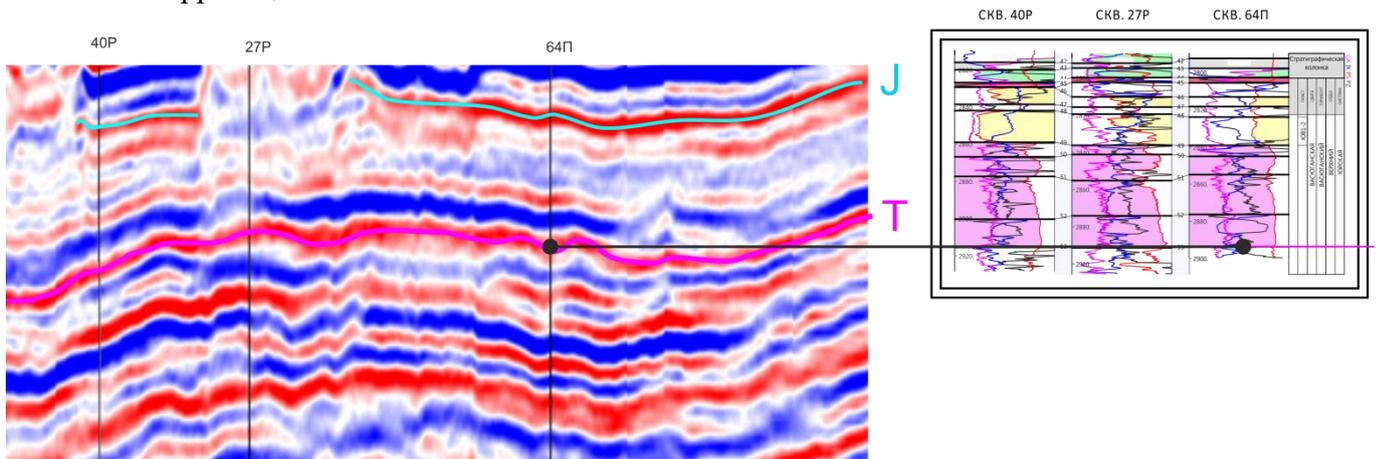


Рисунок 16. Временной сейсмический разрез и схема корреляции по линии скважин 40P-27P-64П выровнены по подошве васюганских глин, соответствующей ОГТ кровле тюменской свиты

На рис.16 представлен сейсмический разрез васюганской и тюменской свит и схема детальной корреляции с выравниванием на кровлю тюменской свиты. Оба рисунка доказывают спокойную обстановку осадконакопления при формировании пород васюганской свиты.

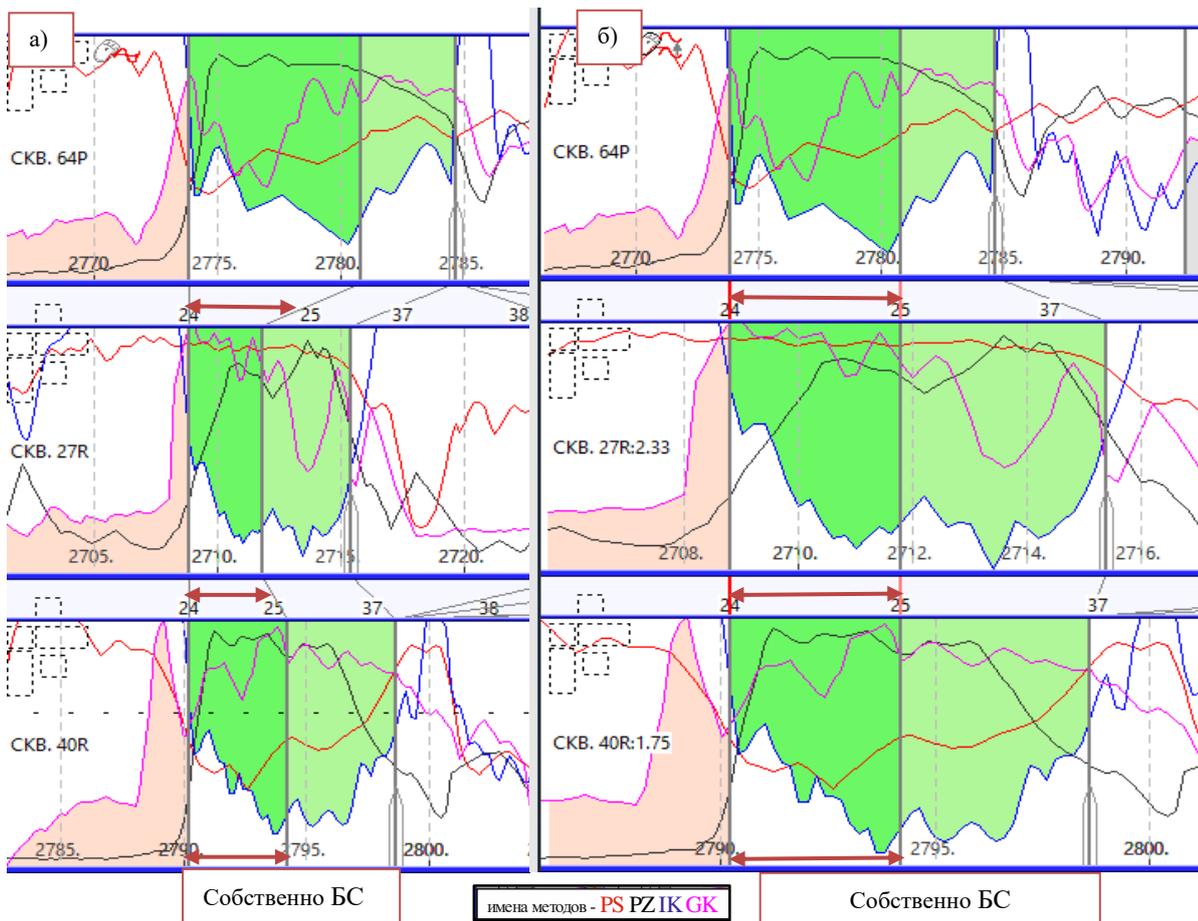


Рисунок 17. а) сопоставление интервала собственно БС в средней скважине с АРБ (27R) со скважинами с нормальным разрезом собственно БС с заливкой по индукционному методу ИК. б) приведение к одинаковой толщине интервала собственно БС между границами 24-25

На рисунке 17 (а) представлена детальная корреляция разрезов отложений собственно баженовской свиты, кровлю которой предполагается принять в качестве следующей линии сопоставления при последовательном палеопрофилеировании. Однако для этого необходимо было доказать, что во всех скважинах собственно баженовская свита формировалась в один и тот же временной интервал. В скв.40Р и 27Р разрезы собственно баженовской свиты аналогичны. Разрез скв.64П в верхней половине свиты оказался значительно шире, чем в двух других скважинах.

На рисунке 17 (б) этот участок между границами 24 - 25, закрашенный насыщенным зеленым цветом, приведен к одинаковой толщине с соответствующими интервалами в двух других скважинах. Основываясь на сходстве рисунков, приведенных к одной толщине, можно сделать вывод, что породы в верхней половине собственно баженовской свиты в скважинах 40Р и 27Р, а также в скважине 64П формировались одновременно, что дает основание перенести следующую линию последовательного палеопрофилеирования в кровлю собственно баженовской свиты.

Видно, что формирование АРБ происходило блоково по конседиментационным разломам, сопровождавшееся накоплением осадков песчано-алевролитовых пород АРБ (заливка светло-зеленым цветом) преимущественно в скв.27Р (рис.18). Лишь после этого на почти выровненной поверхности стали формироваться отложения собственно баженовской свиты в условиях более ускоренного погружения блока при накоплении осадков верхней части этой свиты в районе скв.64П.

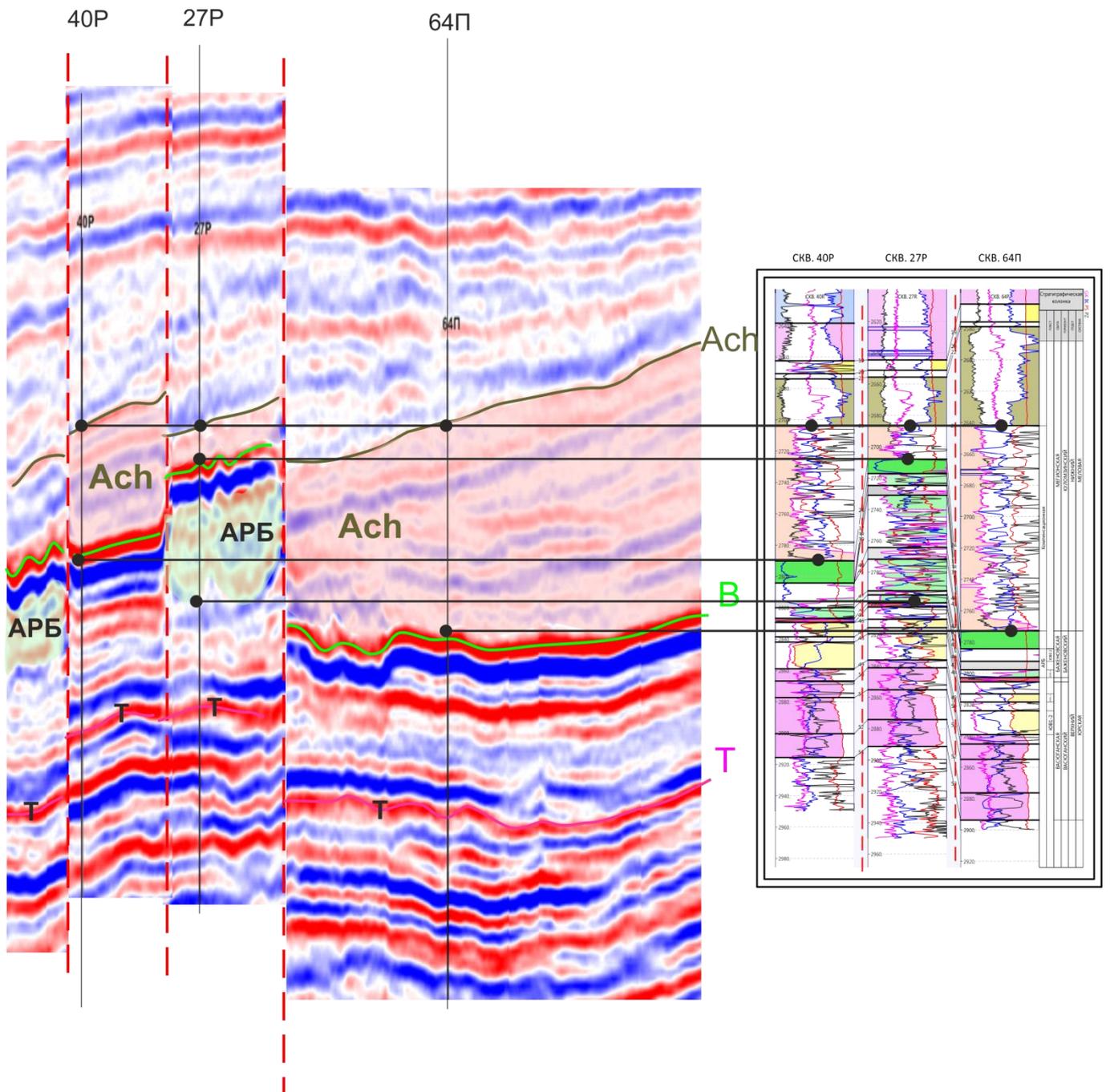


Рисунок 19. Временной сейсмический разрез и схема корреляции по линии скважин 40P-27P-64П выровнены по отражающему горизонту Ach в скважине 64P.

Рисунок 19 свидетельствует о смене тектонического режима при формировании отложений низов ачимовской толщи. Смежные блоки в районе скважины 40P и 64П, которые были менее подвижны в позднеюрский период, в раннемеловой период испытывают погружение по конседиментационным разломам, сопровождающееся накоплением глинисто-алевролитовых и песчаных осадков низов ачимовской толщи (заливка светло-розовым цветом). Характерно, что и в ачимовское время блок в районе скв.64П погружался быстрее по сравнению с блоком скв.40P. Об этом свидетельствует увеличение толщин клиновидной ачимовской пачки скважины 64П по сравнению с разрезом скважины 40P.

Таким образом, при последовательном выравнивании на каждую реперную границу установлено, что формирование смежных тектонических блоков связано с попеременным их клавишным погружением по конседиментационным разломам.

Характерно, что, судя по рис. 19, на сейсмическом разрезе и на схеме корреляции разрезов скважин нет даже намека на то, чтобы ачимовские породы (скв.64П) заполняли клиноформно АРБ в блоке скв. 27Р.

Ярким примером блокового строения АРБ является схема корреляции двух скв.7352 и 134Р на Кечимовском месторождении (рис.20). Расстояние между скважинами составляет всего 380 м. На схеме отчетливо видна параллельность залегания отложений васюганской свиты и всех пачек толщи, начиная с пачки 2 и выше, включая пачку 13. Корреляция всех этих пачек не вызывает сомнений. В скв.7352 толщина АРБ достигает почти 100 м, а толщина ачимовской пачки над ним – 30 м. В скв.134Р собственно баженовская свита залегает непосредственно над георгиевской свитой, а толщина ачимовской компенсационной пачки 1 в ней достигает 140 м, компенсируя тем самым полностью толщину АРБ в смежном блоке. Такое резкое изменение толщины в соседних близкорасположенных скважинах указывает на субвертикальность конседиментационных разломов, по которым происходило клавишное погружение смежных блоков.

Глава 4. Особенности тектонических процессов при формировании более молодых отложений верхов сортымской и мегийонской свиты на месторождениях Широтного Приобья.

Условия формирования АРБ, связанные с клавишным погружением блоков по конседиментационным разломам, характерны для Северо-Покачевского, Кечимовского, Северо-Конитлорского, Тевлинско-Русскинского и многих других месторождений, т.е. условия формирования АРБ одинаковы для всех этих месторождений. Однако формирование пород верхов сортымской свиты на Сургутском своде и мегийонской на Нижневартовском своде после накопления компенсационной ачимовской пачки происходило по-разному. Отличие проявляется в характере тектонических движений более крупных блоков на позднем этапе формирования верхов сортымской и мегийонской свиты.

4.1. Особенности блоковой компенсации разреза верхов мегийонской свиты на Кечимовском месторождении.

Кечимовское месторождение характеризуется тем, что в мегийонское время первоначально формировалась клиноформная пачка 2 (рис. 21, серо-зеленый цвет). После нее формирование разреза мегийонской свиты происходило блоково. Первоначально активно погружался восточный блок в процессе формирования «фиолетовой» пачки 5, а

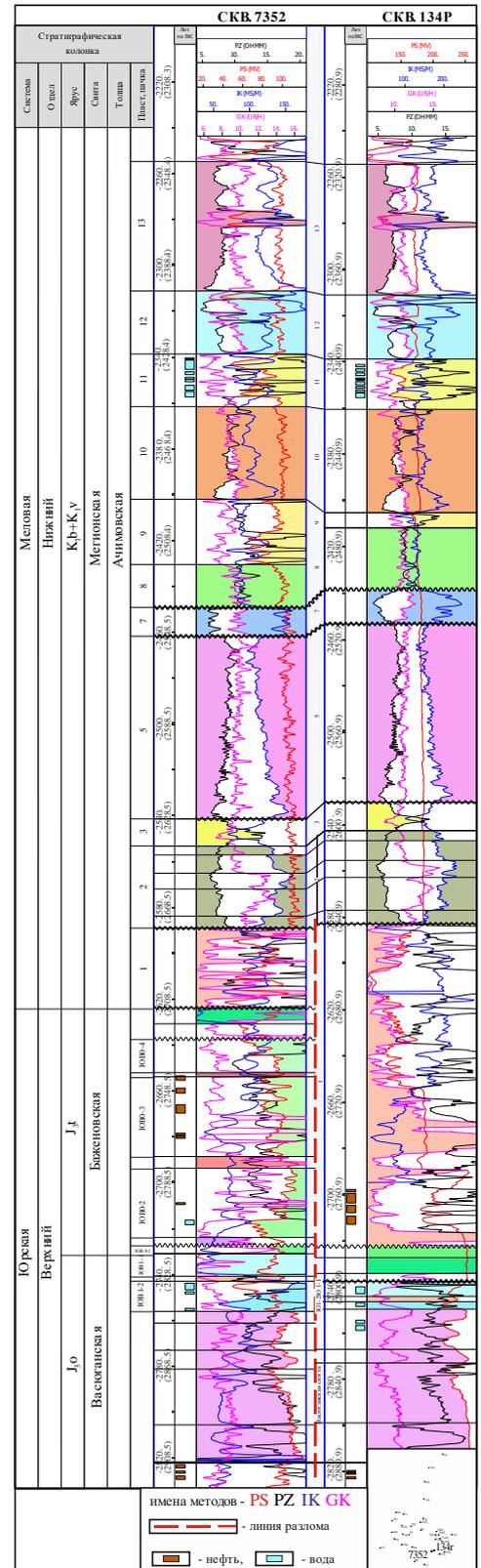


Рисунок 20. Субвертикальные конседиментационные разломы, вдоль которых происходило клавишное погружение соседних блоков в скважинах 7352 и 134Р Кечимовского месторождения. Расстояние между скважинами составляет всего 380 м.

компенсация разреза в западном блоке происходила первоначально за счет «голубой» пачки 7 и особенно за счет накопления «зеленой» пачки 8. В результате пачки пород в верхней части разреза с плоскопараллельным залеганием оказались параллельны васюганским глинам, что указывает на полную компенсацию осадконакопления в процессе всех разрывных и пликтивных тектонических движений, происходивших при накоплении осадков мегионской свиты.

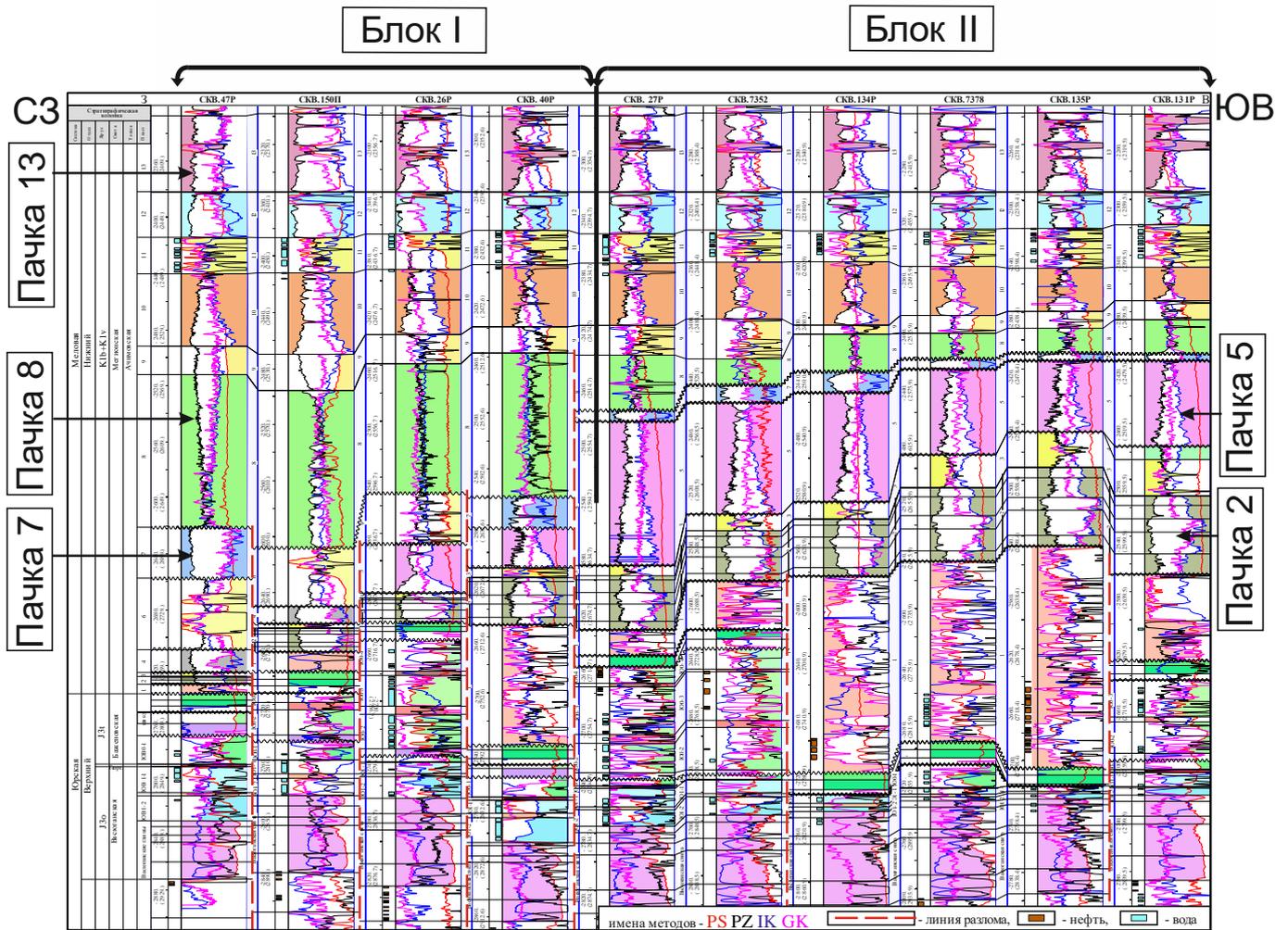


Рисунок 21. Компенсация разреза в два этапа за счет блоковой тектоники. Схема детальной корреляции по линии скважин I-I Кечимовского месторождения, выровненная на подошву пачки 13

4.2. Особенности блоковой компенсации разреза отложений сортымской свиты как результат клиноформного заполнения ее верхов на Тевлинско-Русскинском месторождении

На Тевлинско-Русскинском месторождении перед накоплением осадков собственно баженовской свиты формируются несколько тектонических блоков, связанных с формированием АРБ (рис. 22) [Вологодский Д.В.]. Толщина песчано-алевролитовых пород АРБ резко изменяется от 20 до 130 м. Максимальные толщины можно видеть в скв. 06928 широтной схемы и в скв 01932 восточного блока. Наименьшие толщины этого интервала разреза западного блока установлены в скв. 08416У, 07642У, 07622У.

С началом мелового периода возобновляется первый цикл конседиментационных разломов, демонстрируя клавишные погружения ранее стоявших или менее подвижных блоков, в процессе которых накапливались породы компенсационной пачки в низах ачимовской толщи (розово-коричневый цвет). При ее формировании на схеме отчетливо видно, как происходит выравнивание интервала разреза между ее кровлей и подошвой васюганских аргиллитов в восточном блоке. В том же интервале западного блока очевидна недокомпенсация по сравнению с восточным блоком.

Второй цикл, как и на Кечимовском месторождении, происходил за счет накапливания над компенсационной ачимовской пачкой аргиллитов пачки 2 (серо-зеленый цвет). Своеобразная

заливка пачки не дает сомневаться не только в правильности ее выделения во всех скважинах, но и в блоковом характере ее строения с блочным уменьшением толщин, соответственно, в западном и северо-западном направлениях. Благодаря увеличению толщины этой пачки и залегающих над ней «фиолетовой» и «коричневой» пачек произошла полная компенсация разреза сортымской свиты в укрупненном восточном блоке. Вместе с тем, в западном блоке (рис. 22.) недокомпенсация разреза в верхах сортымской свиты возрастает в западном направлении и с возрастом сокращается за счет «коричневой» и особенно «голубой» пачек.

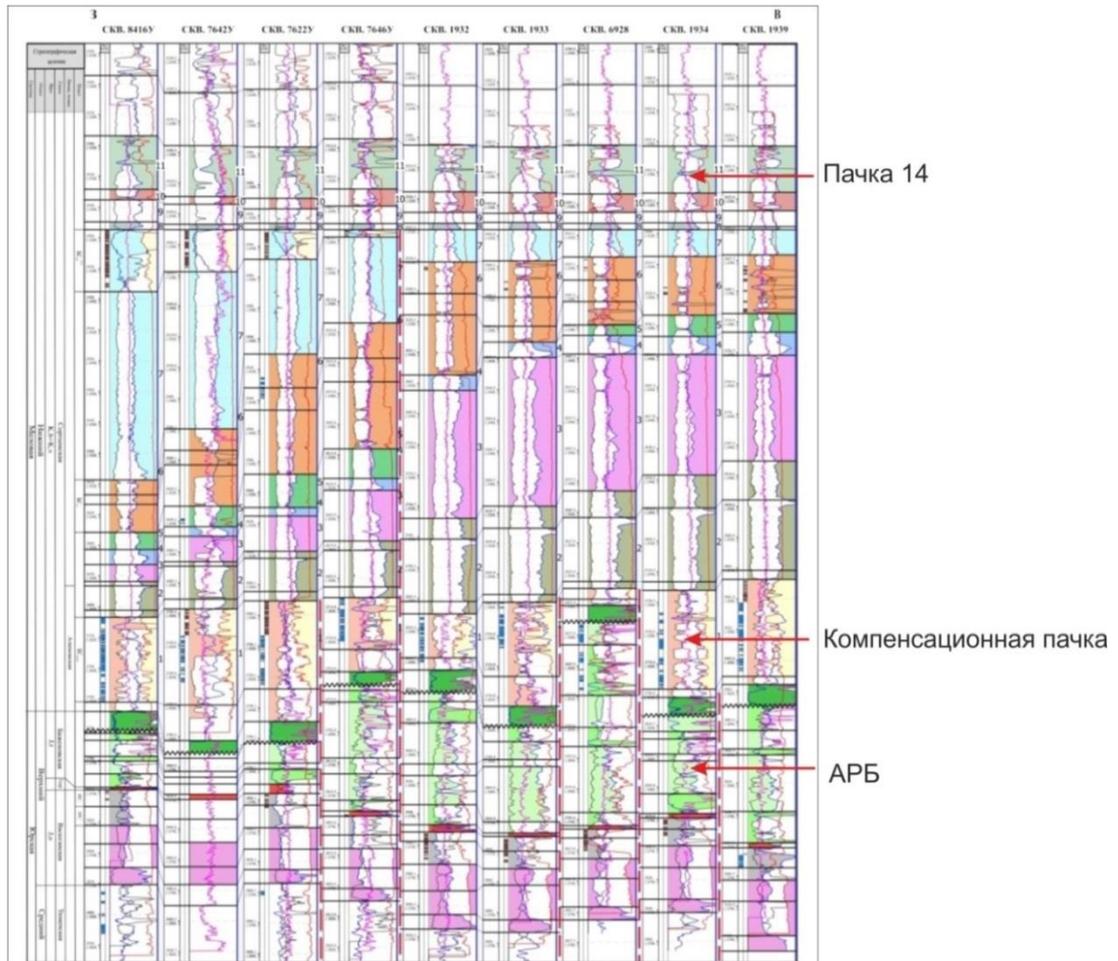


Рисунок 22. Компенсация разреза за счет клиноформ, обусловленных блоковой тектоникой [Вологодский Д.В]. Схема выравнивания на пачки с плоскопараллельным залеганием на Тевлинско-Русскинском месторождении.

Особый интерес представляют собой компенсационная «коричневая» пачка. На схеме отчетливо видно ее клиноформное строение с максимальным прогибанием в западном блоке в районе скв. 07622У и 076456У. Позже за счет клиноформных пачек голубого цвета завершается выравнивание общих толщин в интервале между подошвой васюганских аргиллитов и подошвой пачки 14 (бледно зеленый цвет). Эта пачка является самой нижней в системе плоскопараллельного залегания, когда прекратились интенсивные блоковые движения при формировании разрезов по консидементационным разломам и даже более спокойные при формировании клиноформ.

Практически полная компенсация разреза на этом месторождении, в отличие от предыдущих, происходила за счет разноскоростного прогибания западного блока и формирования клиноформ в верхах сортымской свиты (рис. 22).

4.3. Особенности блоковой компенсации разреза отложений сортымской свиты за счет разноскоростного и разновременного погружения отдельных блоков на Северо-Конитлорском месторождении.

Несколько иную, но со своими особенностями картину, можно видеть на схеме корреляции разрезов скважин всей сортымской свиты Северо-Конитлорского месторождения (рис. 23).

Первое, на что нужно обратить внимание, это компенсационные ачимовские пачки 2+3 (бежевый цвет) в скв. 00311P и 00171У в блоках, которые при формировании АРБ были неподвижны. Толщина компенсационных пачек в этих скважинах достигает 175 м, и их с полным основанием можно считать аномальными разрезами ачимовской толщи. В остальных скважинах схемы корреляции, кроме скв. 00309П, толщины компенсационных пачек соизмеримы с незначительными толщинами аномальных разрезов, в результате чего в первых трех скважинах схемы (левый блок) образовалась недокомпенсация порядка 100–150 м.

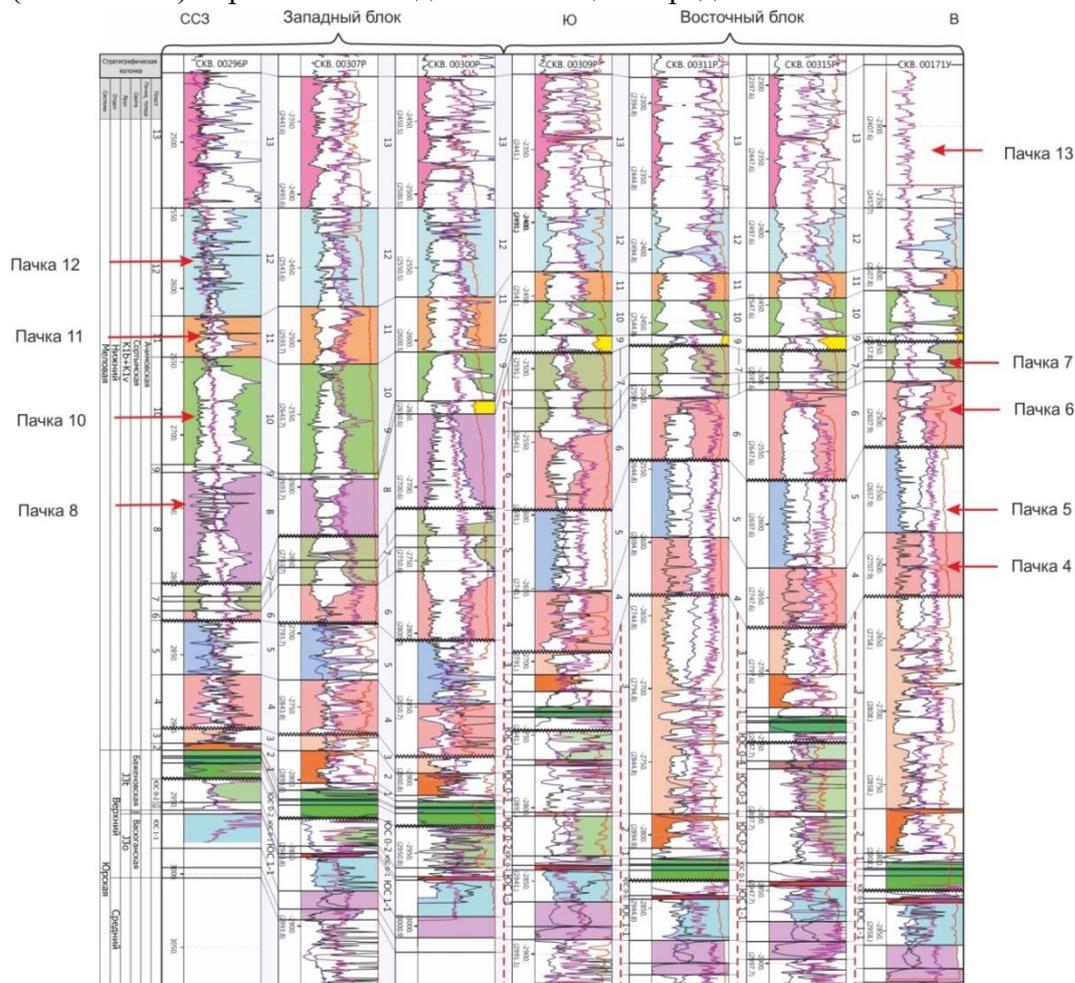


Рисунок 23. Компенсация разреза за счет блоковой тектоники и обусловленных ею клиноформ. Схема выравнивания на шельфовые пачки Северо-Конитлорского месторождения.

Подобный уровень недокомпенсации и его причины установлены в результате детальной корреляции разрезов скважин с применением последовательного палеопрофилирования, что видно при переносе линии сопоставления в подошву клиноформной пачки 7 (серо-зеленый цвет, рис. 23). В интервале между кровлей компенсационной пачки и поверхностью несогласия в подошве пачки 7 на корреляционной схеме выделено три пачки 4, 5 и 6. Последняя пачка, начиная со скв. 00300P, претерпевает размыв и в крайней левой скв. 00296P отсутствует почти полностью.

В результате в данном случае, как и в двух предыдущих, образовалось два крупных блока. Судя по рис. 23, компенсация отложений происходила раздельно по более мелким блокам. В левом блоке - за счет его погружения в процессе формирования «фиолетовой» пачки 8, полностью отсутствовавшей в правом блоке, а также разноскоростного погружения трех блоков при

формировании пачки 10 в один и тот же временной интервал. В меньшей степени картину до полной компенсации разреза сортымской свиты но уже по двум крайним блокам было формирование пачек 10 и 11.

Таким образом, анализ рассмотренных месторождений свидетельствует о том, что формирование осадков на каждом из них характеризуется своими особенностями, если при формировании АРБ отличия только в интенсивности погружений, то в более позднее время каждое месторождение отличается присущими только ему особенностями блоковой тектоники.

Заключение

Результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. В рамках работы прослежены границы верхнеюрских аномальных разрезов баженовской свиты, собственно баженовской свиты и нижнемеловых отложений ачимовской толщи на месторождениях Широкого Приобья по данным более чем 400 глубоких скважин с применением автоматизированной детальной корреляции с учетом сейсмических исследований.

2. В работе подчеркивается наличие в качестве основного отличительного признака собственно баженовской свиты помимо аномально высоких значений радиоактивности и сопротивления, аномально низкие значения индукционного метода вследствие практически полного отсутствия в ней воды и наличия керогеносодержащих пород.

3. На основе детальной корреляции разрезов скважин и путем применения комплексов методических приемов установлена последовательность осадконакопления при формировании АРБ, собственно баженовской свиты и компенсационной ачимовской толщи.

4. Впервые на основе последовательного палеопрофилирования с учетом отражающих сейсмических горизонтов и соответствующим им границ реперных интервалов разреза в скважинах обосновано формирование АРБ и компенсационной ачимовской пачки как результат клавишных погружений смежных блоков по конседиментационным разломам.

5. В результате работы показано последовательность формирования отложений в позднеюрское и раннемеловое время:

- *на первом этапе* шло погружение тектонических блоков с одновременным накоплением осадков АРБ;
- *на втором этапе* на всей территории Западной Сибири плащеобразно в один и тот же временной интервал, накапливались породы собственно баженовской свиты;
- *на третьем этапе* в погружение втянулись ранее неподвижные смежные блоки, а компенсационное выравнивание происходило за счет пород нижнемеловых отложений, в частности компенсационной ачимовской толщи.

6. В результате работы показаны особенности разнообразного проявления блоковой тектоники путем клиноформной внутриблоковой компенсации разрезов отложений верхов сортымской и мегионской свит

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. Качкина Е.А. Особенности геологического строения нижнемеловых и верхнеюрских отложений Северо-Покачевского месторождения /Гутман И.С., Качкина Е.А., Арефьев С.В. // Геология нефти и газа. – 2015. - № 1. – С. 15-22.

2. Качкина Е.А. Аномальные разрезы баженовской свиты и ачимовские клиноформы как результат соответственно разломной и пликативной тектоники. Часть I. /Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Скачек. К.Г. // Недропользование XXI век. – 2016. - №2 (59) – С. 48-59.

3. Качкина Е.А. Аномальные разрезы баженовской свиты и ачимовские клиноформы как результат соответственно разломной и пликативной тектоники. Часть II. / Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Скачек К.Г. // Недропользование XXI век. – 2016. - №3 (60) – С. 70-82.

4. Качкина Е.А. Комплексное последовательное палеопрофилирование по ОГ (отражающим горизонтам) сейсмических исследований и соответствующим им границам в скважинах с целью обоснования особенностей формирования аномальных разрезов баженовской свиты верхней юры и клиноформ нижнего мела Западной Сибири. /Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Арефьев С.В., Мазитов М.Р., Гарифуллин И.И. // Недропользование XXI век. – 2017. - №4 (67) – С.116-135

5. Качкина Е.А. Трансформация взглядов на природу формирования аномальных разрезов баженовской свиты верхней юры в Широтном Приобье Западной Сибири /Качкина Е.А. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений.- 2019. - №12 (336) – С.12-22.

Работы, опубликованные в других изданиях:

6. Качкина Е.А. Особенности геологического строения аномальных разрезов в верхнеюрских и ачимовских отложениях Кечимовского месторождения. / Гутман И.С., Качкина Е.А., Шалупина А.В., Семянов А.А., Скачек К.Г. // Нефть.Газ.Новации. – 2013. - №22 - С. 15-22

7. Качкина Е.А. Методические рекомендации к корреляции разрезов скважин / Гутман И.С., Качкина Е.А. и др.; под ред. Гутмана И.С. – Москва: Недр. – 2013. - С. 80-93., С. 93-105.

8. Качкина Е.А. Особенности геологического строения аномальных разрезов верхнеюрских и ачимовских отложений Кечимовского месторождения нефти на основе детальной корреляции разрезов скважин. /Качкина Е.А.// Тезисы докладов 66-ой Международной молодежной научной конференции "Нефть и газ - 2012"– 2012. – С. 46

9. Качкина Е.А. Влияние блоковой тектоники на формирование аномальных разрезов в верхнеюрских и нижнемеловых отложениях и особенности их нефтеносности на Северо-Покачевском месторождении. /Качкина Е.А.// Тезисы докладов 67-ой Международной молодежной научной конференции "Нефть и газ - 2013" – 2013. – С. 45

10. Качкина Е.А. Распознавание особенностей строения верхнеюрских и нижнемеловых аномальных разрезов на примере Северо-Покачевского месторождения и ачимовских клиноформ на примере Дружного месторождения на основе детальной корреляции разрезов скважин. /Гутман И.С., Качкина Е.А., Шалупина А.В., Скачек К.Г., Арефьев С.В., Аржиловская Н.Г., Хлызов П.В.// Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. - XVI научно-практическая конференция. - Ханты-Мансийск. – 2012. – С. 87.