

На правах рукописи



**ФАРИД САГИТОВИЧ САЛИМОВ**

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВЕДКИ И  
ДАЛЬНЕЙШЕГО ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ ЮРСКИХ  
ОТЛОЖЕНИЙ С УЧЁТОМ РАЗЛОМНО-БЛОКОВОГО СТРОЕНИЯ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Уфа - 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» кафедра «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений»

Научный руководитель: **Котенев Юрий Алексеевич**  
доктор технических наук,  
профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский  
государственный нефтяной технический  
университет»

Официальные оппоненты: **Лебедев Михаил Валентинович**  
доктор геолого-минералогических наук, эксперт  
департамента ГРР НП  
ООО «Тюменский нефтяной научный центр»,  
г.Тюмень  
**Скачек Константин Геннадьевич**  
кандидат геолого-минералогических наук,  
начальник управления региональной геологии и  
ГРР АО «ИГиРГИ», г.Москва

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Российский государственный  
университет нефти и газа (национальный  
исследовательский университет) имени  
И.М. Губкина, г. Москва

Защита диссертации состоится 4 декабря 2018 г. в 16:00 на заседании диссертационного совета Д 212.273.05 при Тюменском индустриальном университете по адресу: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, аудитория 113.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотечно-информационном центре ТИУ по адресу: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, и на сайте ТИУ [www.tyuiu.ru](http://www.tyuiu.ru).

Отзывы, заверенные печатью учреждения, в двух экземплярах просим направлять по адресу: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, Тюменский индустриальный университет, учёному секретарю диссертационного совета Д 212.273.05. Факс: 8(3452)39-03-46, e-mail: semenovtv@tyuiu.ru

Автореферат разослан « 27 » октября 2018 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета:



Татьяна Владимировна Семёнова

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Одним из перспективных объектов исследования и повышения добычи нефти в Когалымском регионе являются верхнеюрские отложения, потенциал которых до конца не раскрыт. Для решения данной задачи большое значение имеет применение 3Д сейсморазведки и новые возможности её интерпретации в совокупности с фактическими результатами бурения и разработки залежей нефти.

Резкая дифференциация эксплуатационных скважин по дебитам жидкости в схожих геолого-промысловых условиях в основном связана с наличием высокопроводящих каналов и трещин. Во многих регионах Западной Сибири доказано наличие и существенное влияние тектонических нарушений на формирование залежей нефти и разработку.

На сегодняшний день в Когалымском регионе отсутствует надёжная методика определения тектонических нарушений и сопутствующих им зон, и продолжает доминировать принятая ранее пликативная концепция строения верхнеюрских отложений. Проекты разработки залежей нефти выполнялись без учёта влияния: разломно-блокового строения пород фундамента; унаследованного характера развития структур, таких, как горсты, грабены; и а также контролирующих их дизъюнктивных нарушений, делящихся до верхнеюрских отложений.

Систематизация имеющейся информации о тектонических нарушениях, методика их уверенного выявления, определения зон разуплотнений и повышенной трещиноватости являются весьма актуальными задачами при обосновании геологоразведочных работ на верхнеюрских отложениях, освоении открытых залежей нефти и повышении эффективности их разработки.

### **Степень разработанности**

Тема исследований имеет достаточную степень проработки. Детально проанализированы результаты 3Д сейсморазведки, изучены и сопоставлены: геологическое строение залежей нефти; свойства пород; данные электрокаротажа, геофизических и гидродинамических исследований, эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; керновый материал. Получены практические результаты.

### **Цели и задачи исследования**

Выявление ранее неизвестных особенностей геологического строения и закономерностей распространения залежей нефти верхнеюрского комплекса отложений с учётом уточнения разломно-блоковой тектоники, определения её влияния на разработку месторождений; прогнозирование новых залежей углеводородов на основе комплекса геолого-геофизических методов и современных геоинформационных технологий.

Основными задачами исследования являются:

- выявление зон трещиноватости горных пород (разуплотнения), субвертикальной деструкции в пределах разрабатываемых залежей пласта ЮВ-1 и их распространение, закономерностей распространения разрывных нарушений, типов нарушений;

- изучение влияния разломно-блоковой тектоники, прогнозируемой по данным динамического анализа 3Д сейсморазведки на работу скважин, строение залежей нефти, границы залежи;
- прогнозирование развития перспективных участков пласта ЮВ-1 с повышенными фильтрационно-ёмкостными свойствами с целью проведения геологоразведочных работ; изучение внутреннего строения залежи посредством динамического анализа параметров волнового поля;
- совершенствование системы разработки месторождений, планирование и выполнение эффективных геолого-технических мероприятий, повышение нефтеотдачи пласта и выработки запасов с учетом нового представления о влиянии разломно-блоковой тектоники на геологическое строение залежи нефти пласта ЮВ-1 Повховского месторождения.

### **Научная новизна**

1. Доказано наличие тектонических нарушений и зон субвертикальной деструкции в верхнеюрских отложениях, вызванных активизацией блоков палеозойского фундамента, различных малоамплитудных тектонических подвижек вертикального и горизонтального характера, влияющих на формирование залежей нефти и их разработку.
2. Разработана научно обоснованная методика прогнозирования распространения участков разуплотнения в отложениях пласта ЮВ-1, приуроченных к зонам субвертикальной деструкции горных пород осадочного чехла и участкам повышенной трещиноватости, выявляемых динамическим анализом сейсмического волнового поля.
3. Разработан алгоритм прогнозирования водо-, нефтеводо- и нефтенасыщенных участков коллекторов пласта ЮВ-1 на основе исследований и динамического анализа сейсмических атрибутов.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Полученный комплекс результатов, включающий методику прогнозирования участков повышенной трещиноватости пород, уточнения форм и граничных поверхностей продуктивного пласта ЮВ-1 с учетом фациальной изменчивости, позволит повысить:

- эффективность геологоразведочных работ нефтеперспективных верхнеюрских отложений месторождений Западной Сибири;
- эффективность проектируемой системы разработки и её последующую трансформацию;
- успешность проведения ГТМ за счет обоснованного выбора технологий воздействия на продуктивные отложения на основе нового представления о распределении ФЕС пласта ЮВ-1.

### **Методология и методы исследования**

Для решения основных задач исследований использовались следующие методы: детальный анализ результатов стандартной интерпретации 3Д сейсморазведки; переинтерпретация и анализ динамических атрибутов 3Д сейсморазведки (использовалось 16 параметрических характеристик программного комплекса «PARADIGM» Vanguard RC); тренд-анализ

распределений значений динамических атрибутов; геолого-технологический анализ разработки разбуренных участков; исследование и анализ кернового материала; трассерные исследования; анализ стандартного электро-каротажа скважин; геолого-гидродинамическое моделирование участка залежи; гидродинамические методы исследований.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Новое представление о структуре верхнеюрских отложений Повховского месторождения, которая осложнена тектоническими нарушениями, зонами повышенной трещиноватости, приуроченных к границам горстов и грабенов, выделяемых на поверхности фундамента.
2. Методика прогнозирования распространения участков повышенной трещиноватости в отложениях пласта ЮВ-1, выявляемых динамическим анализом сейсмического волнового поля.
3. Прогнозная оценка водо-, нефтеводо- и нефтенасыщенных участков коллекторов пласта ЮВ-1 по динамическому анализу сейсмической волновой картины. Зависимость насыщенности пород коллекторов от расположения относительно зон тектонических нарушений и повышенной трещиноватости.

#### **Степень достоверности и апробация результатов**

Основой диссертационной работы и 11 научных публикаций, 6 из которых в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, по теме диссертации явились результаты геолого-физических и гидродинамических исследований, анализ разработки нефтяных месторождений района исследований, анализ каротажного материала, анализ эффективности ГТМ, анализ кернового материала и специальных исследований (трассерные исследования и т. д.), результаты 3Д сейсморазведки, анализ динамических атрибутов сейсмического волнового поля.

Результаты научных изысканий докладывались на научно-практических конференциях ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» (2012 г., 2014 г.), на кафедре «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Уфимского государственного нефтяного технического университета, на международной научно-практической конференции «Особенности разведки и разработки месторождений нетрадиционных углеводородов» г. Казань 2015 г.

На основании полученных данных успешно выполнено бурение вторых стволов, оптимизация системы разработки, запланирована доразведка с разбуриванием краевых перспективных участков юрской залежи Западно-Повховского района.

#### **Структура работы**

Диссертация состоит из введения и шести глав. Содержит 152 страницы текста, 110 рисунков, 5 таблиц, 1 схему. Библиография включает 125 наименований.

#### **Личный вклад автора**

В работе обобщены результаты интерпретации данных 2Д и 3Д сейсморазведки, проведённой с 1999 по 2006 г. По инициативе автора выполнена переинтерпретация результатов 3Д сейсморазведочных работ методом

динамического анализа сейсмических атрибутов, что позволило подтвердить и доказать наличие тектонических нарушений, зон субвертикальной деструкции, обширных зон повышенной трещиноватости, их существенное влияние на структуру верхнеюрских отложений и разработку пласта ЮВ-1 Повховского месторождения. Внедрена методика определения зон повышенной трещиноватости на основе динамического анализа сейсмических данных.

Основные результаты, составляющие научную новизну и практическую ценность диссертационного исследования, были получены автором самостоятельно.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе **«Обзор геолого-геофизической изученности и основные черты геологического строения юрских отложений Повховского месторождения»** рассмотрены общие черты геологического строения юрских отложений и кровли фундамента.

Основными методами изучения строения нефтегазоносных комплексов и разреза осадочного чехла являются: сейсморазведка методом общей глубинной точки (МОГТ), интерпретация динамических параметров сейсмической волны, анализ каротажного материала скважин; геофизические исследования скважин (ГИС), гидродинамические исследования скважин (ГДИ), специальные исследования.

В разделе 1.1 **«Стратиграфия»** рассмотрены типы разрезов осадочного чехла юрских отложений, характерные для Когалымского региона и центральной части Западной Сибири, представленные тремя отделами: нижний (горелая, котухтинская свиты); средний (тюменская свита); верхний (васюганская, георгиевская, баженовская свиты). Васюганская свита представлена морскими отложениями и по литологическому составу разделяется на две подсвиты: нижнюю, преимущественно глинистую и верхнюю алеврито-песчанистую.

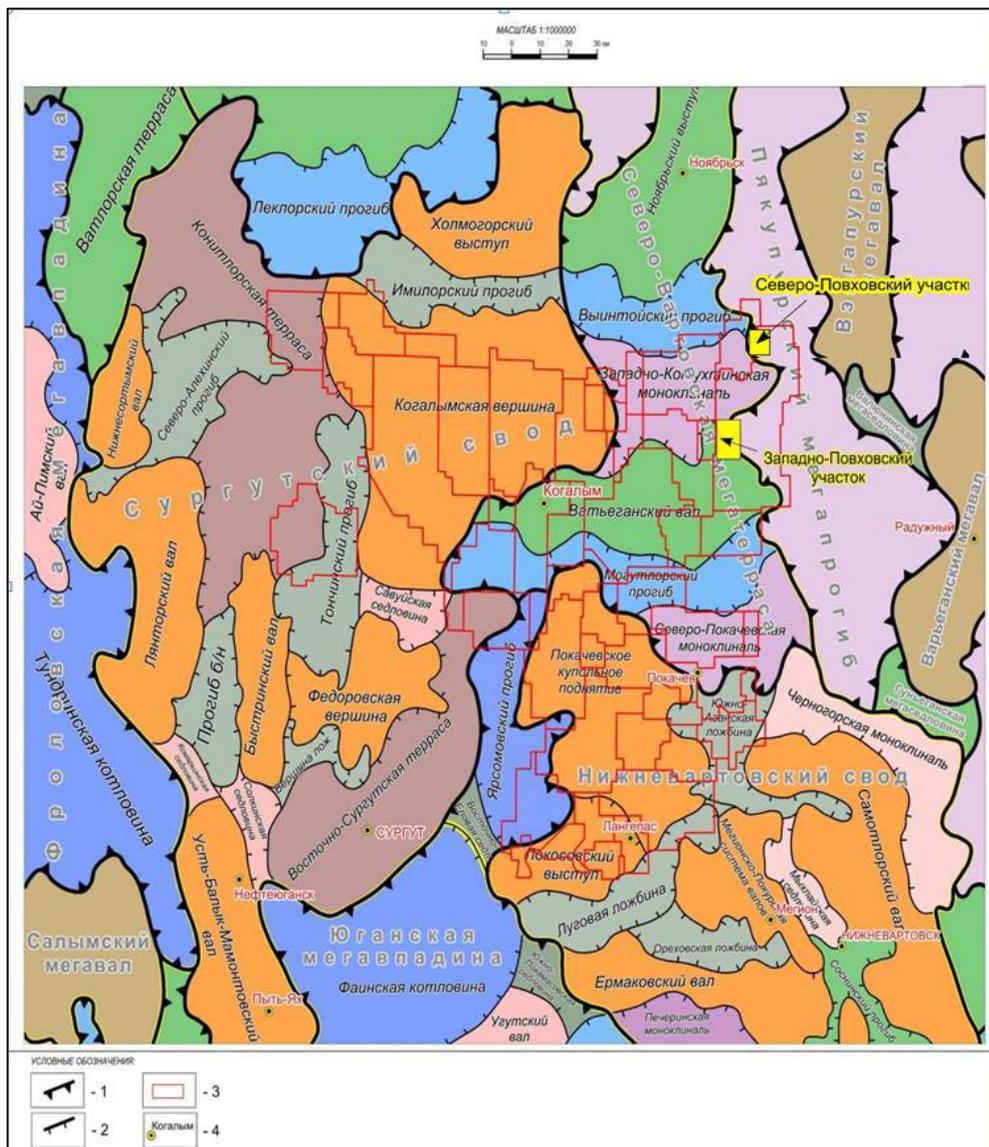
В разделе 1.2 **«Тектоника»** представлено строение палеозойского складчатого основания и юрского осадочного чехла. Фундамент сложен докембрийскими метаморфизированными сланцами и гнейсами, вулканогенными и терригенно-карбонатными породами палеозойского возраста. Состоит из блоков, разбитых многочисленными разломами, имеющими различную вертикальную и латеральную протяжённость. В основании осадочного чехла отмечается значительное угловое и стратиграфическое несогласие. Исследуемая территория расположена в пределах Северо-Вартовской мегатеррасы и Пякупурского мегапрогиба, являющихся элементами I порядка (рисунок 1). Принят пликативный характер строения юрских отложений без осложняющих дизъюнктивных нарушений.

В разделе 1.3 **«Нефтегазоносность»** дана краткая информация о продуктивных отложениях осадочного чехла. В пределах юрских отложений на исследуемой территории нефтенасыщенность выявлена по пласту ЮВ-1 (рисунок 2).

В разделе 1.4 «Изученность методами сейсморазведки» кратко описываются выполненные работы в районе исследований, показывается охват площади 3Д сейсморазведкой изучаемой площади.

В главе 2 «Выявление и прогнозирование распространения участков разуплотнения и тектонических нарушений в отложениях пласта ЮВ-1 показывается поэтапность работ, направленных на выявление и обоснование наличия тектонических нарушений основная часть которых образована вертикальными движками блоков фундамента.

В разделе 2.1 «Тектоника Западно-Сибирской плиты» представлены причины высокой тектонической активности, разломно-блокового строения фундамента, связанных с активным



Условные обозначения: 1 – границы тектонических элементов I-го порядка, 2 – границы тектонических элементов II-го порядка, 3 – границы ЛУ ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь», 4 – города.

Рисунок 1 - Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. В. И. Шпильмана, Н. И. Змановского, Л. Л. Подсосовой, 1998 г.).

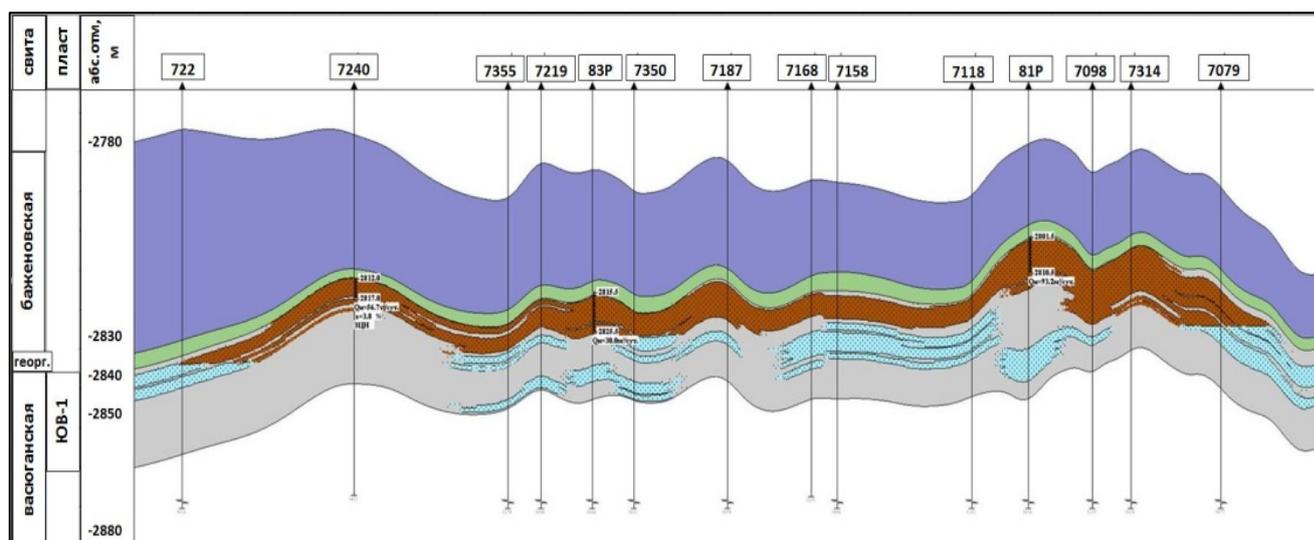


Рисунок 2 - Схематический геологический разрез залежи пласта ЮВ-1 Западно-Повховского участка по линии скважин №№ 722, 7240, 7355, 7219, 83Р, 7350, 7187, 7168, 7158, 7118, 81Р, 7098, 7314, 7079.

рифтогенезом мезозойско-кайнозойского периода, близким расположением района исследований к Аганскому рифту. Рассмотрена так же геосолитонная концепция формирования зон субвертикальной деструкции и многоэтажных залежей нефти.

В разделе 2.2 **«Краткие тектоническо-динамические теоретические аспекты формирования модели тектонической обстановки изучаемого участка в интервале кровля палеозоя - юрский комплекс»** рассмотрены основные силы, приводящие к диастрофическим процессам, происходящим в земной коре, механизмы их развития. Описаны условия возникновения и виды деформаций горных пород.

В разделе 2.3 **«Кратко об интерпретации данных сейсморазведки»** представлены основные принципы интерпретации сейсмических данных, кинематических и динамических параметров сейсмоволны.

В разделе 2.4 **«Детальный анализ результатов 3Д сейсморазведки Западно-Повховского участка»** по данным переинтерпретации результатов 3Д сейсморазведки представлена фактическая структура поверхности фундамента и осадочной толщи юрских отложений, осложнённых различными формами тектонических нарушений. На поверхности палеозойских отложений уверенно выделяется 3 горста, переходящих в грабены и наоборот. Элементы имеют параллельное расположение относительно друг друга. Размеры отдельных структур варьируют от 500 до 2000 м в ширину вытянутой формой до 5-6 км (рисунок 3).

Юрские отложения в структурном плане имеют унаследованный характер залегания. По некоторым участкам можно проследить тектонические движения пород локального характера в пределах одного или нескольких пластов. Часть структур горизонтального сдвига, которые всегда сопутствуют сложные тектонические процессы, такие как рифтогенез, на временных разрезах не выявляются или отмечаются потерей качества сигнала.

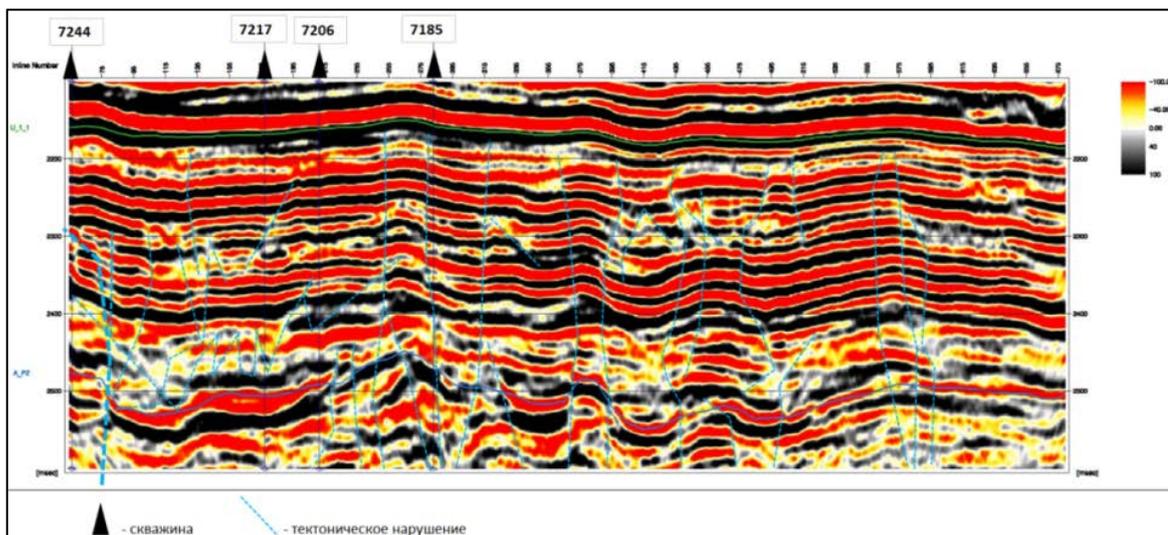


Рисунок 3 - Пример выделения явных тектонических нарушений на сейсмическом временном разрезе по линии скважин №№ 7244, 7217, 7206, 7185.

Ранее, различными специалистами, предпринимались попытки выделения разломов в верхнеюрских отложениях васюганской свиты: по результатам анализа временных разрезов 3Д сейсморазведки по относительным сдвигам отражающих границ, чётких отображений крутопадающих линий разломов, потери прослеживаемости сейсмических горизонтов и т. д.; по изменению положения водонефтяного контакта (ВНК) в пробуренных скважинах. Данные результаты исследований не были приняты и учтены в проектах разработки верхнеюрских залежей, в том числе Западно-Повховского участка. Не учитываются при формировании системы заводнения, планировании основных геолого-технических мероприятий (ГТМ), таких как гидравлический разрыв пласта (ГРП), бурение боковых стволов (БВС) и т.д. Одной из причин сложившейся ситуации являлось неоднозначность (разные специалисты определяют разное местоположение разломов, их количество) и недостаточность доказательного материала по выделенным тектоническим нарушениям, отсутствие надёжной методики их определения.

Мной установлено, что в большинстве случаев местоположение сейсמודинамических зон (разломов) доюрского комплекса приурочено к границам горст-грабен, имеющих унаследованный характер до глубин залегания верхнеюрских отложений, характеризуются мной как зоны субвертикальной деструкции. Часть нарушений и разломов затухают в отложениях нижней и средней Юры, часть берёт начало в отложениях тюменской свиты, связаны с основными разломами или являются системой сложных малоамплитудных оперений.

Можно отметить факт перехода горстов в грабены и наоборот в субширотном направлении с последующим выполаживанием структуры. В субмеридиональном направлении смена горстов и грабенов происходит несколько по иному, более планомерно и последовательно. Определено более сложное строение поверхности фундамента, чем представлялось ранее, что укладывается в общую концепцию геотектоники Западной Сибири. Подмечено, что характер

распространения сейсмической волны над разными участками горстообразования имеет различную картину. В одних случаях наблюдается резкая дифференциация отражающих вышележащих горизонтов с пропаданием чётких границ (рисунок 4 (а)), в других имеем чёткую унаследованность структуры с выделением на границах дизъюнктивных нарушений (рисунок 4 (в)). Через 250 м горстообразная структура пропадает (рисунок 24 (б)).

В разделе «Проявление разломно-блоковой тектоники в верхнеюрских отложениях Ватьёганского месторождения» даётся подтверждение разломно-блокового строения верхнеюрских отложений на примере нефтяной залежи пласта ЮВ-1 Ватьёганского месторождения путём анализа результатов многочисленных трассерных и гидродинамических исследований скважин, накопленного большого опыта эксплуатации скважин (рисунок 5). Разработка залежи ведётся с 1993 г.. Выполнение геолого-гидродинамического моделирования (ГГДМ) отдельного блока (рисунок 6), ограниченного предположительно не проницаемыми разломами, показало совпадение расчётных показателей добычи с фактическими на 98%. Вышеописанными стандартными методами не определяются многие малоамплитудные нарушения и структуры го-

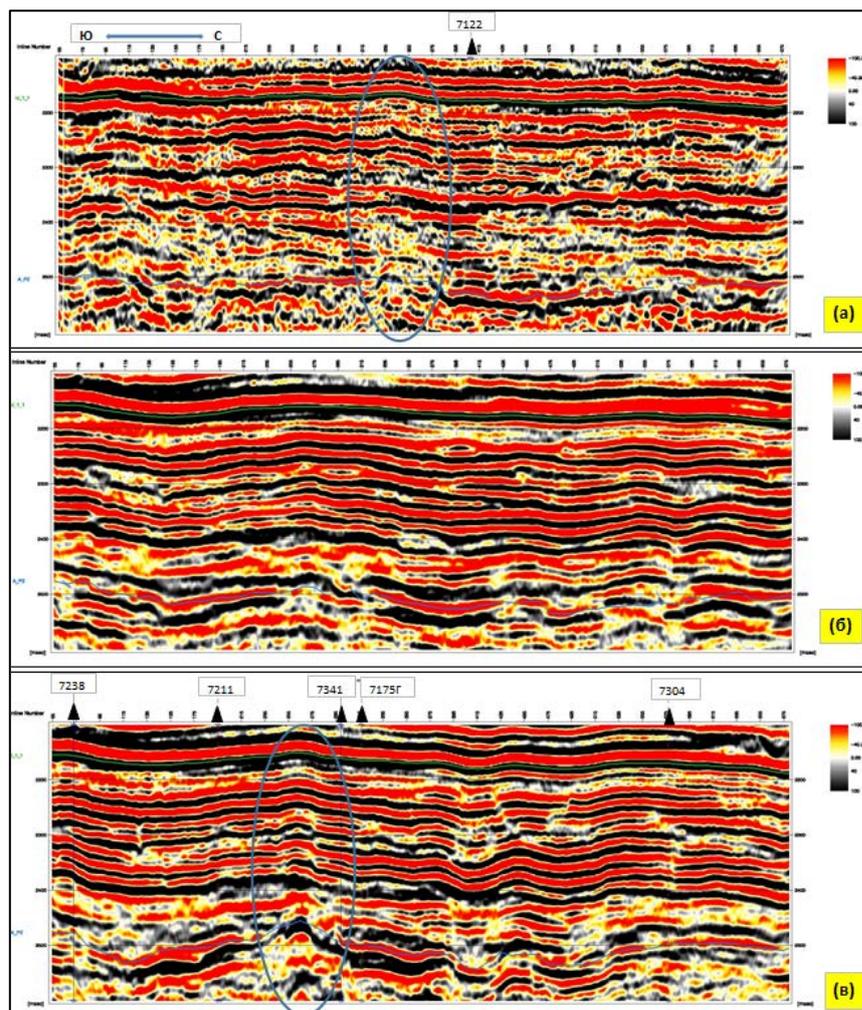


Рисунок 4 - Сейсмические временные разрезы осадочного чехла юрских отложений с выделением различного характера записи над горстообразными структурами кровли фундамента.

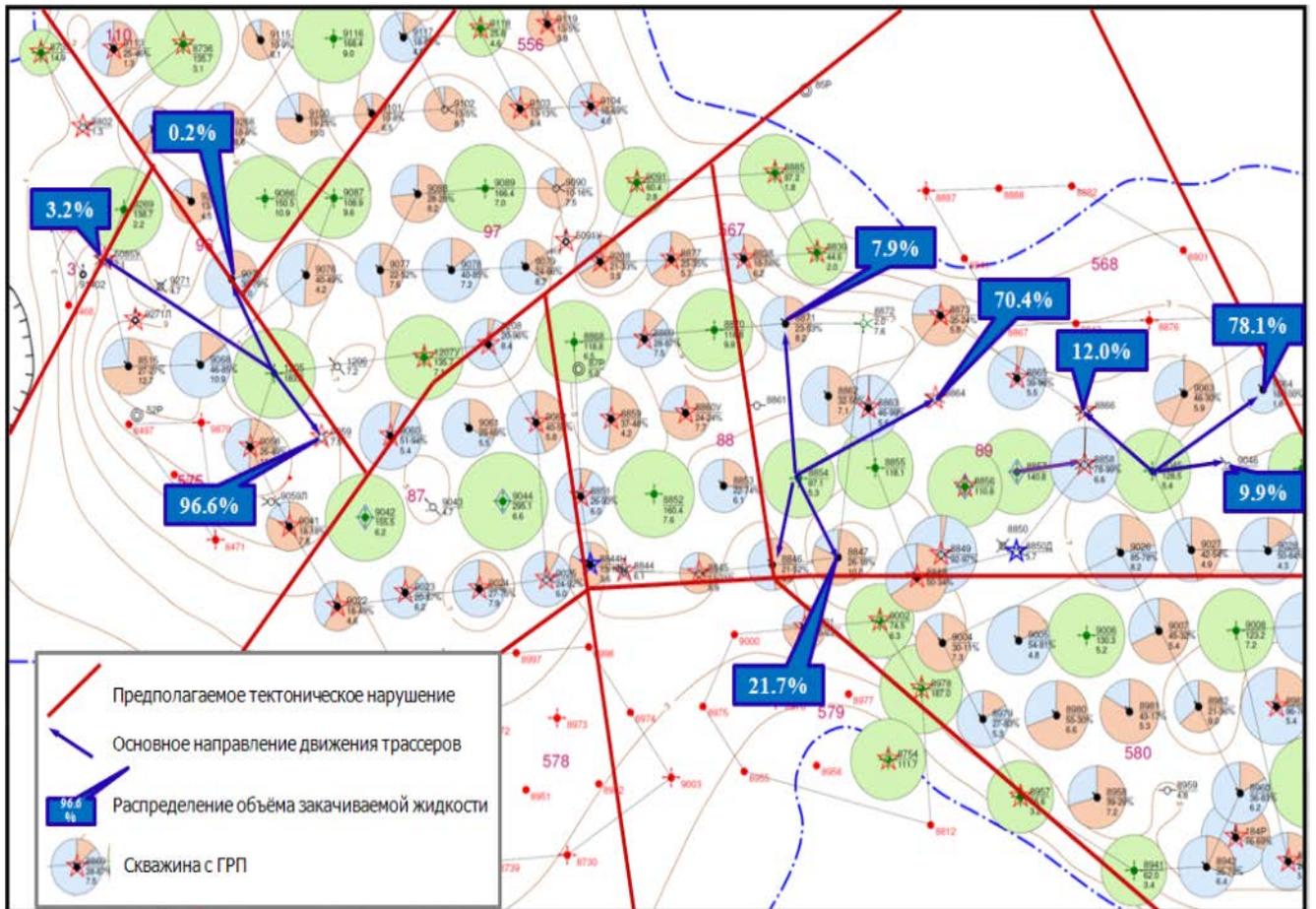


Рисунок 5 - Карта разработки участка пласта ЮВ-1 Ватьёганского месторождения с сопоставлением результатов трассерных исследований и границ предполагаемых разломов.

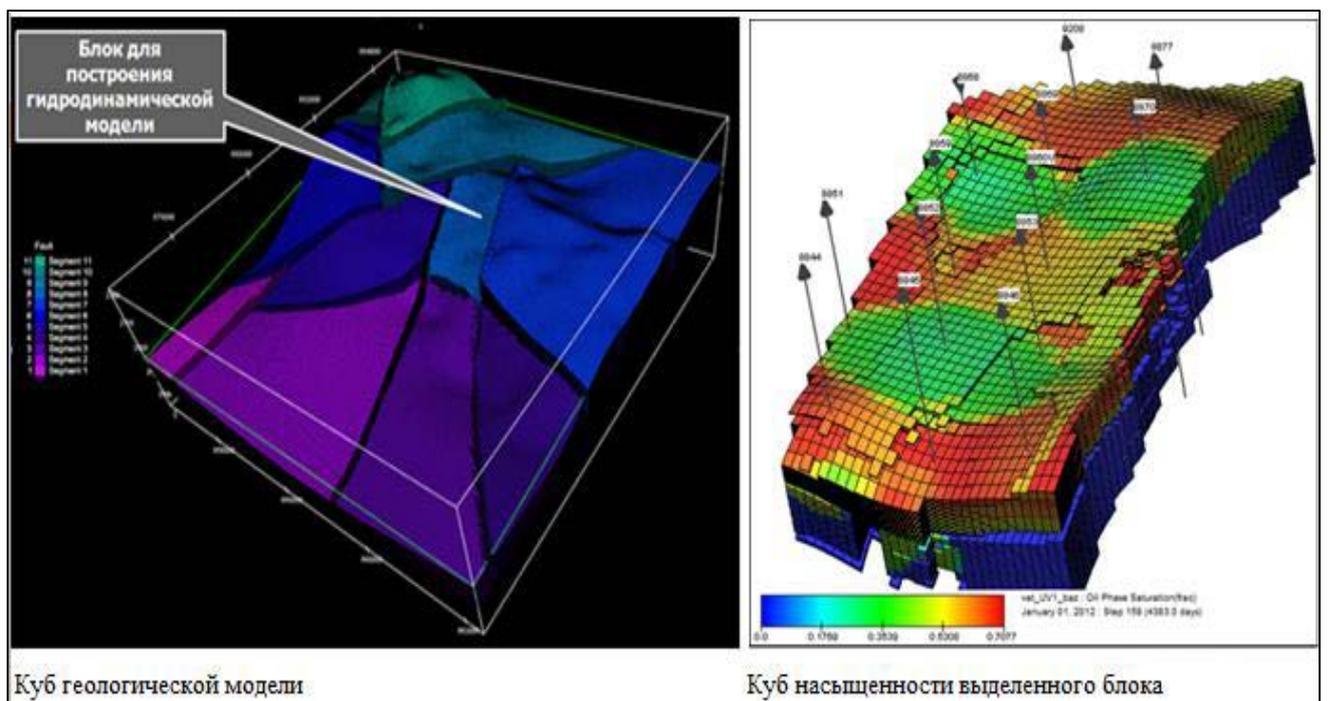


Рисунок 6 - Результаты геолого-гидродинамического моделирования участка пласта ЮВ-1 Ватьёганского месторождения.

горизонтального сдвига из-за ограничений разрешающей способности методов 3Д сейсмологии.

В разделе **«Определение зон повышенной трещиноватости и тектонических нарушений методом анализа динамических атрибутов сейсмического волнового поля»** представлено описание основных динамических характеристик сейсмической волны, способы преобразования и интерпретации. В настоящее время созданы специальные приёмы обработки глубинных сейсмических данных по региональным и опорным профилям, позволяющие изучать динамические свойства волновых полей, вычисляемые в рамках характерного размера локальных неоднородностей гетерогенной среды. Динамические характеристики неоднородных объектов являются более чувствительными параметрами в гетерогенных средах, чем кинематические. Опыт исследований последних лет позволил установить совокупность диагностических признаков - атрибутов сейсмических записей, которые являются количественными характеристиками наблюдаемых волновых полей. К настоящему времени выделено более 50 сейсмических атрибутов, которые используются при интерпретации получаемых материалов для более полного описания геологических структур, свойств пород и флюидов. Значения динамических параметров упругих волн зависят от неоднородности элементарного объема геосреды, где формируется упругая или акустическая волна. Важным является также и характер неоднородности, к числу которых можно отнести неравномерное распределение слоистости, трещиноватости, пористости, насыщенности и т.п. Именно для определения этих свойств гетерогенной среды используются динамические параметры. Мгновенные амплитуды могут быть связаны с литологическими изменениями на границах пластов, в том числе нарушений; несогласными напластованиями; залежами нефти и газа. Мгновенная фаза не зависит от интенсивности отражений и может быть использована: при выделении слабых когерентных отражений; выделении разрывов, сбросов; прослеживании выклиниваний. Мгновенная частота позволяет выделить особенности строения отражающих горизонтов с мало меняющимися акустическими жёсткостями.

Методика выявления зон разуплотнений (трещиноватости) заключается в динамическом анализе, основанном на: изучении сейсмических атрибутов; расчёте атрибутов Гильберт-преобразования (разложение сейсмического сигнала на эмпирические моды и получение информации о амплитудно-частотно-фазовых и временных параметрах волнового сигнала). В программном комплексе «PARADIGM» Vanguard RC путём перебора 16 атрибутов и 11 параметров для каждого из них, определялись наиболее точно и полно отображающие наличие трещиноватости. Определение проводилось по степени нарушенности волнового поля в интервале отражения и изменчивости его динамических показателей. Волновое поле представлено, в основном, осями синфазности как слабой интенсивности, так и интенсивными, динамически выраженными, в том числе и крутонаклонными. На отдельных участках ослабевает интенсивность и ухудшается динамическая выразительность отражения, что часто связано с

наличием тектонических нарушений.

На Западно-Повховском участке в результате проведения динамического анализа параметров волнового поля в интервале кровли пород фундамента (отражающий сейсмический горизонт (ОСГ) «А»), уверенно выделены зоны повышенной трещиноватости, субвертикальной деструкции, тектонических нарушений по следующим атрибутам: «Значение мгновенной фазы сейсмического волнового сигнала в верхней части»; «Средние абсолютные значения мгновенной полосы частот»; «Огибающая в верхней части сейсмического горизонта»; «Среднее значение и верхний экстремум спектра амплитуды, взвешенной по мгновенной фазе» (рисунок 7). Установлена полная плановая корреляция между тектоническими элементами структурной поверхности кровли доюрского комплекса и аномалиями разного знака изучаемых динамических параметров (рисунок 8).

Аналогичная картина получена по кровле фундамента Северо-Повховского участка.

В интервале кровли васюганской свиты пласта ЮВ-1 Западно-Повховского участка переинтерпретация результатов 3Д сеймики позволила выделить зоны нарушений и повышенной трещиноватости по следующим динамическим атрибутам: «Мгновенная фаза», «Мгновенная полоса частот», «Огибающая в верхней части сейсмического горизонта», «Наибольшее положительное значение мгновенного ускорения», «Амплитуда, взвешенная по мгновенной фазе сейсмической волны». Получена полная корреляция с местоположением зон субвертикальной деструкции и сквозных тектонических нарушений, с большей частью осложняющих поверхность фундамента структур горстов и грабенов.

Часть выявленных зон нарушений смещена относительно подобных зон фундамента, что может быть связано: с усложнением формы и структуры разломов при продвижении вверх по разрезу; появлением многочисленных оперяющих нарушений; возможно с элементами кручения отдельных блоков.

Выделение зон повышенной трещиноватости на основе сейсродинамического анализа на Северо-Повховском участке по кровле пласта ЮВ-1 показало менее выраженную дифференциацию значений динамических атрибутов сейсмического волнового поля, что связано с более спокойной тектонической обстановкой.

По данным динамического анализа сейсмического волнового поля определены закономерности распространения разрывных нарушений, основная часть которых приурочена к границам горстов и грабенов, выделяемых на поверхности пород фундамента, не редко проникающих до отложений верхней юры. Выделены малоамплитудные тектонические нарушения, проявляющие себя только в пределах отдельных пластов, не имеющих значительного распространения по вертикали, образованных при горизонтальных смещениях и сдвигах отдельных блоков. Показана высокая достоверность методики выявления зон повышенной трещиноватости и тектонических нарушений путём динамического анализа 3Д сейсморазведки.

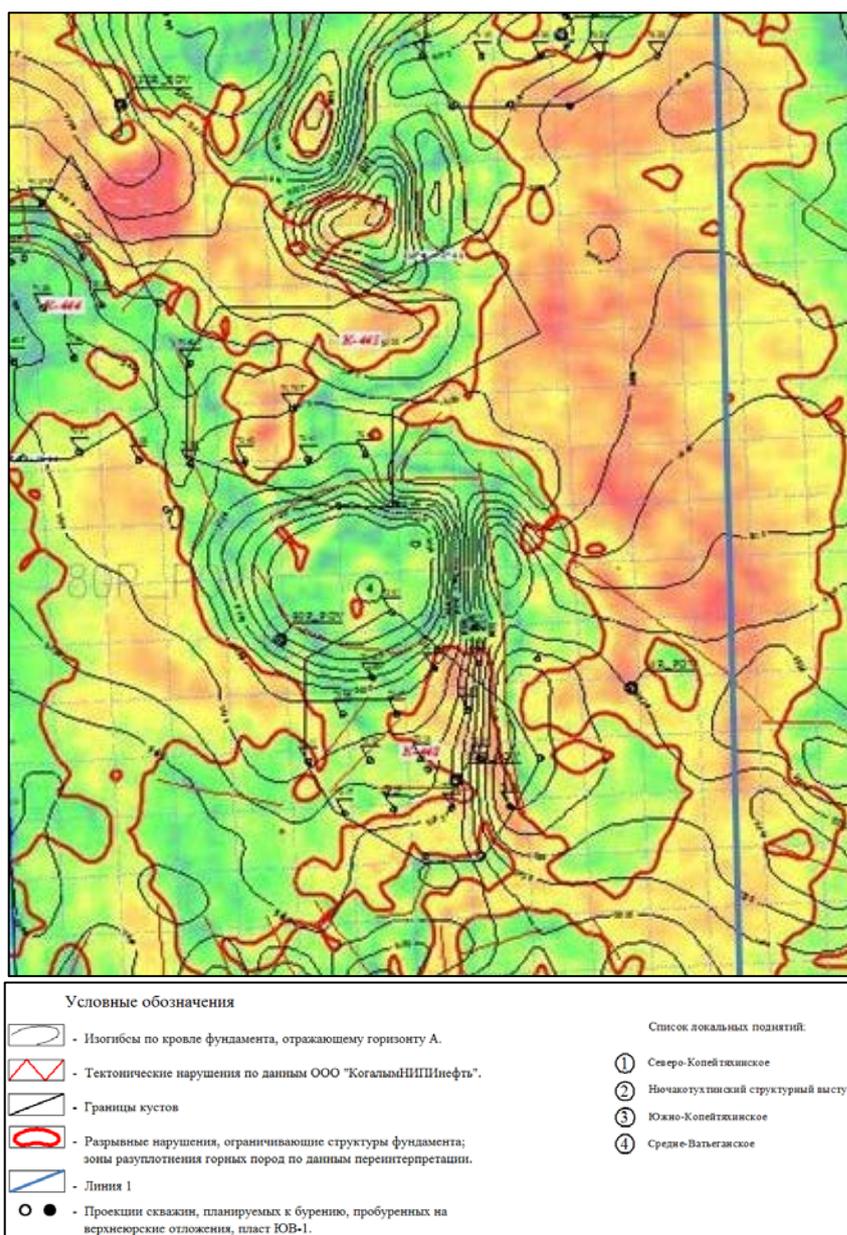


Рисунок 7 - Сопоставление значений атрибута сейсмической волны «Верхний экстремум спектра амплитуды, взвешенной по мгновенной фазе» в интервале отражений от кровли палеозойского комплекса с границами тектонических блоков. Западно-Повховский участок.

В разделе «Анализ керна» приведены примеры наличия трещин в продуктивных отложениях пласта ЮВ-1 на керновом материале (рисунок 9).

В главе 3 «Определение насыщенности продуктивных отложений пласта ЮВ-1 по данным динамического анализа» дана оценка нефтеводонасыщенности пласта ЮВ-1 на изучаемой территории по параметру волнового поля «изменение интенсивности динамики оси синфазности» (рисунок 10).

В результате анализа были выделены следующие участки: 1 - водонасыщенные, соответствующие повышенной интенсивности оси синфазности ЮВ-1 (А); 2 - водонефтенасыщенные, соответствующие средней интенсивности оси синфазности ЮВ-1 (Б);

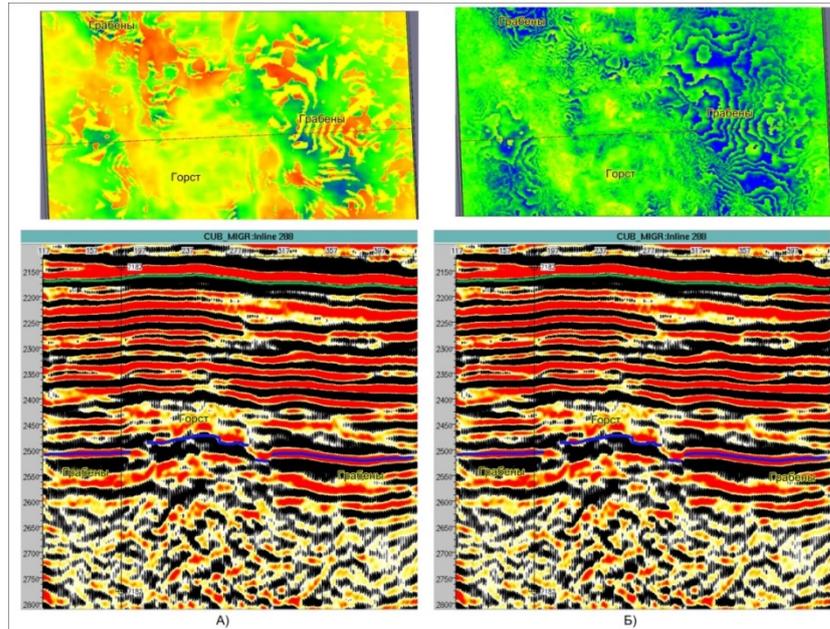


Рисунок 8 - Сопоставление планового распределения динамических параметров «Значение амплитуды, взвешенной по мгновенной фазе сейсмической волны в верхней части сейсмического горизонта» (А) и «Среднее значение амплитуды, взвешенной по мгновенной фазе сейсмической волны» (Б) с временным разрезом по линии InLine 288.

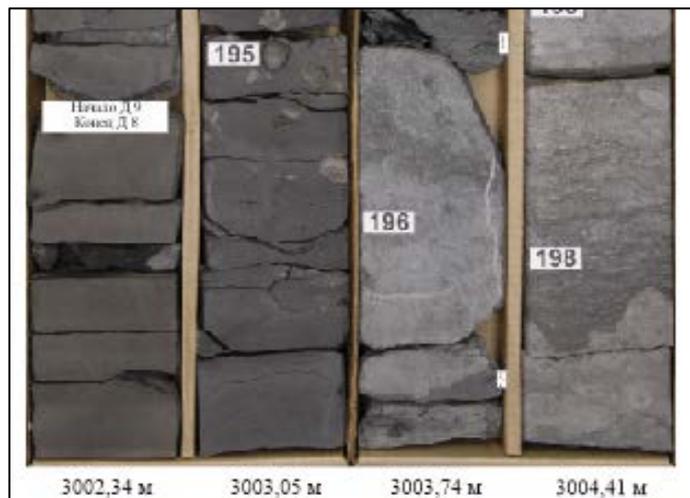


Рисунок 9 - Изображение фрагмента керна с кровли пласта ЮВ-1, скважина № 70Р Повховского месторождения.

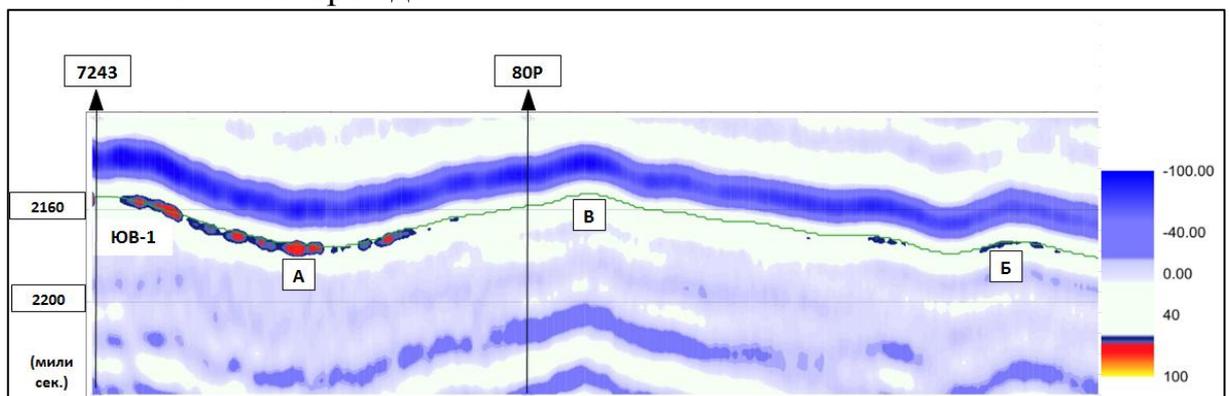


Рисунок 10 - Временной разрез с различной интенсивностью атрибута оси синфазности по пласту ЮВ-1. Западно-Повховский участок.

3 - нефтенасыщенные, соответствующие отсутствию динамической выраженности оси синфазности ЮВ-1 (В).

При сопоставлении участков повышенной интенсивности оси синфазности, соответствующим зонам отсутствия нефтенасыщения, с данными фактической обводнённости эксплуатационных скважин, получено подтверждение в 70 % случаев. Рассмотрение выполнено в совокупности со структурным планом, тектоническим районированием участка. Выявлена закономерность в увеличении обводнённости добываемой продукции при удалении от зоны тектонических нарушений. На насыщение пласта так же влияет структурный фактор. С увеличением глубины залегания продуктивных пород увеличивается вероятность получения воды.

В 4 главе «**Определение микроклиноформно-слоистой структуры строения продуктивных отложений пласта ЮВ-1**» представлено принципиально новое видение строения пласта ЮВ-1 в виде слоисто-линзовидной, микроклиноформной структуры (рисунок 11), которое уверенно определяется при динамическом анализе сейсмического волнового поля. Границы изменения физических свойств пород отмечаются по нескольким атрибутам, в частности по первым верхним близким экстремумам амплитуды сейсмического волнового сигнала (рисунок 12).

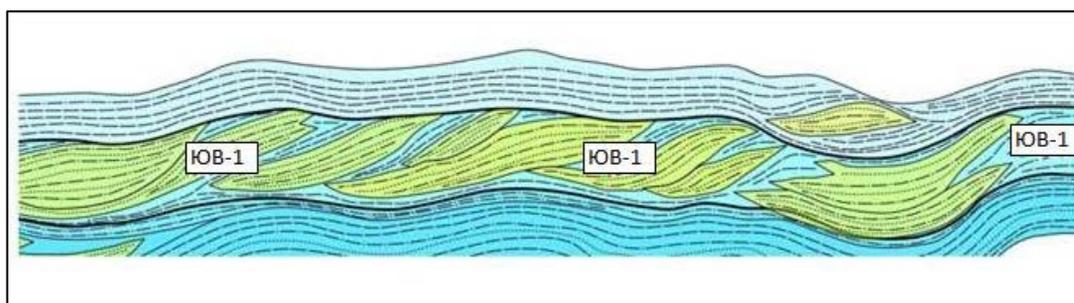


Рисунок 11 - Принципиальная схема микроклиноформно-слоистой структуры строения пласта ЮВ-1.

Границы между слоями/линзами могут быть не проницаемыми или представлять изменение текстуры пласта (микрослоистость, направление ориентации зерен обломочного материала и др.). Анализ каротажного материала соседних скважин, имеющих практически одинаковую мощность продуктивной части пласта, показывает, что они могут отличаться по условиям осадконакопления (трансгрессивный и регрессивный), например у скважин №№ 7315, 7316 (рисунок 13). Причиной служит активное влияние разломно-блоковой тектоники, приводящей к разбивке участка на небольшие блоки размером от 1-1,5 до 3-5 км в поперечнике. При этом соседние блоки могут иметь разнонаправленный вектор движения как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

В главе 5 «**Обоснование местоположения зон субвертикальной деструкции и повышенной трещиноватости через сопоставление параметров эксплуатации скважин**» показано прямое влияние выявленных при динамическом анализе тектонических нарушений и зон субвертикальной деструкции на параметры рабо-

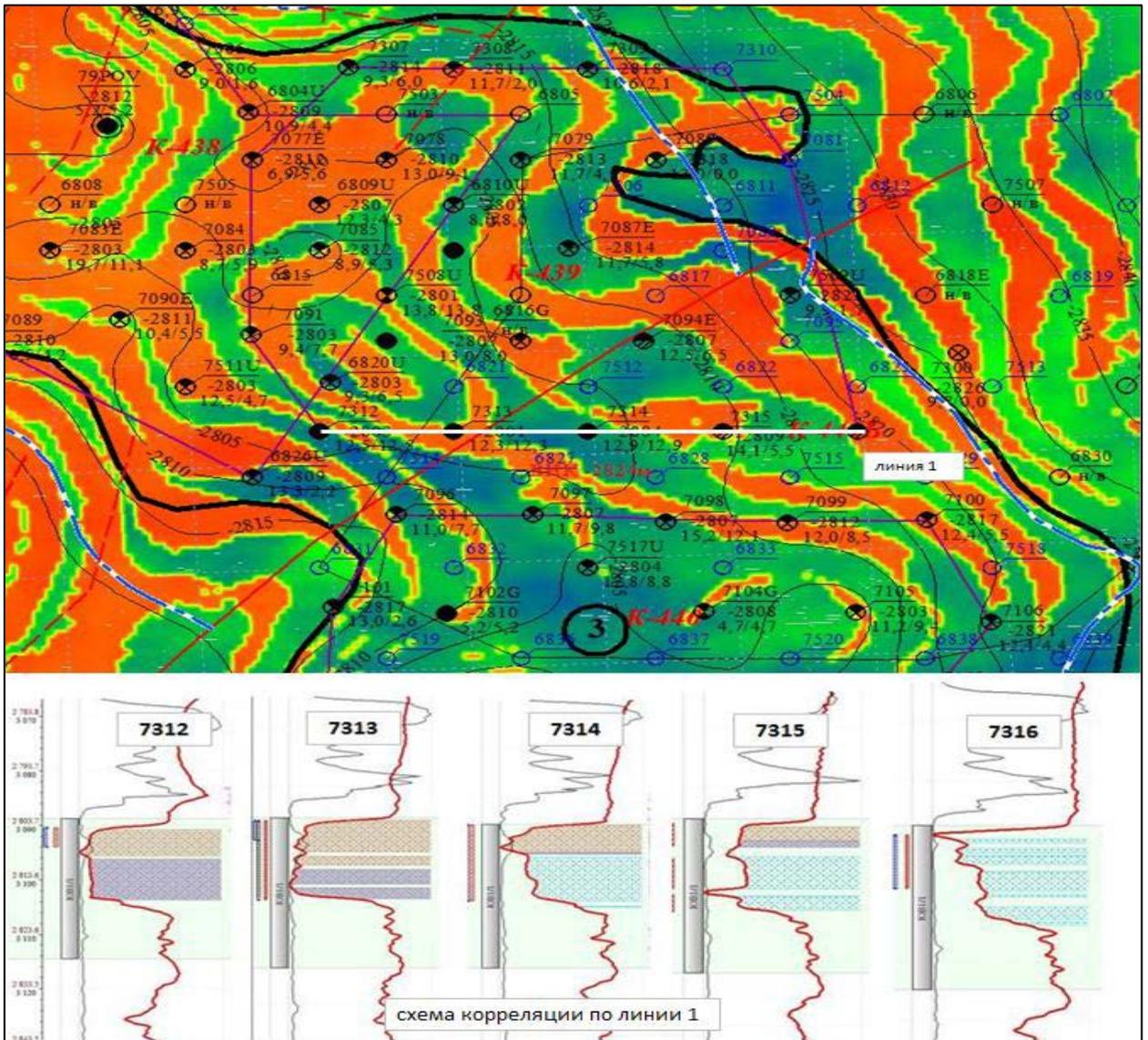


Рисунок 12 - Распределение значений атрибута «Первый верхний близкий экстремум амплитуды сейсмического волнового сигнала» пласта ЮВ-1, сопоставление со схемой корреляции скважин. Западно-Повховский участок.

ты скважин. В зонах активного проявления тектонических нарушений получили anomalно высокие дебиты жидкости добывающих скважинах, в 2-3 раза превышающих дебиты скважин в прилегающих зонах с аналогичным строением коллектора. При удалении от зон повышенной трещиноватости наблюдается снижение притоков в несколько раз.

Например, на скважинах с горизонтальным окончанием №№ 7102Г, 7104Г, пробуренных в зоне разломов, проникающих до верхнеюрских отложений, были получены крайне высокие дебиты безводной нефти фонтанным способом - 249 и 376 т/сут соответственно (рисунок 13, 14).

На Северо-Повховском участке отмечается 3-4 кратное превышение, до 13, дебитов жидкости по всем скважинам с горизонтальным окончанием, пробуренным в зонах повышенной трещиноватости, относительно соседних наклонно-направленных, вводимых из бурения с ГРП. Данная ситуация объясняется незапланированной проводкой горизонтальных стволов скважин че-

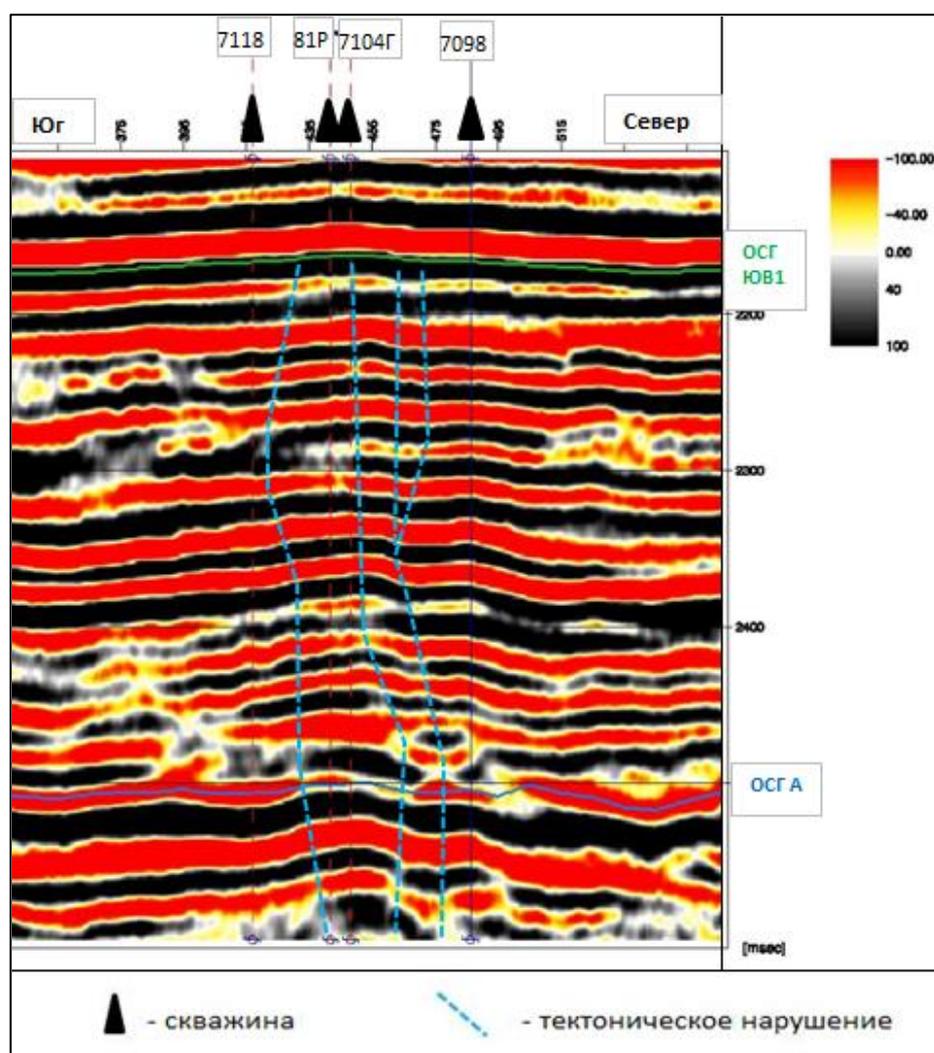


Рисунок 13 - Сейсморазрез в районе скважины № 7104Г.

рез тектоническое нарушение или ряд нарушений.

Определена зависимость дебитов жидкости и нефти скважин от расстояния до зон повышенной трещиноватости, прослеживаемая на многих месторождениях Западной Сибири. На Западно-Повховском участке на расстоянии 500м от выявленной зоны тектонических нарушений дебит скважин в среднем ниже на 50%, на расстоянии 1,5км снижение происходит до 4-6 раз.

В главе 6 «**Рекомендации по поисково-разведочным работам на нефтеперспективные верхнеюрские объекты, повышению эффективности выполняемых ГТМ, системы разработки**» приводится обоснование и предложения по доразбуриванию краевых частей месторождения, бурению вторых стволов с наклонно-направленным и горизонтальным окончанием, приуроченных к зонам повышенной трещиноватости и повышенного нефтенасыщения, выявленных по динамическому анализу данных 3Д сейсморазведки.

Определение систем горст - грабен, сбросов и надвигов, дизъюнктивных нарушений различной природы на поверхности фундамента и унаследованных структур в юрском осадочном чехле, позволяет более обоснованно подходить к геолого-разведочным работам и заложению эксплуатационного бурения. Методи-

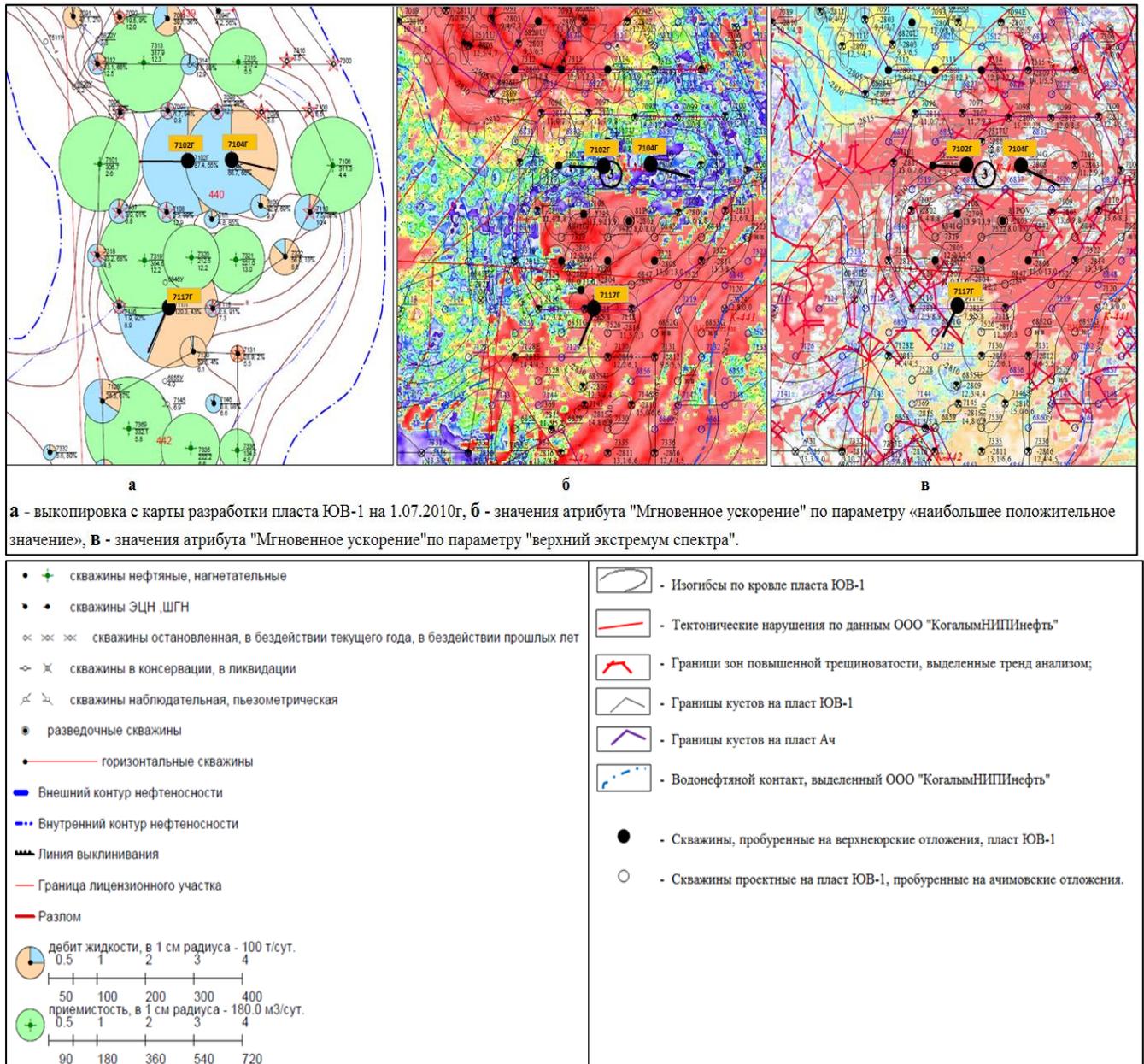


Рисунок 14 - Район высокодебитных скважин №7102Г, 7104Г. Сопоставление карты разработки с данными динамического анализа.

ка работ отражена в схеме 1.

Данный подход снижает долю непроизводительных затрат, что не маловажно на этапе освоения месторождения, позволяет получать большие объёмы углеводородов, более рационально разрабатывать недра.

В перспективных зонах с повышенной трещиноватостью, примыкающих к разрабатываемой залежи нефти Западно-Повховского участка, запланировано доразбуривание, в пределах залежи намечено бурение вторых стволов. Так, в южной части залежи предлагается к бурению 11 добывающих скважин, 7 из них зависимые, решение по которым будет приниматься на основании полученного результата первых 4 скважин. Запланировано пробурить 3 боковых ствола на скважинах неработающего фонда, один из них с горизонтальным окончанием №№ 7214Н, 7355Н, 7354Г (рисунок 15).

**Методика выявления зон повышенной трещиноватости, тектонических нарушений в верхнеюрских отложениях**

**Проведение 3Д сейсморазведки**

**Стандартная интерпретация результатов 3Д сейсморазведки**

(определение структурной поверхности кровли васюганской свиты; выявление по кровле фундамента горстов-грабен, явных разрывных нарушений)

**Динамический анализ сейсмического волнового поля по атрибутам мгновенных амплитуд, фаз, частот**

(по кровле фундамента, по кровле васюганской свиты)

**Выделение зон повышенной трещиноватости, субвертикальной деструкции с построением карт распределения значений изучаемых атрибутов в плане**

(по кровле фундамента, по кровле васюганской свиты)

**Сопоставление выделенных зон повышенной трещиноватости, субвертикальной деструкции со структурной поверхностью васюганской свиты**

(определение первоочередных перспективных участков с высокими ФЕС пласта для заложения разведочного или эксплуатационного бурения скважин)

Схема №1 - Методика по выделению зон повышенной трещиноватости и тектонических нарушений верхнеюрских отложений.

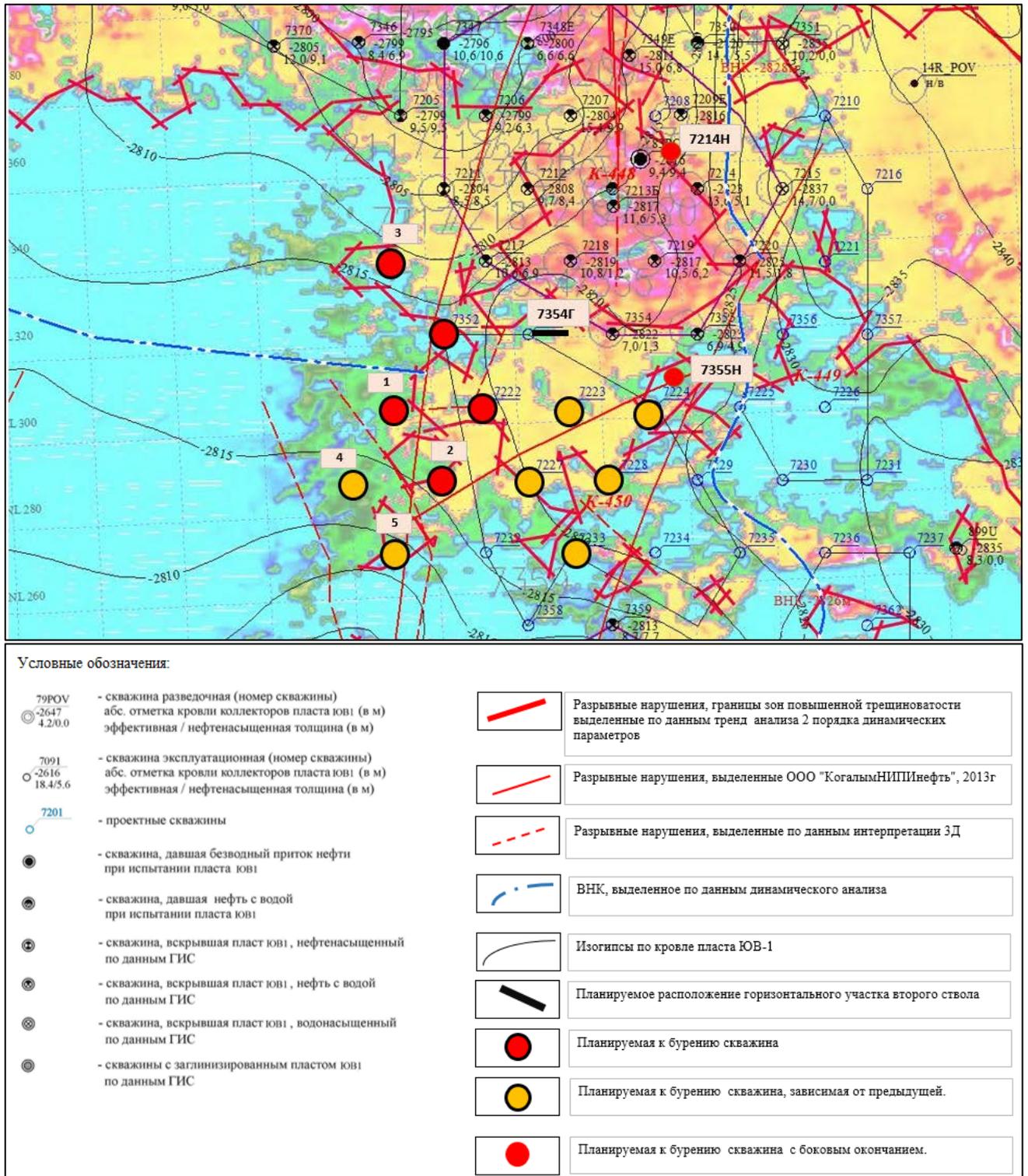


Рисунок 15 - Наложение планируемых мероприятий на карту распределения атрибута «Максимальное абсолютное значение мгновенного ускорения сейсмического волнового сигнала» в интервале отложений пласта ЮВ-1. Западно-Повховский участок.

### Основные выводы и рекомендации

1. Доказано прямое влияние разломно-блокового строения фундамента на структуру верхнеюрских отложений, имеющих унаследованный характер с

различной степенью проникновения и воздействия тектонических нарушений, зон субвертикальной деструкции. С помощью динамической анализа сейсмического волнового поля определено местоположение зон повышенной трещиноватости и тектонических нарушений, связанных в том числе с малоамплитудными вертикальными смещениями и структурами горизонтального сдвига. Определены закономерности распространения разрывных нарушений, основная часть которых приурочена к границам горстов и грабенов, выделяемых на поверхности пород фундамента, имеющих сквозной характер распространения в породах юрского возраста. Наличие тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости в верхнеюрских отложениях обосновано также результатами эксплуатации добывающих скважин, трассерными и гидродинамическими исследованиями.

2. Определены и оконтурены перспективные участки залежи для доразбуривания и доразведки. Представлена методика.
3. Получена возможность успешного прогнозирования насыщенности пород коллекторов на основе динамического анализа сейсмической волны, подтверждаемая работой добывающих скважин. Определена зависимость степени нефтенасыщения верхнеюрских отложений от близости расположения тектонических нарушений.
4. Полученные результаты о разломно-блоковом строении пласта ЮВ-1, детализация структурно-тектонического строения, в том числе всей толщи юрских отложений, включая кровлю пород фундамента, позволяют: повысить эффективность геолого-разведочных работ как верхнеюрских, так и других горизонтов; более точно определять контуры залежи нефти; выполнять доразведку разрабатываемых залежей; совершенствовать систему разработки месторождений; более эффективно планировать и выполнять геолого-технические мероприятия, что повысит рентабельность проектов и увеличит выработку запасов.

### **Список работ, опубликованных автором по теме диссертации**

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

**в изданиях ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ:**

1. Лялин, А. В. Динамический анализ сейсмического волнового поля с целью выявления структурно-тектонических особенностей отложений доюрского комплекса (ОСГ А) и осадочного чехла (пласт ЮВ-1) на участках месторождений ТПП "Повхнефтегаз" (ООО "ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь) / А. В. Лялин, Ю. Ю. Тайменева, О. Е. Лялина, Ф. С. Салимов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2014. - № 10. - С. 29.
2. Салимов, Ф. С. Особенности разработки залежей нефти, осложнённых тектоническими нарушениями / Ф. С. Салимов, Ю. А. Котенев, Д. Ю. Чудинова // Нефтегазовое дело. - 2016. - №1.- С. 42.

3. Салимов, Ф. С. Обоснование микроклиноформно-слоистого строения продуктивной части пласта ЮВ-1 юрского нефтегазоносного комплекса / Ф.С. Салимов // Нефтегазовое дело. – 2016. - № 3. – С. 38.
4. Салимов, Ф. С. Выявление зон повышенной трещиноватости и субвертикальной деструкции юрских отложений Повховского месторождения / Ф. С. Салимов, А. В. Лялин, Ю. А. Котенев, В. В. Никифоров // Экспозиция нефть и газ. - 2016. - № 4. - С. 11.
5. Салимов, Ф. С. Оценка возможности применения результатов динамического анализа 3Д сейсморазведки для определения насыщенности пород коллекторов / Ф. С. Салимов, А. В. Лялин, Ш. Х. Султанов // Экспозиция нефть и газ. - 2016. - № 6. - С. 60.
6. Салимов, Ф. С. Особенности разработки залежей нефти, осложнённых тектоническими нарушениями / Ф. С. Салимов, Ю. А. Котенев, Ш. Х. Султанов, Ю. В. Зейгман, А. В. Лысенко, В. Ш. Мухаметшин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений - 2017. - № 4. - С. 25.

#### **В других изданиях:**

1. Салимов, Ф. С. Выбор наиболее оптимального направления бурения горизонтальных стволов скважин для проведения ГРП с максимальным эффектом / Ф. С. Салимов, Л. В. Мульякаева // Нефтегазовая вертикаль. - 2012. - №11 - С. 66.
2. Салимов, Ф. С. Разломно-блоковая тектоника и её влияние на строение юрского осадочного чехла, разработку залежей нефти (на примере пласта ЮВ-1 Ватьеганской залежи) / Ф. С. Салимов, Э. А. Лозанович, Ю. А. Котенев // Нефтепромысловое дело. - 2014. - № 3. - С. 9.
3. Салимов, Ф. С. Особенности строения пласта ЮВ-1 Западно-Повховского участка, выявленные по данным динамического анализа сейсмического волнового поля [Электронный ресурс] / Ф. С. Салимов // Нефтяная провинция. - 2015. - №2.- С. 64. – Режим доступа: <http://vko-raen.com>.
4. Лесной, А. Н. Учёт зонального изменения пород Ватьеганского месторождения при проведении ГТМ по результатам комплексных исследований / А. Н. Лесной, Ф. С. Салимов, Е. И. Бронскова, М. М. Вятчинин // Инженерная практика.- 2015. - № 10. - С. 30.
5. Способ разработки нефтяных месторождений: пат. 2556094 Рос. Федерация: МПК Е 21 В 43/20 / Салимов Ф. С. заявитель и патентообладатель ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». - № 2014105443/03; заявл. 13.02.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19.