

УДК 553.98 (571.1)

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПЛАСТА ЮВ-1
ЗАПАДНО-ПОВХОВСКОГО УЧАСТКА, ВЫЯВЛЕННОГО ПО
ДАННЫМ ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКОГО
ВОЛНОВОГО ПОЛЯ**

Ф.С. Салимов

ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

**RESERVOIR CHARACTERIZATION OF UV-1 PRODUCTIVE
FORMATION WITH DYNAMIC ANALYSIS OF SEISMIC WAVE
FIELD**

F.S. Salimov

ООО LUKOIL - Western Siberia

E-mail: Farid.Salimov@lukoil.com

Аннотация. Впервые в Когалымском регионе на Повховском месторождении проведены работы по выделению зон субвертикальной деструкции, берущие начало с пород фундамента и простирающиеся до отложений нижнего мела. Проведен динамический анализ сейсмического волнового поля, полученного посредством 3Д сейсморазведки, с проработкой 16 атрибутов. Уверено выделены зоны повышенной трещиноватости и разуплотнения пород, приуроченные к различным типам тектонических нарушений как связанных с выступами отдельных блоков фундамента, так и не связанных. Определена слоистая, микроклиноворменная структура пласта ЮВ-1. Полученные данные позволяют по новому взглянуть на продуктивные верхнеюрские отложения, пересмотреть подходы к формированию систем разработки

залежей нефти, планированию геолого-технических мероприятий и поисково-разведочным работам.

Abstract. The Povkhovskoye field is the first field in Kogalym Region where operations have been performed to identify zones with near-vertical discontinuities which are deep-seated in the basement and cut across up-section to the Lower Cretaceous. Dynamic analysis of the seismic wave field identified from 3D seismic survey was carried out with derivation of 16 different attributes. Zones of intense fracturing and decompaction were identified related to various types of faults that are attributed to uplifted basement fault blocks as well as not associated with such basement highs. The stratified wedge-shaped architecture of UV-1 reservoir was observed. The findings lead to new understanding of the Upper Jurassic formations and their productivity, and give grounds to review the approach to planning reservoir development and management, as well as selecting targeted production enhancement operations and exploration activities.

Ключевые слова: зоны субвертикальной деструкции; сейсморазведочные работы; пласт ЮВ-1; разломы

Key words: zones of near-vertical discontinuities; seismic survey; UV-1 reservoir; faults

В административном отношении Западно-Повховский участок расположен в Сургутском районе Тюменской области ХМАО. Разрез сложен мощной толщей палеозойских горных пород и терригенных отложений мезо-кайнозойского осадочного чехла. Согласно тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты под редакцией В.И. Шпильмана и др. (рис. 1), Западно-Повховская площадь расположена в

пределах восточного крыла Северо-Вартовской мегатеррасы, почти в области сочленения с Пякупурским мегапрогибом, которые являются элементами I порядка. Относительно элементов II порядка участок работ расположен в зоне сочленения Ватъеганского вала и Западно-Котухтинской моноклинали, вытянутых в субширотном направлении от Сургутского свода на западе до Пякупурского мегапрогиба на востоке. В пределах отчетной площади Ватъеганский вал осложнен Средневатъеганской, Южно-Копейтахинской и Северо-Копейтахинской структурами III порядка.

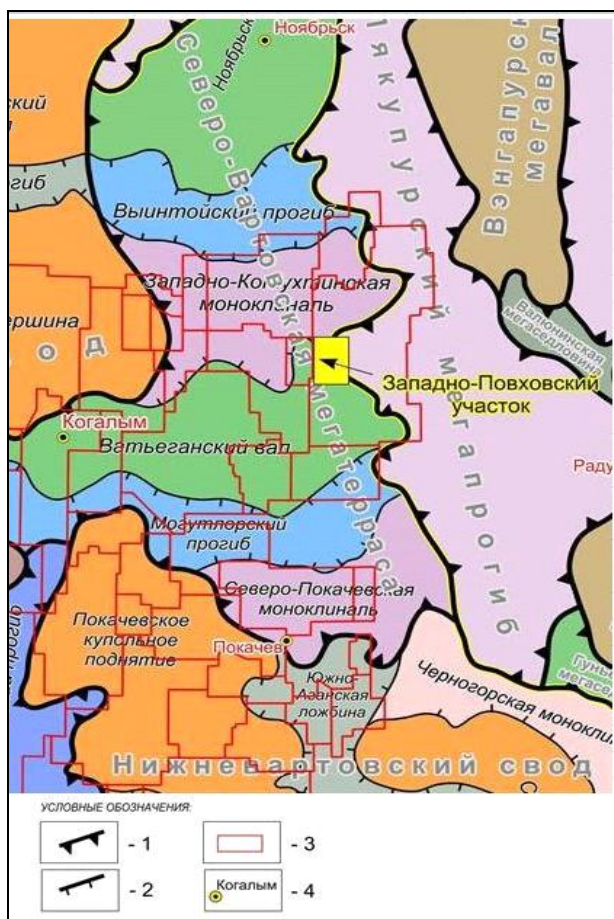


Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского, Л.Л. Подсосовой, 1998 г.).

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.

Отложения Юрской системы несогласно залегают на породах доюрского фундамента и представлены нижним, средним и верхним отделами. Продуктивный пласт ЮВ-1 приурочен к верхнеюрским отложениям. Морские отложения верхнего отдела распространены повсеместно и залегают согласно на среднеюрских отложениях. В составе верхнеюрских отложений выделены снизу вверх 3 свиты: васюганская, георгиевская и баженовская.

Разбуривание участка, к которому приурочена залежь №7, началось в 2006 г. по результатам проведённых ранее сейсморазведочных работ (с. п. 14/07-08 Ватьеганской сейсмической экспедиции ОАО «Башнефтегеофизика» методом общей глубинной точки (МОГТ) в модификации 3D). Цифровая обработка полевых материалов выполнена ООО «Геология резервуара» (г. Тюмень). Высокое качество проведенных работ позволили установить, что продуктивный пласт Ю1 имеет достаточно сложное геологическое строение, отраженное волновой картиной. Были выделены и прослежены по площади только разломы, оконтуривающие наиболее крупные тектонические элементы по кровле отражающего горизонта А, которая приурочена к поверхности пород фундамента. Распространение тектонических нарушений по разрезу прослежено до среднеюрских отложений (рис. 2).

Кровля фундамента имеет блоковое строение с системой локальных впадин и поднятий. Границы блоков в сейсмическом поле выделяются волновыми аномалиями. Известно, что созданию нарушений в процессе крупных тектонических движений земной коры, способствуют: с одной стороны, процессы растяжения и сжатия, а с другой – разгрузки создаваемых при этом напряжений. Часто формируются зоны субвертикальной деструкции. Разгрузка зон напряжения приводит к разрушению первичной текстуры слоев и пространственному перемещению их относительно друг друга по горизонтали и вертикали.

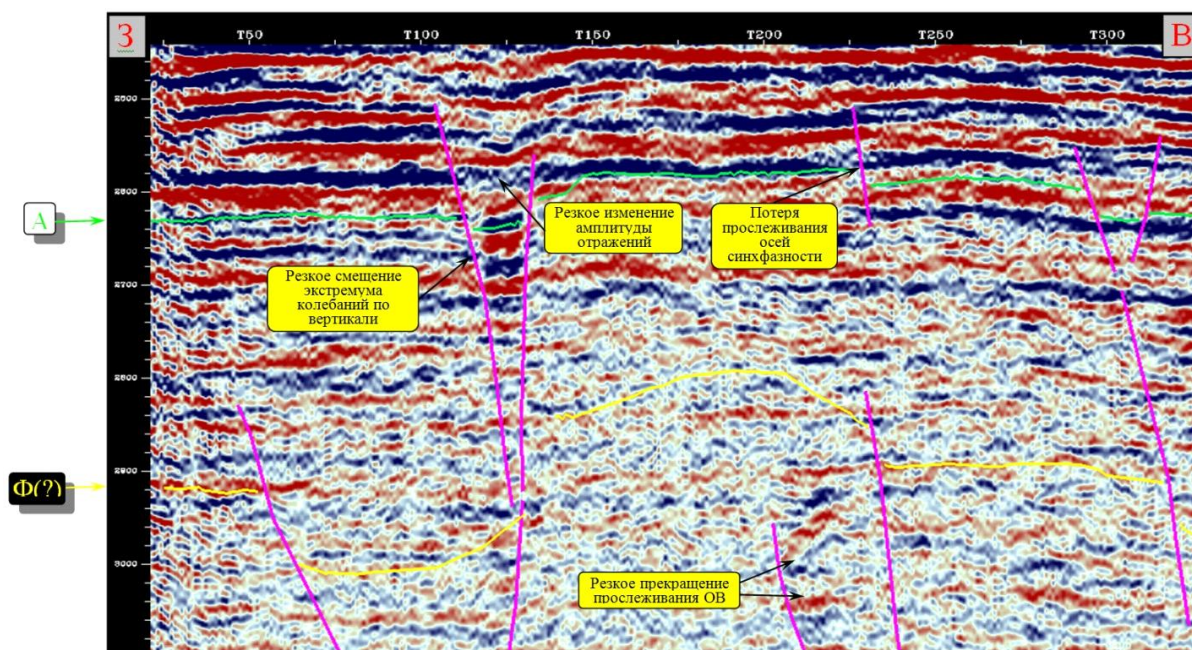


Рис. 2. Фрагмент сейсмического временного разреза по профилю crossline 181.

Признаки разломов в доюрских отложениях.

На временных разрезах эти процессы проявляются рядом аномальных признаков. Наиболее характерными из них являются:

- резкое прекращение прослеживания пакета отражающих горизонтов по вертикальной или близкой к ней линии;
- резкие изменения параметров прослеживания отражающих горизонтов (интенсивность, кривизна, направление схождения осей синфазности);
- резкое смещение экстремума колебания в вертикальном направлении;
- потеря прослеживания отражений в зонах разломов.

Последующими исследователями при интерпретации сейсмических данных (ООО НПЦ "Геостра" Г.В.Бурдыгина, К.К.Тимергазин, г.Уфа 2009г) и мониторинге сейсмогеологических моделей с целью уточнения ВНК для оптимизации эксплуатационного бурения (ООО "КогалымНИПИнефть" А.А.Преженцев, г.Когалым 2011-2012 г.) были выявлены дизъюнктивные нарушения в верхнеюрских отложениях (рис. 3).

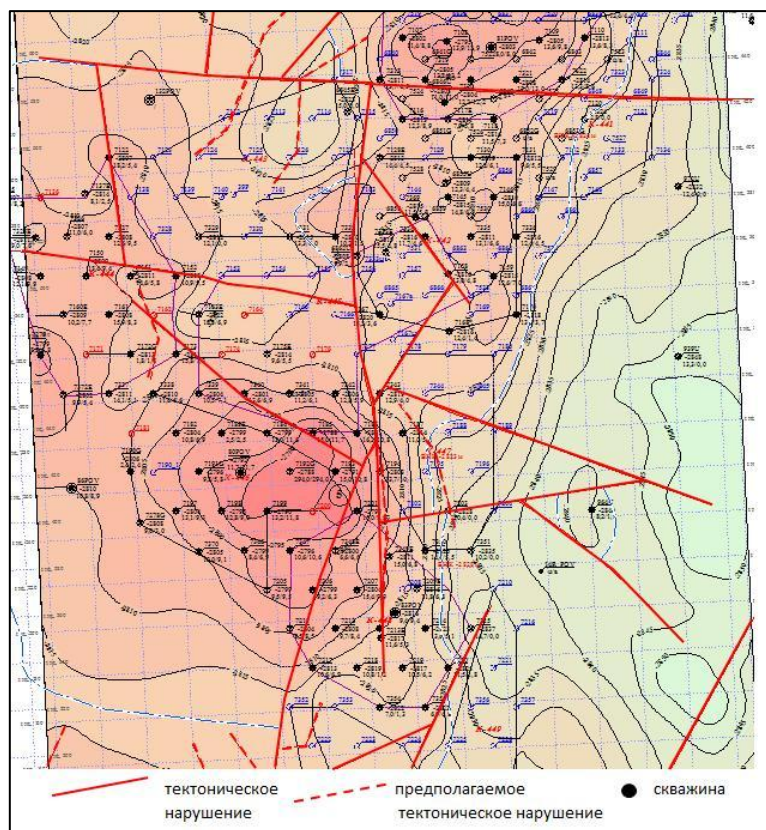


Рис. 3. Структурная карта по кровле пласта ЮВ-1 залежи №7 Повховского месторождения.

В виду сложности и неоднозначности определения тектонических нарушений по пласту ЮВ-1, вышеописанные данные не были внесены в проект разработки и не учитывались при эксплуатации залежи.

В 2012 г. нами перед ООО «КогалымНИПИнефть» была поставлена задача уточнения и подтверждения наличия разломно-блокового строения пласта ЮВ-1, которая, на мой взгляд, успешно решена с помощью динамического анализа сейсмических атрибутов, при котором рассчитывались атрибуты Гильберт-преобразования (разложение сейсмического сигнала на эмпирические моды и получение информации о амплитудно-частотно-фазовых и временных параметрах волнового сигнала), основывающиеся на представлении сейсмического сигнала в виде аналитического сигнала (комплексной функции), имеющей действительную и мнимую часть. Как инструмент были использованы программные возможности комплекса «PARADIGM», использовалось 16

параметрических характеристик. Работы проведены в 2013-2014 гг. Одним из важнейших критериев получения оптимального динамического атрибута, наиболее точно раскрывающего структурные особенности изучаемого пласта Ю1, является выбор временного окна таким образом, чтобы наиболее детально изучить продуктивную часть пласта по всей площади. В результате перебора размера временного окна были выбраны следующие граничные величины - верхняя граница (Time Above) от оси синфазности ОГ ЮВ-1 - 15,0 мс, нижняя граница (Time Below) от оси синфазности ОГ ЮВ-1 - 20,0 мс, т. е. ширина окна составила 5,0 мс.

Анализ сейсмического волнового поля показал (подтвердил) унаследованный характер залегания верхне-юрских отложений относительно кровли пород фундамента и самое интересное, приуроченность тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости в плане к локальным поднятиям отдельных блоков (горстов) и опусканиям (грабенов), а также к малоамплитудным тектоническим движениям в отложениях средней юры (рис. 4).

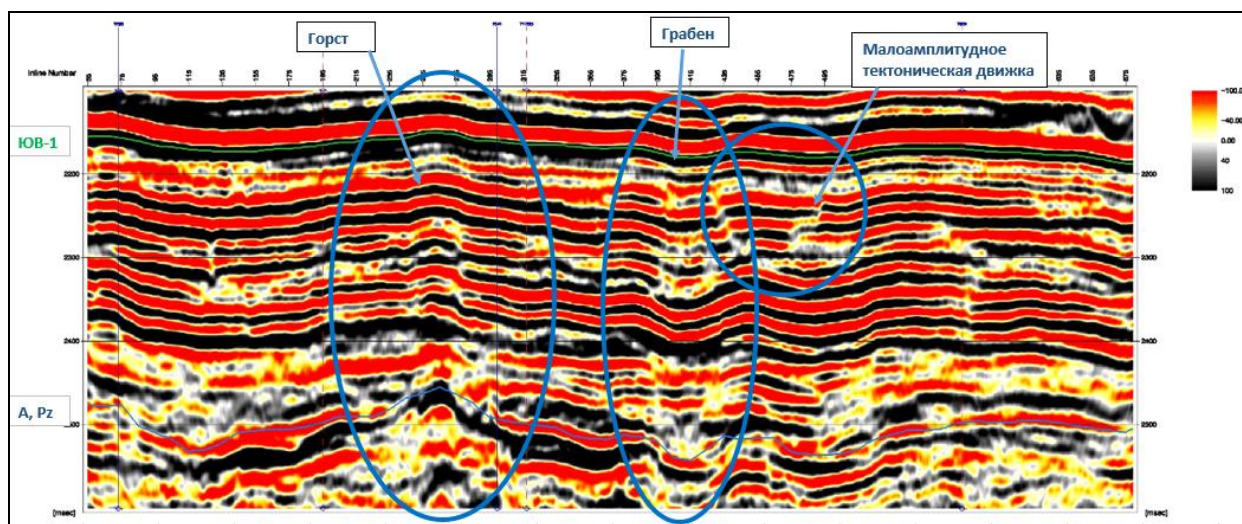


Рис. 4. Выделение горстов и грабенов, малоамплитудных тектонических нарушений.

Как мы видим, не все разломы имеют сквозной характер распространения, часто происходит затухание вверх по разрезу и в

породах коллекторах пласта ЮВ-1 по нашему мнению выражаются в обширных зонах повышенной трещиноватости, что явно выделяется по динамическому анализу сейсмического сигнала следующих параметров: среднее значение мгновенной частоты сейсмического волнового сигнала, наибольшее положительное значение мгновенной частоты сейсмического волнового сигнала, наибольшее положительное значение мгновенного ускорения сейсмического волнового сигнала (рис. 5).

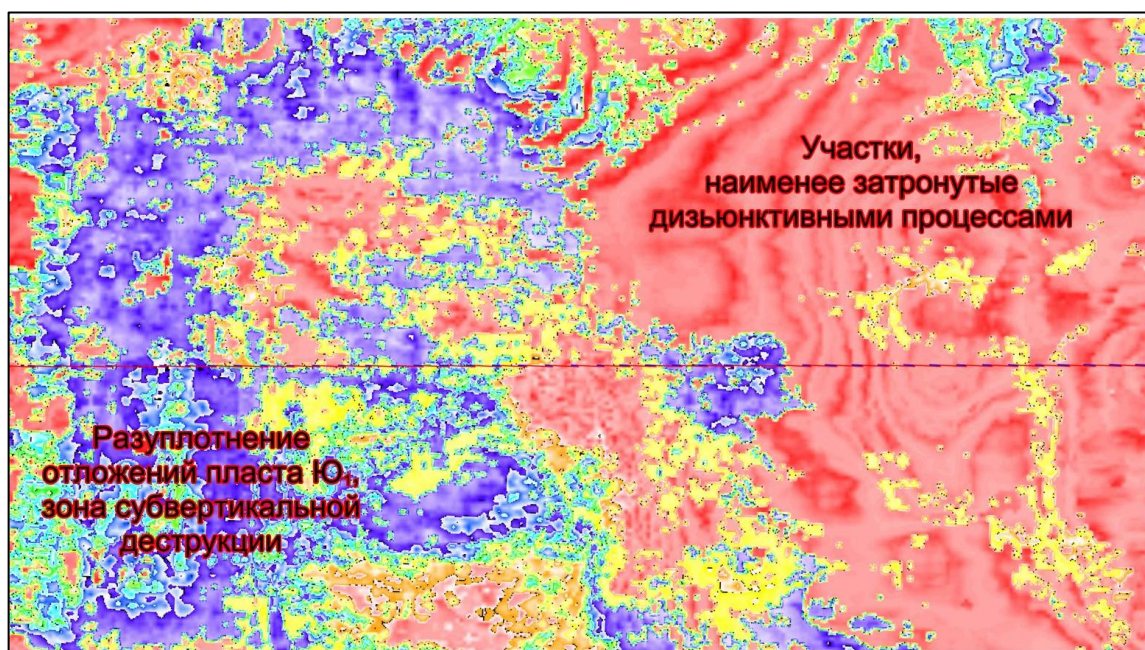


Рис. 5. Распространение зон повышенной трещиноватости в плане по пласту ЮВ-1 по результатам сеймодинамического анализа.

С целью уточнения границ зон разуплотнения и трещиноватости (зон субвертикальной деструкции) был проведен тренд-анализ поля распределений наибольшего положительного значения мгновенного ускорения сейсмического волнового сигнала (рис. 6), отмеченные розовой заливкой. Имеется частичная корреляция выявленных ранее тектонических нарушений (ООО «Геостра» 2009 г., ООО «КогалымНИПИнефть» 2011 г.) с текущей картиной.

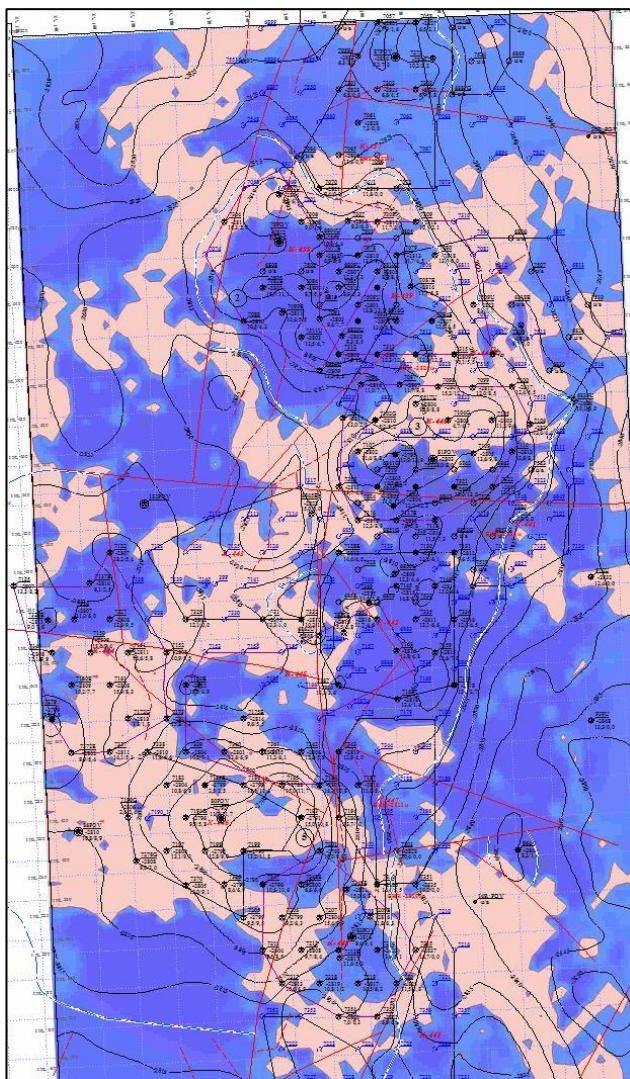


Рис. 6. Расположение зон повышенной трещиноватости по результатам тренд анализа 2 порядка сейсмического атрибута.

В целом дебиты скважин, расположенных в зонах повышенной трещиноватости или рядом (10-30 м), выше на 40-60 % и более стабильны по времени, относительно скважин, расположенных в «спокойных» зонах. Отмечаются участки, приуроченные к тектоническим нарушениям, где получали высокие входные дебиты по жидкости с последующим резким снижением притока. Предположительно, данную ситуацию связываем с различным типом трещиноватости. В последнем случае относим к зонам со слабосвязанными между собой трещинами, не создающих обширную матрицу по латерали и вертикали, приуроченных к зонам

малоамплитудных тектонических движений в пределах 1-2 пластов, либо к сильно затухающим тектоническим нарушениям пород фундамента образующим горсты и грабены. При эксплуатации и отборе жидкости происходит снижение пластового давления в призабойной зоне пласта, сопровождающееся смыканием части трещин, что приводит к падению добычи.

Подтверждено слоистое, микроклиноформенное строение продуктивной части пласта ЮВ-1. Первоначально данное предположение было выдвинуто при анализе результатов 2Д сейсмических работ в 1986 г, которое в последующем не нашло своего продолжения.

Наиболее характерную картину линзовидного строения пласта ЮВ-1 отображает динамический анализ параметра «наибольшее отрицательное значение величины мгновенной фазы сейсмического волнового сигнала», показанный на рис. 7. Аналогичное строение отмечается при анализе следующих параметров: значений вступлений первый верхних близких экстремумов амплитуды сейсмического волнового сигнала, значение ширины первых «прогибов» вступлений амплитуды сейсмического волнового сигнала, значение величины мгновенной фазы сейсмического волнового сигнала в верхней части сейсмического горизонта, среднее значение величины мгновенной фазы сейсмического волнового сигнала.

Данное строение пласта ЮВ-1 обусловлено условиями осадконакопления, максимальные мощности которого приходятся на палеовпадины, образованные на момент окончания формирования кровли пласта ЮВ-2, циклическим поступлением осадочного материала с постепенным заполнением и боковым наращиванием продуктивной части коллектора, что выразилось в появлении сейсмограниц между микроклиноформами и слоями. Принципиальная схема строения пласта ЮВ-1 представлена на рис. 8 .

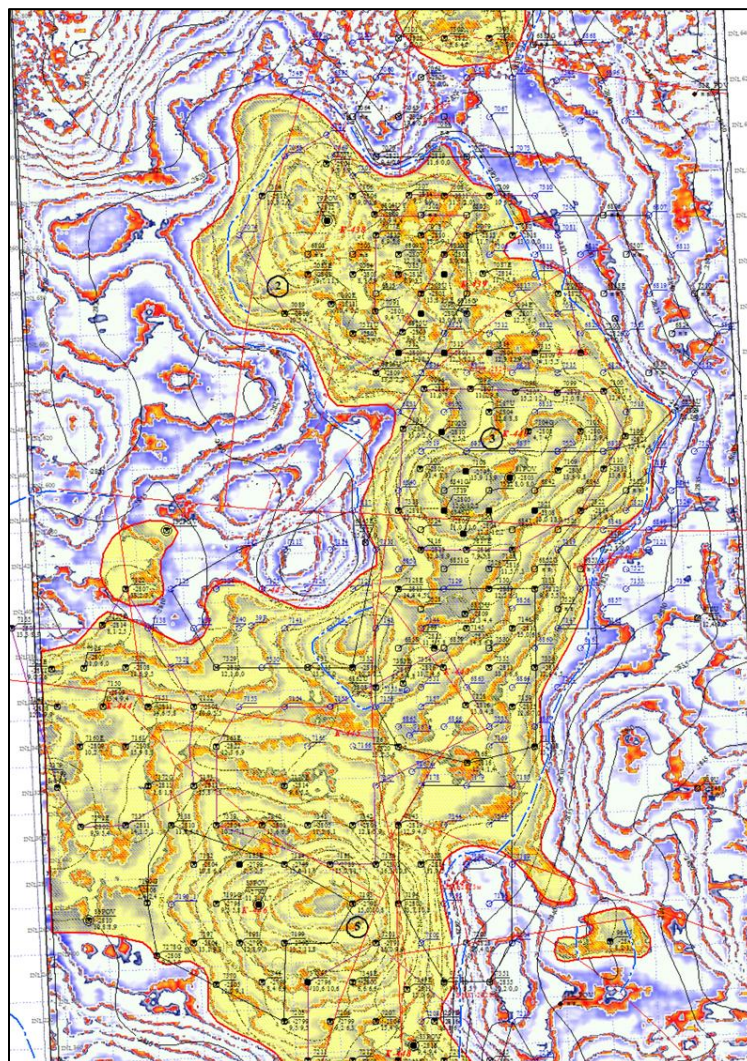


Рис. 7. Плановое отображение слоистой микроклиноформно-линзовидной модели строения пласта ЮВ-1.

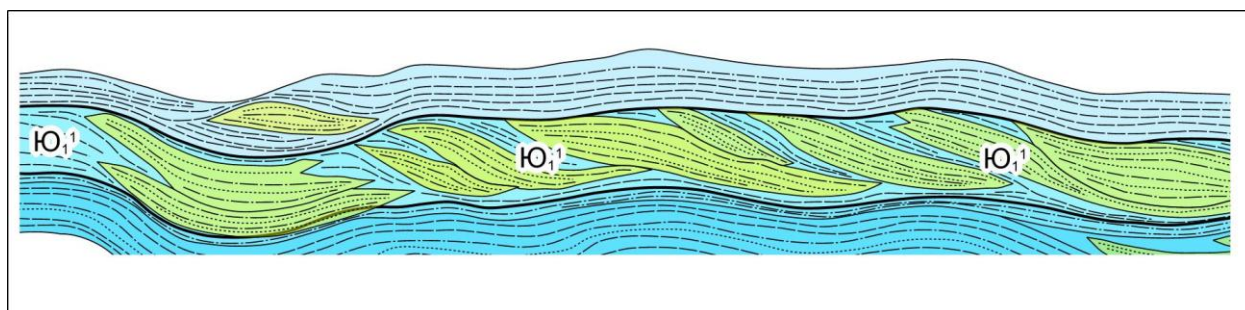


Рис. 8. Принципиальная схема строения пласта ЮВ-1.

Попытались так же определить водонасыщенные, нефтеводонасыщенные и нефтенасыщенные участки коллектора пласта ЮВ-1. Были выделены следующие участки (рис. 9):

- 1) повышенной интенсивности оси синфазности (отсутствие УВ);
- 2) средней интенсивности оси синфазности (нефте-водонасыщение);
- 3) отсутствия динамической выраженности оси синфазности (залежь УВ);
- 4) зона относительно средне-высокой интенсивности оси синфазности (залежь УВ, нефтеводонасыщение).

Подтверждение полученного распределения насыщенности при фактической эксплуатации скважин составляет порядка 70%.

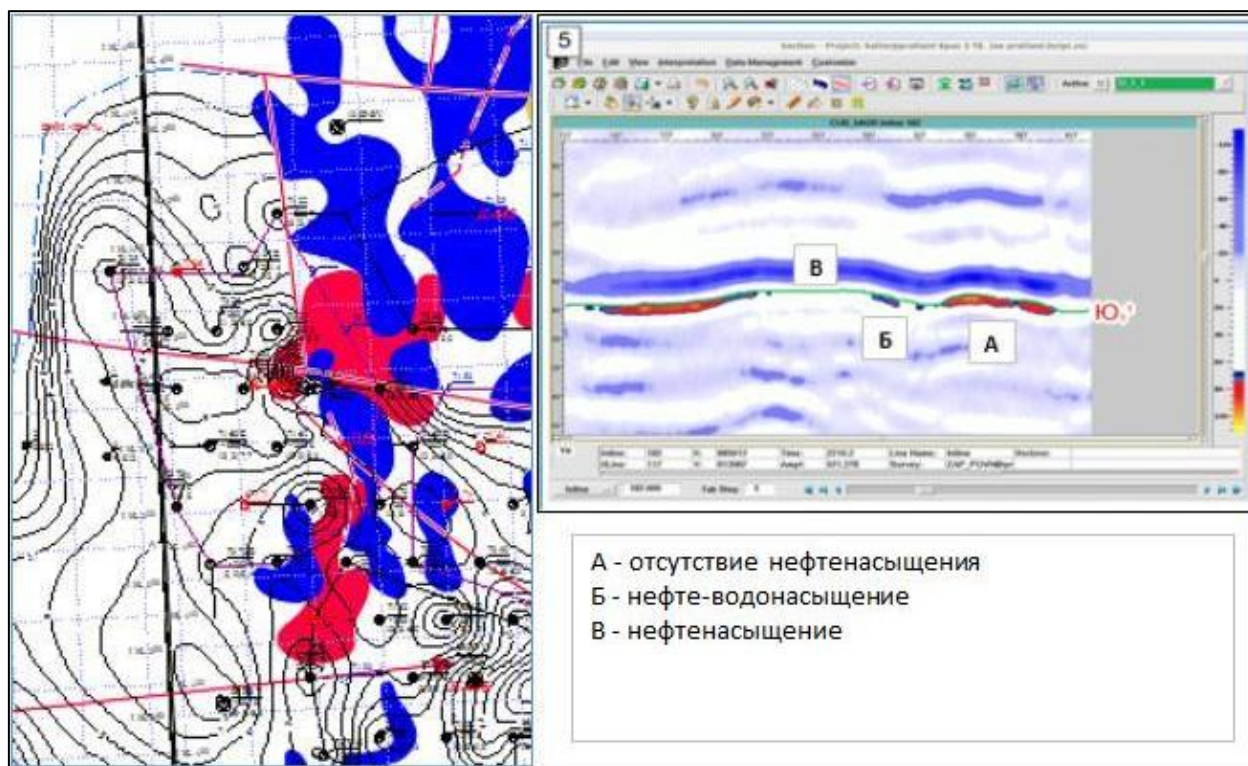


Рис. 9. Распределение насыщенности пласта ЮВ-1 по данным динамического анализа.

Данную методику развиваем дальше, адаптируем под местные условия. При положительном результате планируем к широкому применению.

Таким образом, по данным изучения сейсмогеологических характеристик волнового поля с учетом имеющихся фактических данных по пробуренным скважинам уверенно определены участки повышенной трещиноватости пласта ЮВ-1, основная часть которых приурочена к зонам субвертикальной деструкции, вызванных активизацией блоков палеозойского фундамента на последнем этапе складчатости в пределах Западно-Сибирской плиты. Также был проведен динамический анализ волнового поля, приуроченного к поверхности доюрского комплекса с целью выделения «корней» зон разуплотнения (повышенной трещиноватости, субвертикальной деструкции). Было использовано 16 атрибутов и по каждому атрибуту был проведен дополнительный анализ по параметрам. Это тектонически «напряженные участки», которые в структурном плане по кровле коллектора отложений пласта ЮВ-1 приурочены к периклиналям положительных структур и к повышенным моноклинальным участкам впадин кровли фундамента. Границы выявленных сейсмодинамических зон доюрского комплекса являются участками «напряженной» тектонической обстановки - границами зон повышенной трещиноватости, уходящими выше по разрезу до глубин залегания верхнеюрских отложений. В итоге проведено тектоно-сейсмодинамическое районирование доюрского комплекса на Западно-Повховском участке, выявлены «корни» зон субвертикальной деструкции, показана зависимость между тектоникой доюрского комплекса и тектонической обстановкой и развитием зон трещиноватости в верхней юре.

Список литературы.

1. Бурдыгина Г.В., Тимергазин К.К. и др. Отчет «Сейсморазведочные работы по методике 3Д на Западно-Повховском участке», ООО НПЦ «Геостра», г. Уфа, 2009 г.

2. Бурдыгина Г.В., Тимергазин К.К. и др. Отчет «Сейсморазведочные работы по методике 3Д на Западно-Повховском-2 участке», ООО НПЦ «Геостра», г. Уфа, 2010 г.
3. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. – М.: Недра, 1981 г.
4. Хаин В. Е. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник / В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе – М.: Изд-во МГУ, 1995. - 480 с.;
5. Шерифф Р. Сейсморазведка / Р.Шерифф, Л.Гелдарт – М.: Мир, 1987. - 144 с;
6. Бондарев И.В. Основы сейсморазведки. – Екатеринбург, 2003. - 5с.

Сведения об авторах

Салимов Фарид Сагитович, начальник отдела технологий повышения нефтеотдачи пласта, ТПП «Повхнефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», г.Кагалым, Российская Федерация

E-mail: Farid.Salimov@lukoil.com

Authors

F.S. Salimov, Head of Enhanced Oil Recovery Department, Povkhneftegaz, ООО LUKOIL-Western Siberia, Kogalym, Russian Federation

E-mail: Farid.Salimov@lukoil.com

Салимов Фарид Сагитович

628486, Российская Федерация, Тюменская обл.,

Ханты-Мансийский автономный округ - Югра,

г. Когалым, ул. Прибалтийская, 20

Тел. 8 904 477 59 19

E-mail: Farid.Salimov@lukoil.com