

**«Выявление разломов и зон трещиноватости с целью снижения рисков при бурении скважин со сверх протяжёнными горизонтальными секциями (6000 м) на примере месторождения им.Ю.Корчагина»**



ВСЕГДА В ДВИЖЕНИИ!

**Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»  
«ВолгоградНИПИморнефть» в  
г.Волгограде**

*Начальник отдела Управления  
сейсмических исследований*

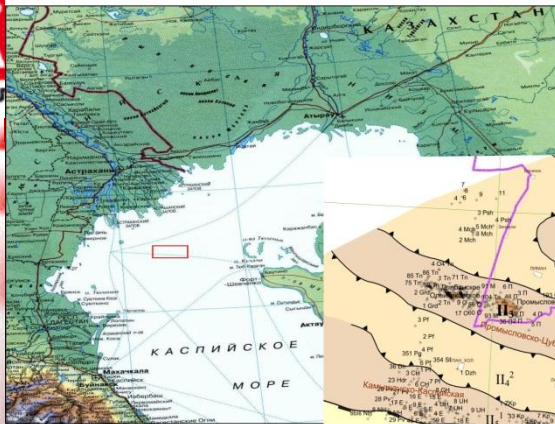
*Попова Полина Федоровна*

*октябрь 2014 г.*

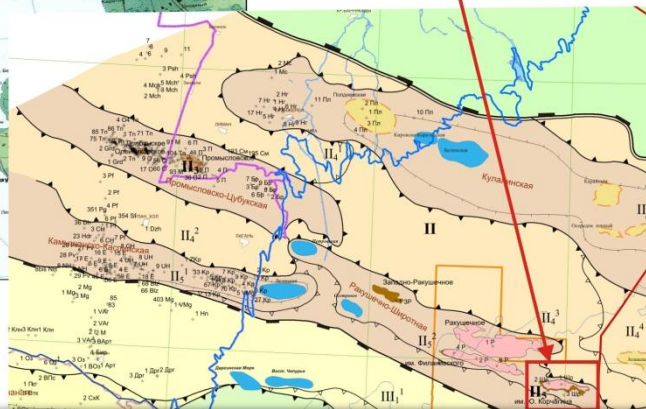


# Введение

Российский сектор акватории Северного Каспия



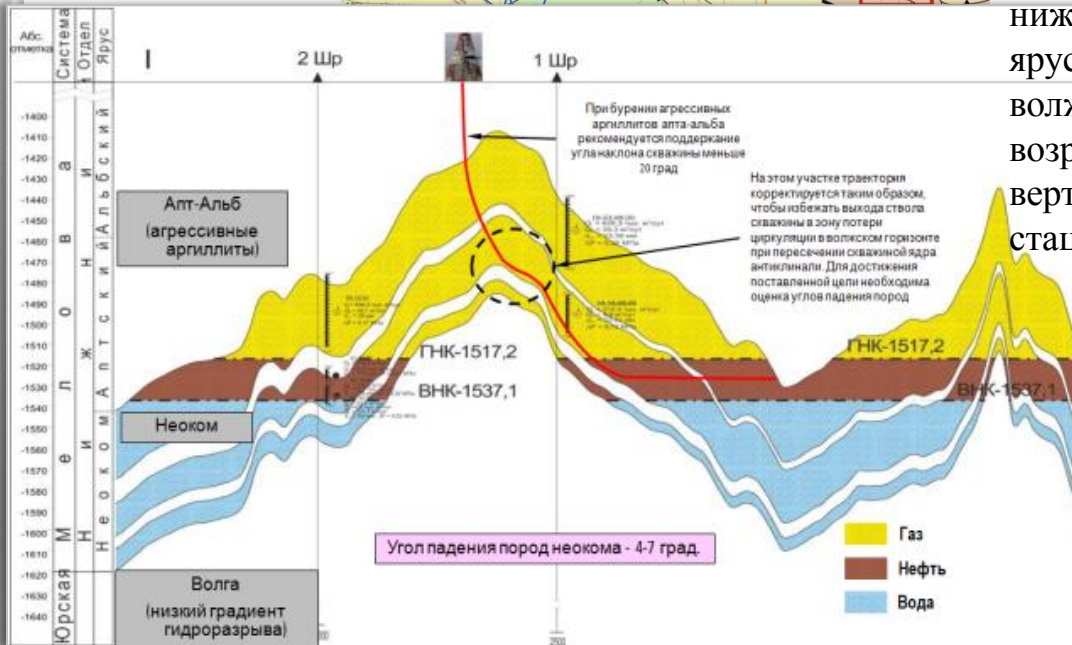
В тектоническом отношении приурочено к Широко-Ракушечному валу, который является морским продолжением вала Карпинского.



Нефтегазоконденсатное месторождение им. Ю.Корчагина расположено в российском секторе Каспийского моря, где открыта продуктивность пород в широком стратиграфическом диапазоне - от средней юры до палеогена.

В настоящее время ведется разработка многопластовой нефтяной залежи, представленной как терригенными нижнемеловыми отложениями неокомского яруса, так и карбонатными породами волжского региояруса верхнеюрского возраста, скважинами с большим отходом от вертикали (БоВ) с морской ледостойкой стационарной платформы.

**Высота нефтяной оторочки 19.9м**



# Проблемы



С целью исключения осложнений, на этапе планирования строительства сверх протяженных горизонтальных секций (длиной порядка 6000м), очень важно знать о напряженно – деформационном состоянии пород (НДС) как в азимуте бурения скважин, так и по площади.

Бурение порядка 15 горизонтальных скважин продемонстрировало, что недооценка локализации зон разломов и «трещиноватых коридоров» приводит к осложнениям, как во время бурения, так и во время эксплуатации месторождения.

Бурение скважин с большим отходом от вертикали (БоВ) сопровождается геомеханическими рисками, такими как обрушения стенок скважины и поглощением бурового раствора.

Хорошо известно, что при разработке нефтяных залежей с подстилающей водой и газовой шапкой (как и в нашем случае) существует проблема загазованности и обводнения скважин в связи с наличием трещинной системы фильтрации флюидов в пластах.

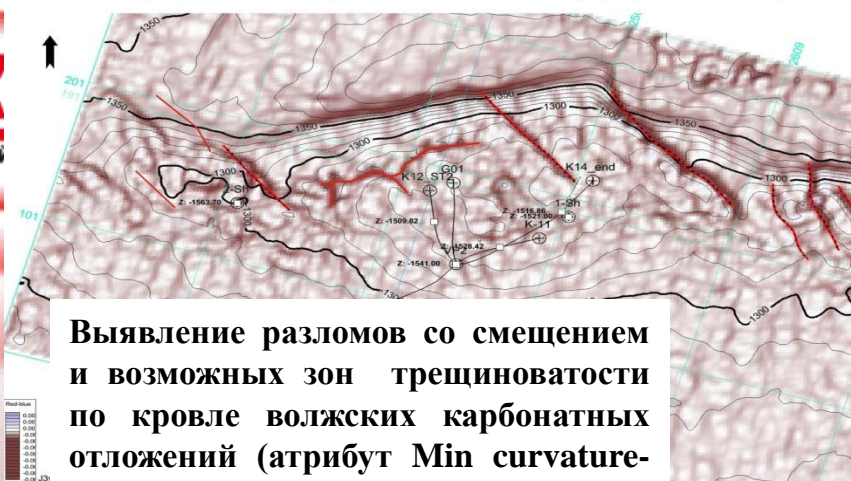
Поэтому до разработки месторождения специалистами филиала в «ВолгоградНИПИморнефть» большое внимание было уделено изучению напряженно – деформационного состояния пород.

Для определения возможных зон напряжения в пласте и вероятностного определения благоприятных к возникновению разломных и трещиноватых зон по сейсмическим данным использовались алгоритмы Min curvature, Ant Tracking, плагин Rock Stress (автор И.И. Приезжев, Шлюмберже), предлагаемые в комплексе Petrel.

По вертикальным скважинам проводилась увязка зон трещиноватости, выявленных по сейсмическим данным, с данными керна

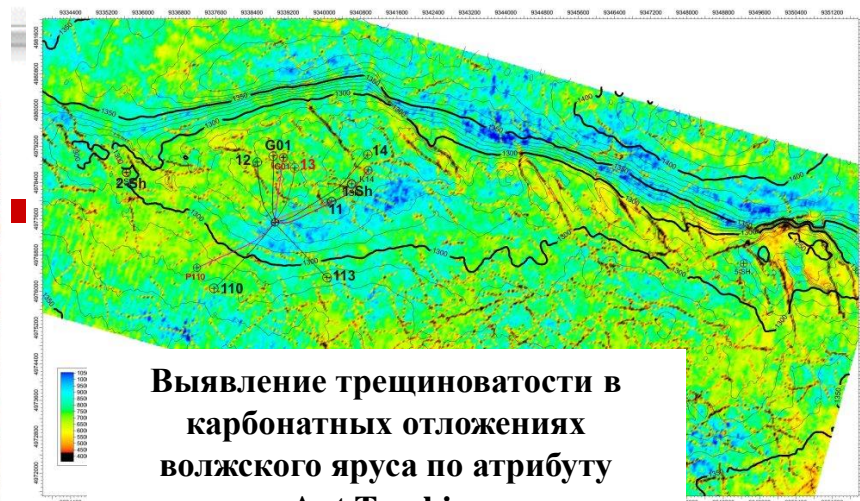
# Изучение трещиноватости по сейсмическим данным

Трещиноватость по кровле волжских отложений (атрибут Min curvature)

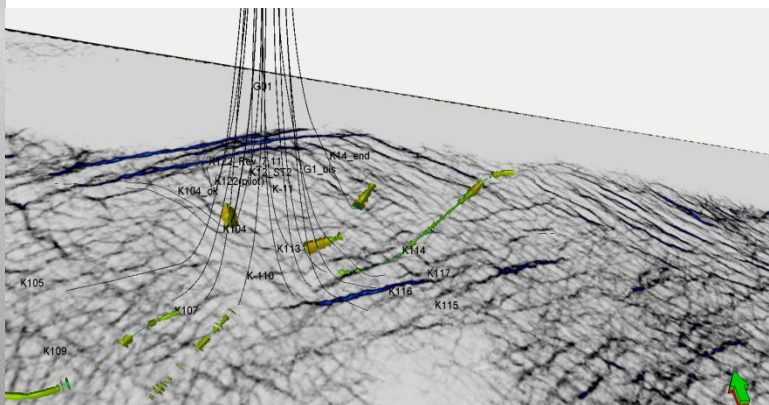


Выявление разломов со смещением и возможных зон трещиноватости по кровле волжских карбонатных отложений (атрибут Min curvature-минимальных кривизн)

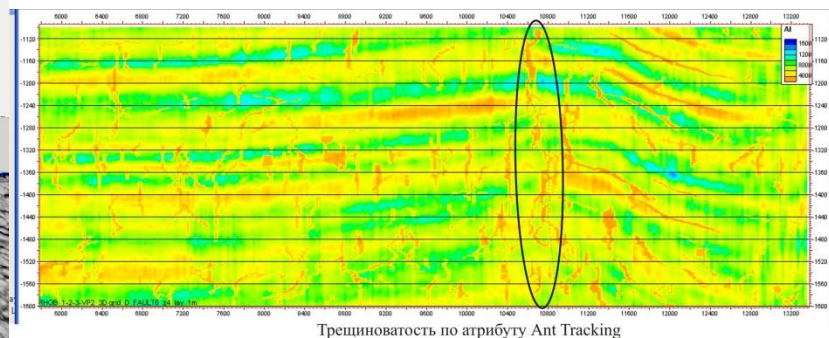
сейсмическим данным



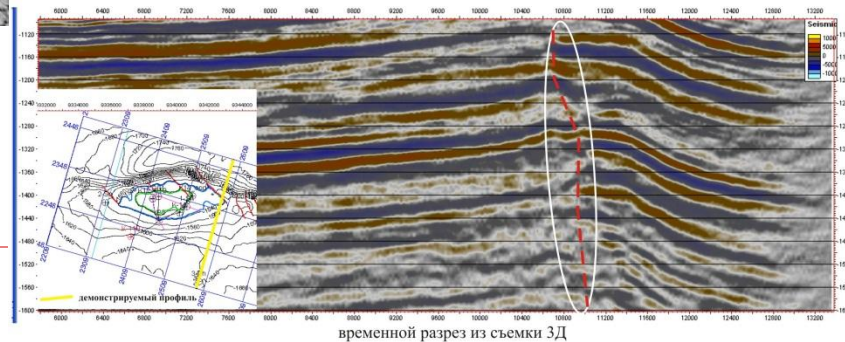
Выявление трещиноватости в карбонатных отложениях волжского яруса по атрибуту Ant Tracking



•Входными данными для алгоритма Ant Tracking является временной сейсмический куб, с последующей конвертацией в глубины



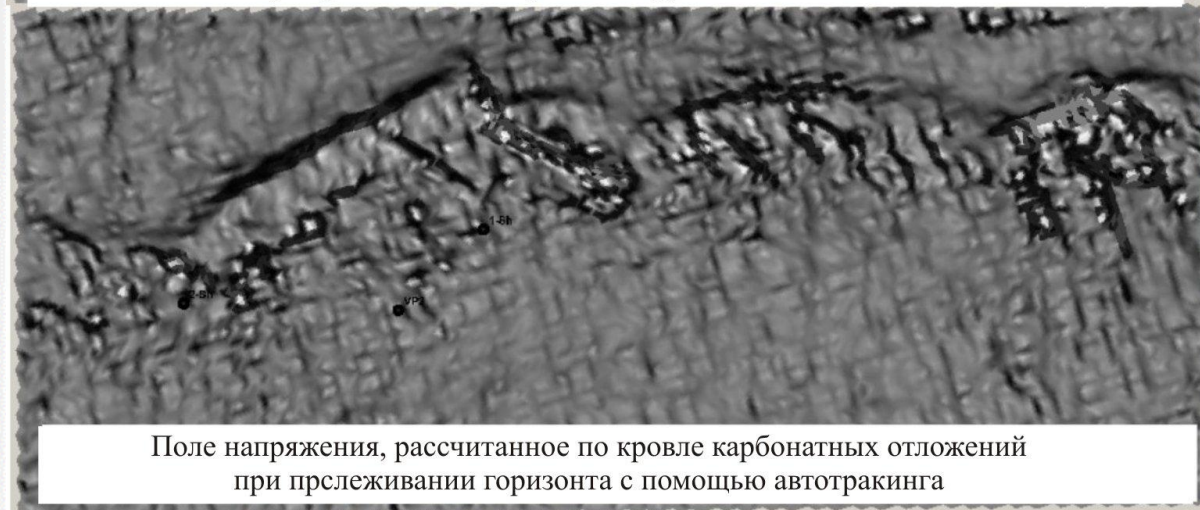
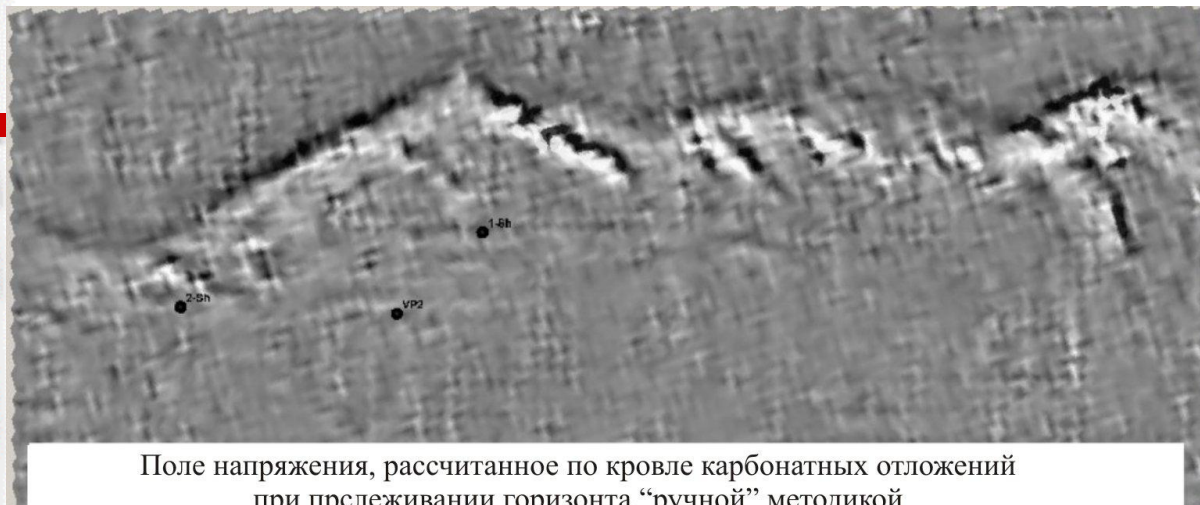
Трещиноватость по атрибуту Ant Tracking



временной разрез из съемки 3Д

Ярко выраженные протяженные локальные зоны, выявляемые по атрибутам изучающим трещиноватость, хорошо согласуются с дизъюнктивными нарушениями (со смещением) на сейсмических временных разрезах

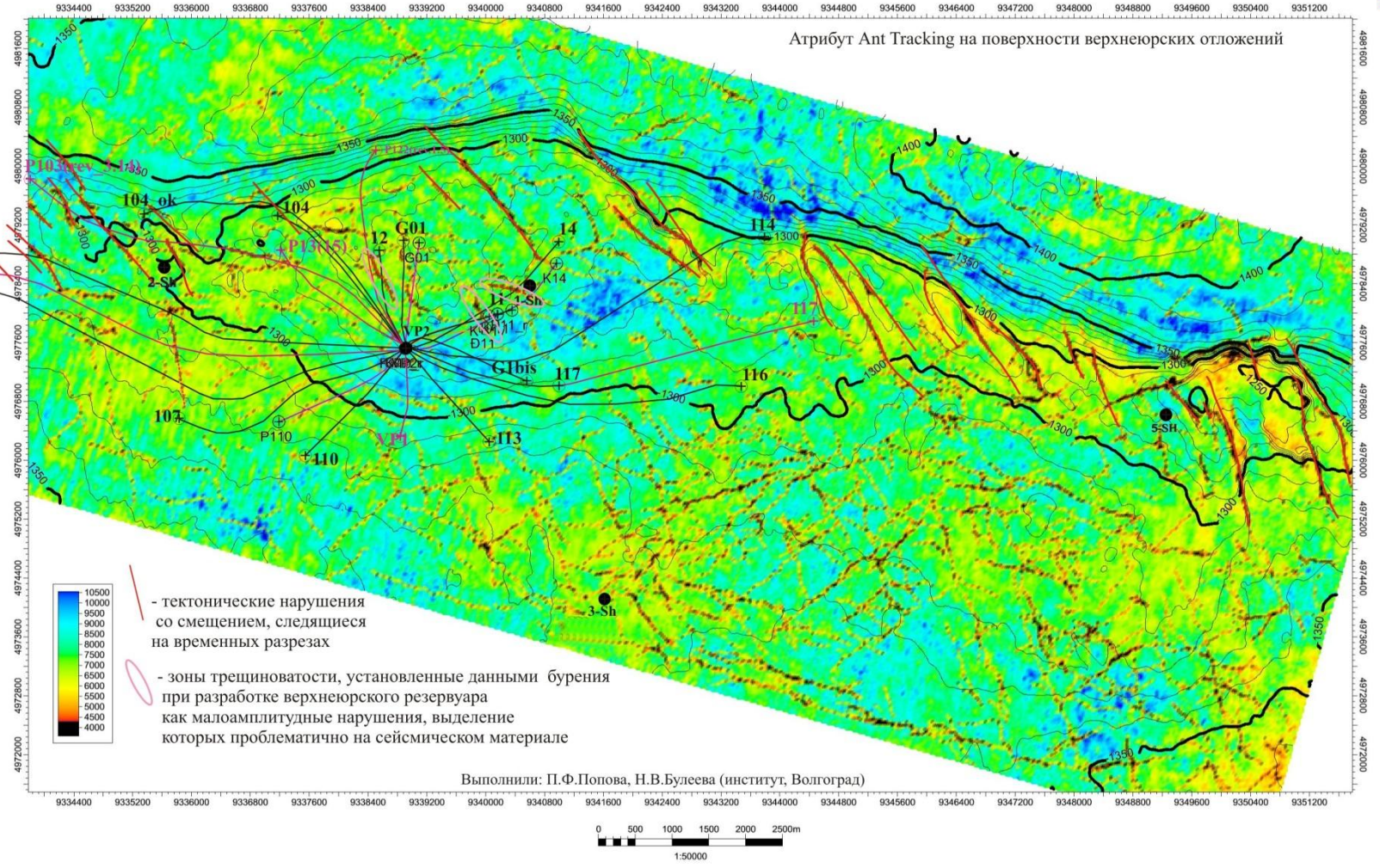
## Расчет по атрибуту Min curvature (минимальных кривизн)



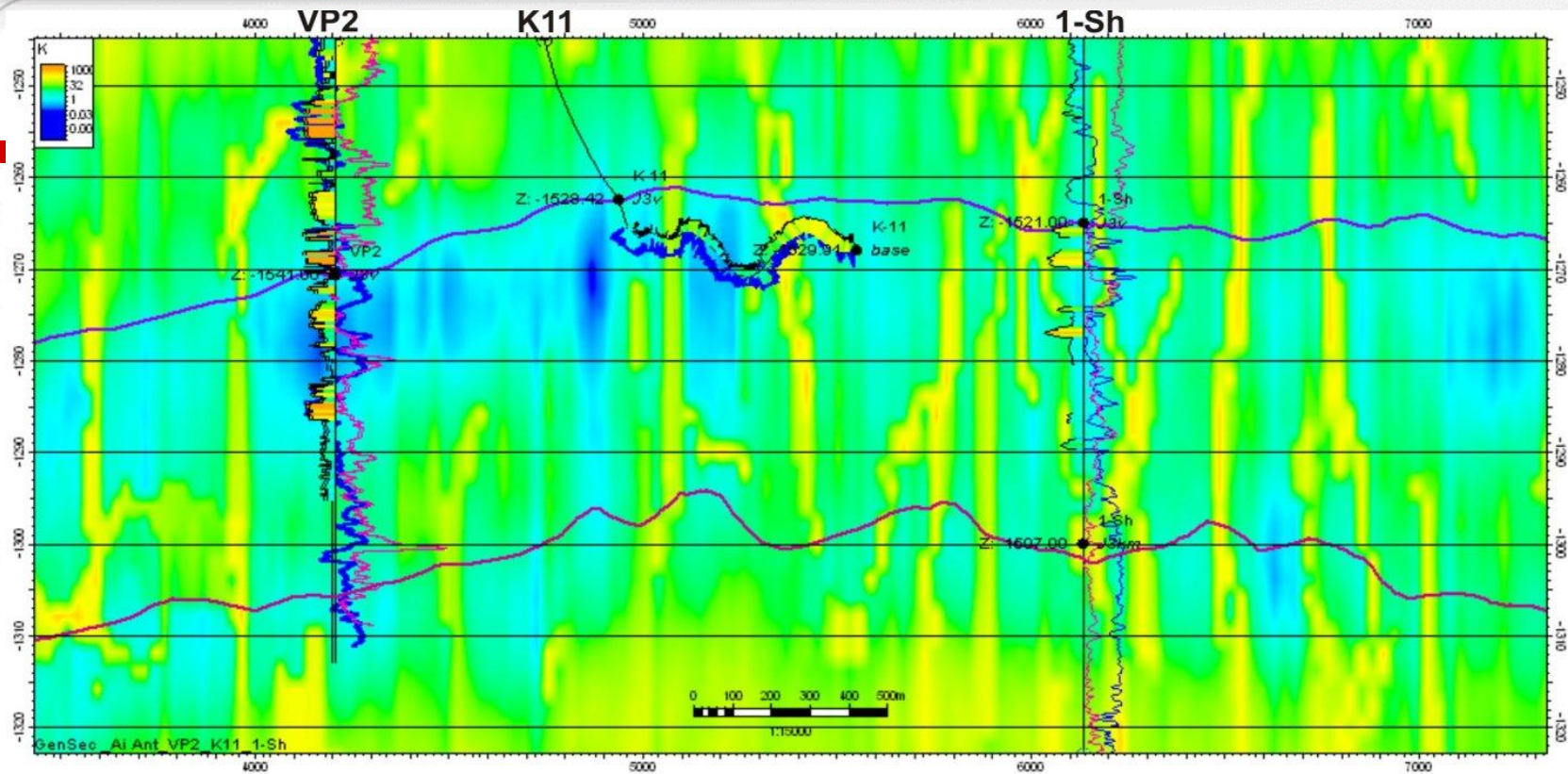
Расчет данного атрибута проводится только по поверхности исследуемого комплекса

Как показала практика, при ручном прослеживании границ существует большая вероятность того, что менее интенсивные локальные особенности сглаживаются интерпретатором. В этом случае информация о разломах без смещения практически теряется. В случае автоматического прослеживания горизонтов, вероятность выделения локальных особенностей, связанных с зонами трещиноватости, остается более достоверной.

# Карта напряженно-деформированного состояния пород на поверхности волжских отложений из куба Ant Tracking

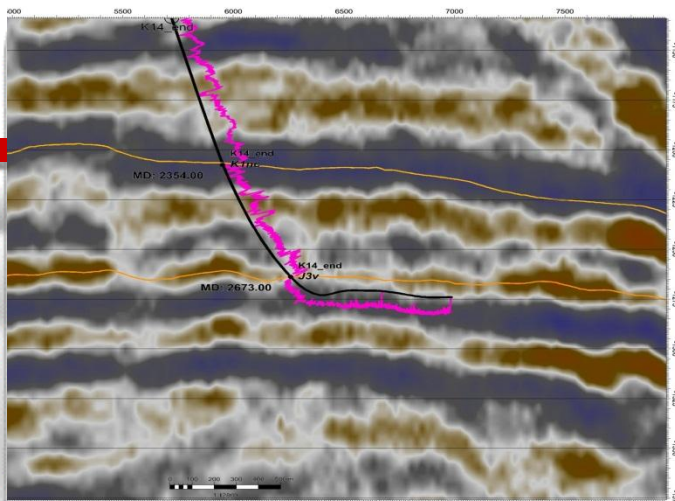


# Прогноз трещиноватости до бурения по траектории горизонтальной секции скв.11 Разрез из куба Ant Tracking

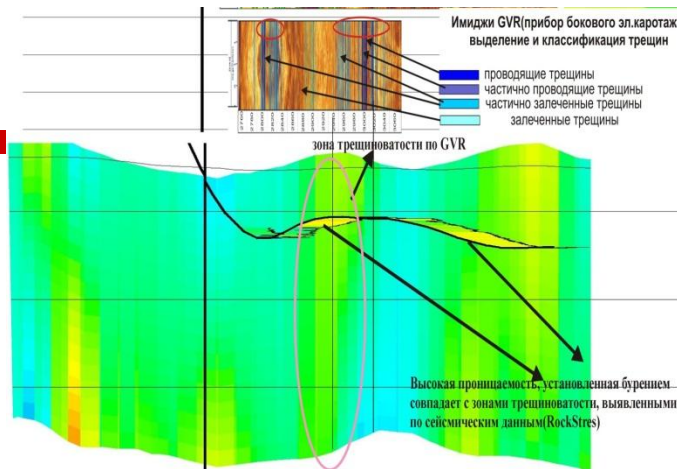


Сопоставление зон трещиноватости с проницаемостью, установленной бурением эксплуатационной скважины 11. В районе прогнозируемых трещин имеем высокую проницаемость

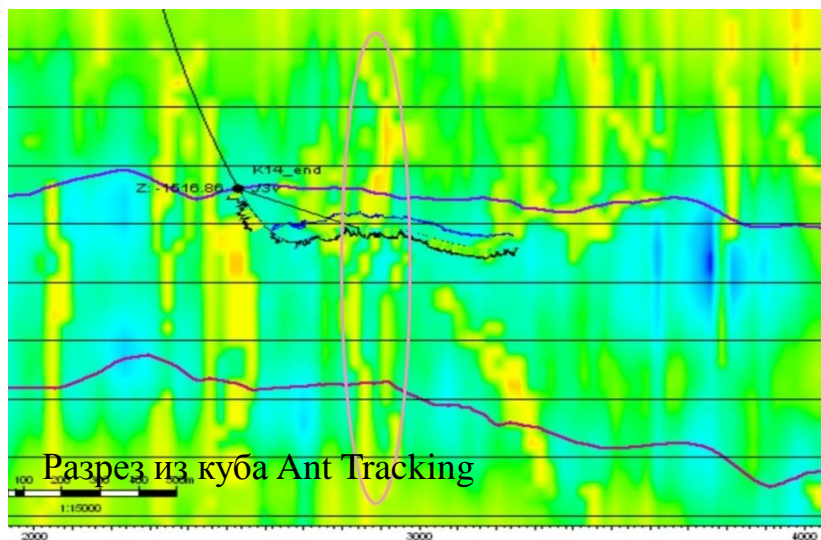
# Прогноз трещиноватости до бурения по траектории горизонтальной секции скв.14



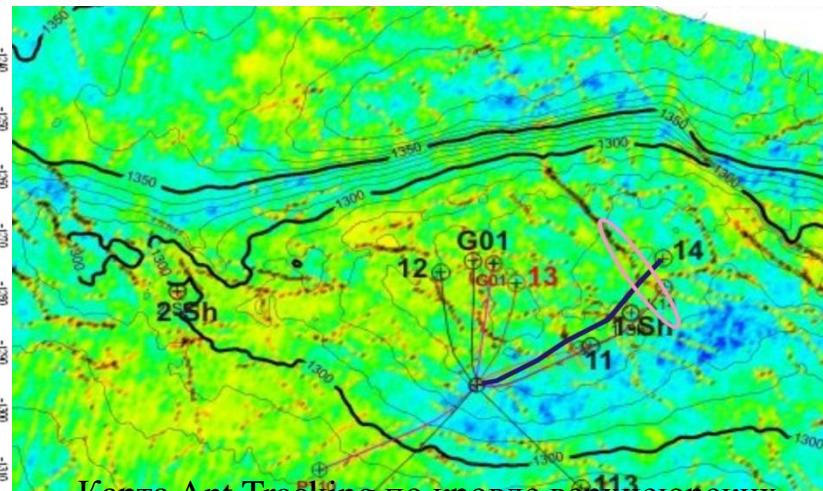
Временной разрез по траектории скважины



Сопоставление результатов имиджера GVR с прогнозом трещиноватости, проницаемости, установленной бурением



Разрез из куба Ant Tracking



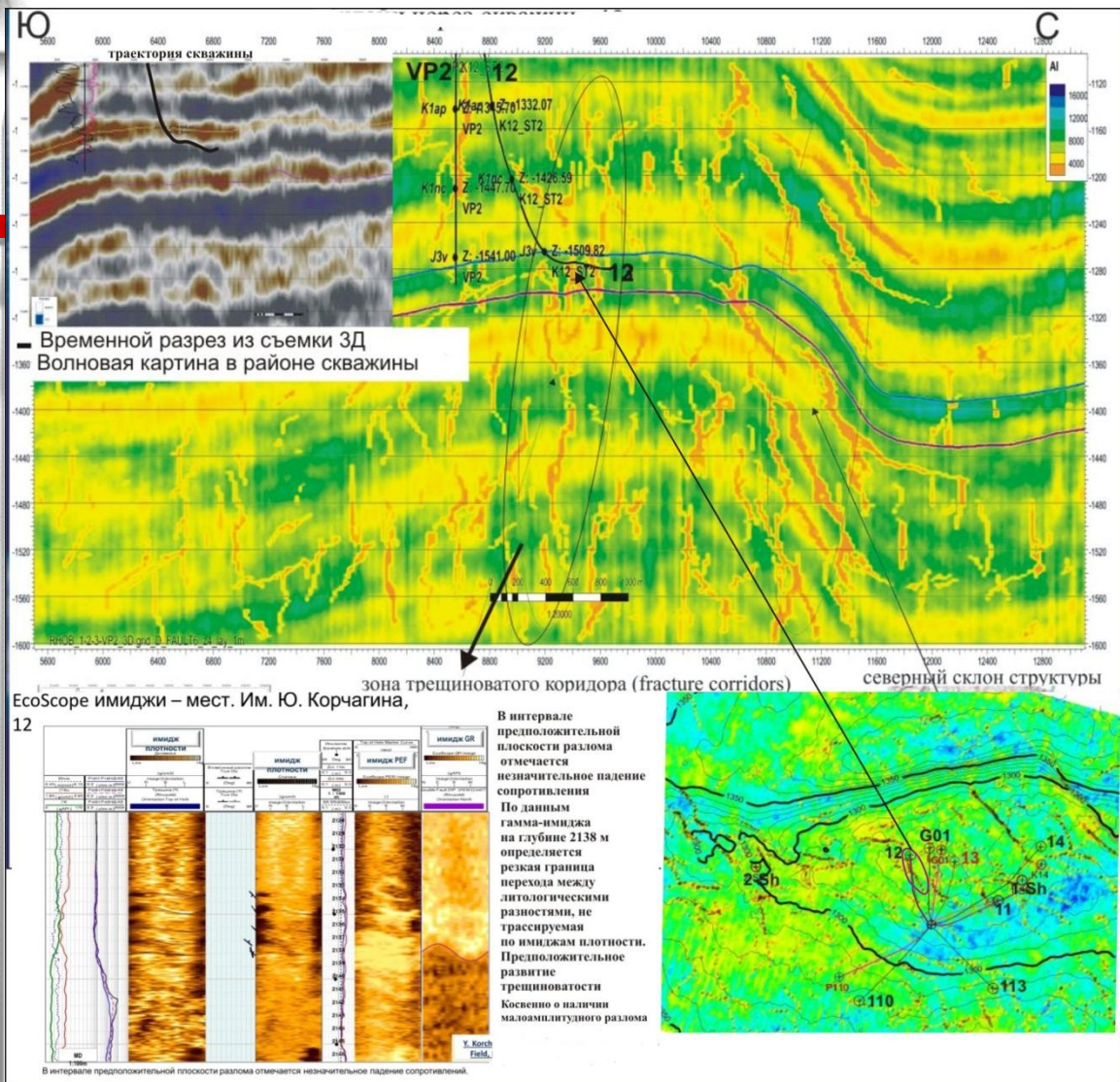
Карта Ant Tracking по кровле верхнеюрских отложений

По кубу Ant Tracking нами выделены сквозные трещины, пронизывающие многопластовую залежь и несквозные, которые имеют место только в одной залеже.

Пакирование зоны трещиноватости в скв. 14 сократило газопоказания при добыче нефти в 5 раз

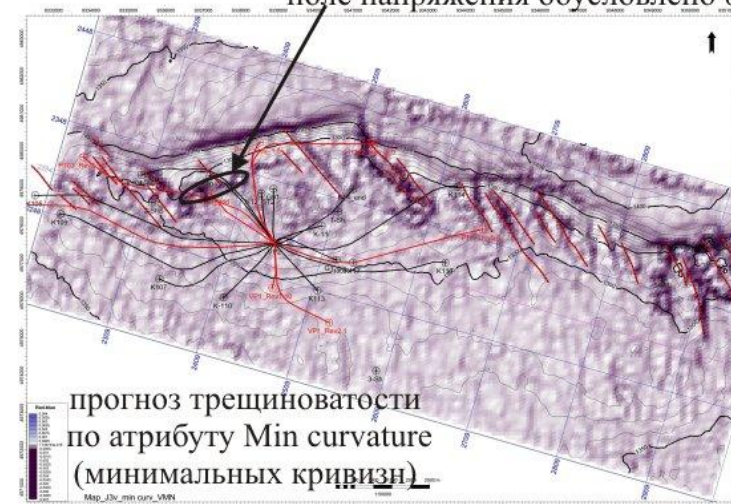
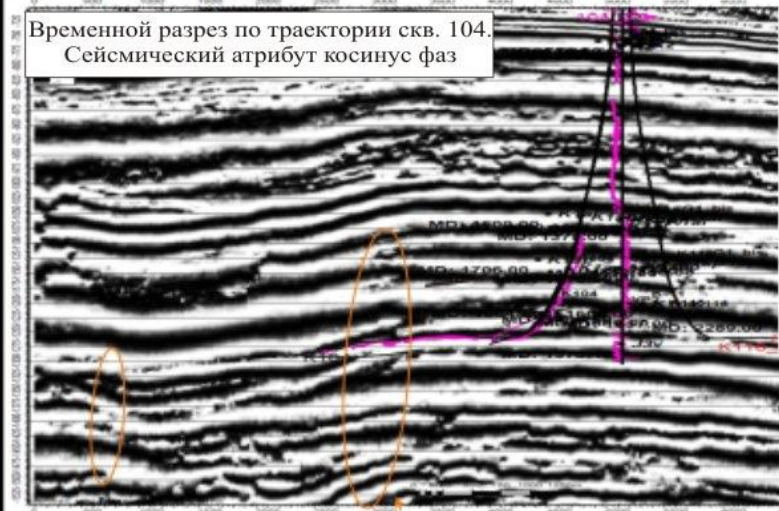
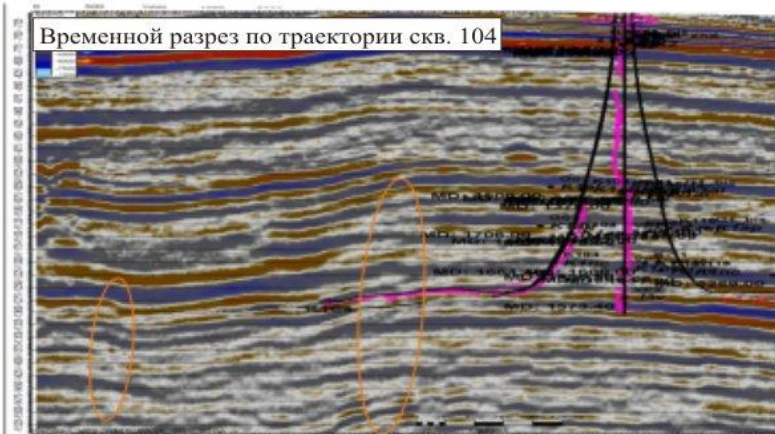


# Прогноз трещиноватости до бурения по траектории горизонтальной секции скв. 12



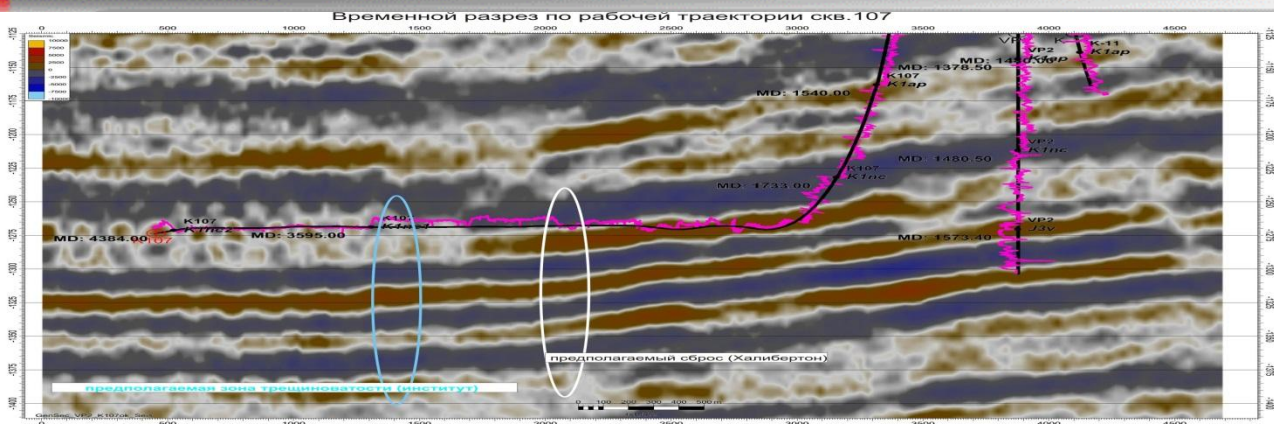
В районе траектории горизонтального ствола по разным атрибутам была выделена зона трещин, выделение которых на сейсмическом материале проблематично при использовании стандартного анализа волнового поля. Зона напряженно-деформационного состояния пород подтвердилась бурением, где имели поглощения (бурили три ствола)

# Прогноз трещиноватости в неокомских отложениях по проектной траектории скв. 104

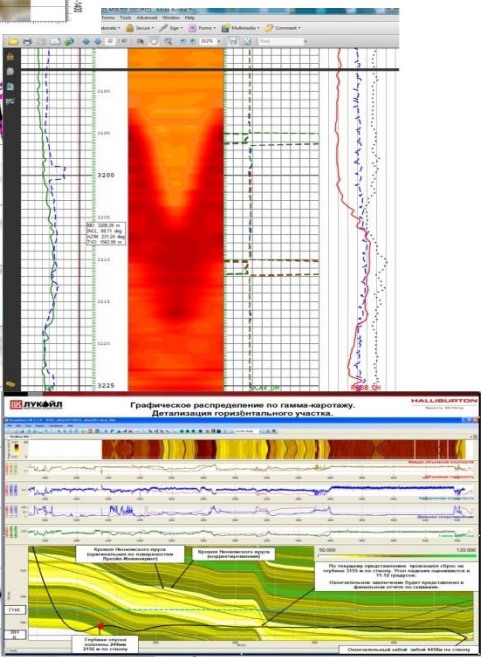
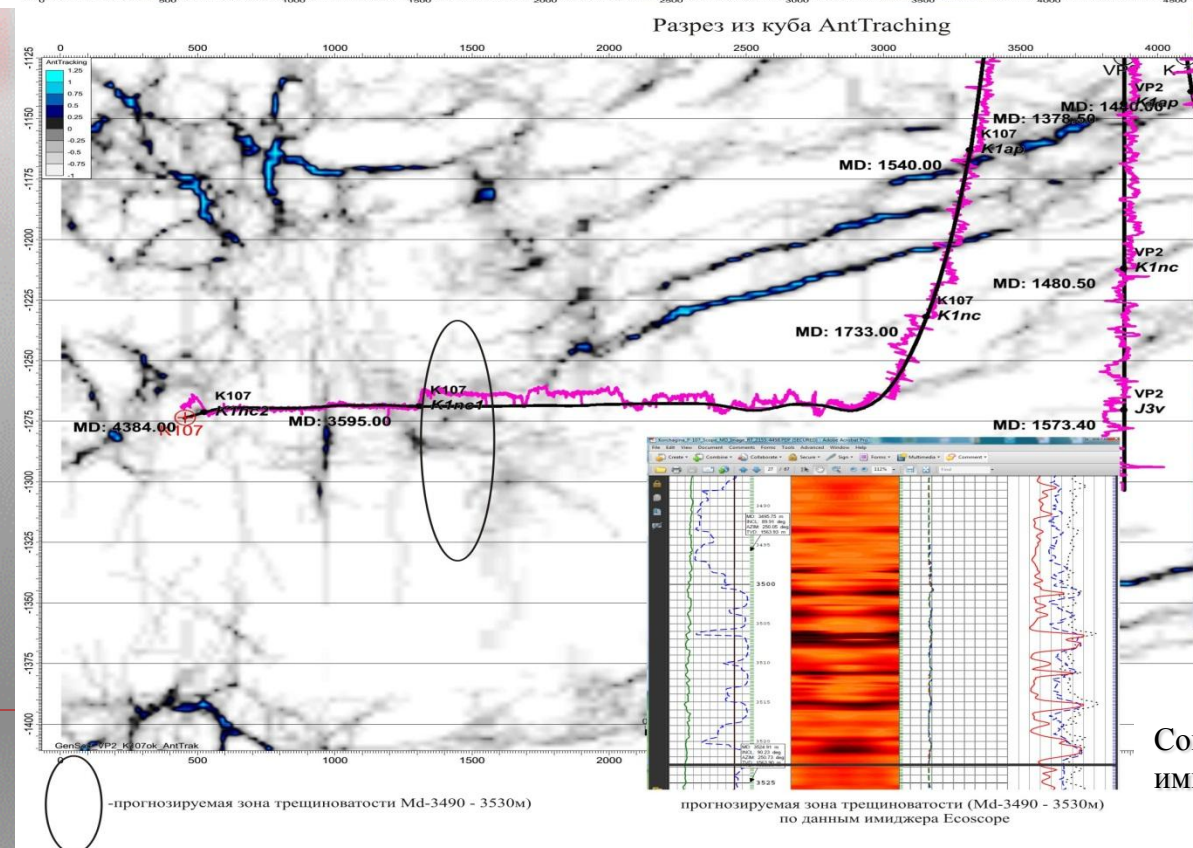


Напряжение поля обусловленное фактором сжатия в пределах северного склона поднятия Нарушение маловероятно

# Прогноз зон трещиноватости и мониторинг бурения горизонтальной скважины 107(до бурения)



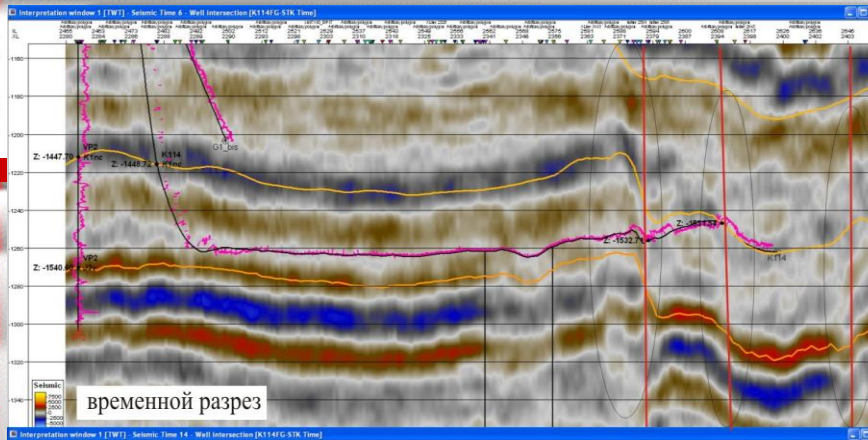
По шламу, измерение кальцеции показало большие значения (до 37 ед.) в том интервале глубин (3500 -3570 м), где прогнозировалась зона трещиноватости. Факт подтверждается данными записи имиджера. Интерпретируются, как залеченные кальцитом трещины



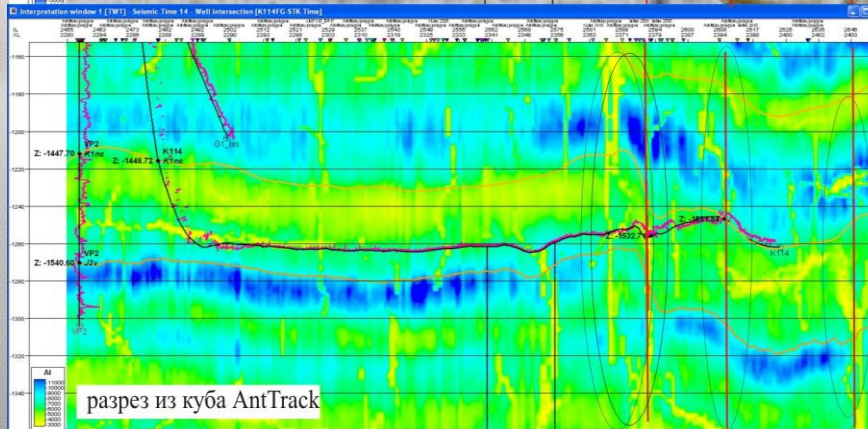
Сопоставление с данными имиджера Ecoscope

прогнозируемая зона трещиноватости (Md-3490 - 3530m) по данным имиджера Ecoscope

# Мониторинг бурения по траектории скважины 114

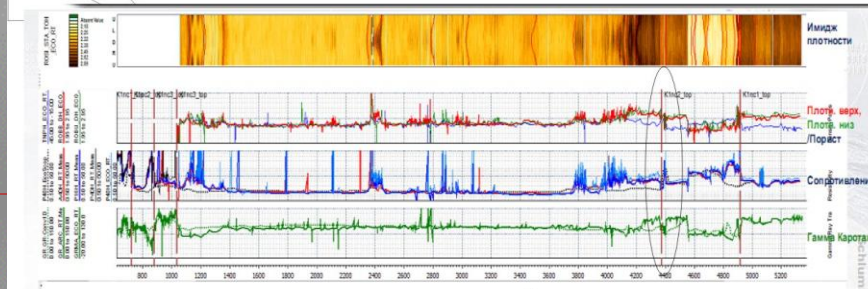


временной разрез



разрез из куба AntTrack

- зоны разломной тектоники со смещением, выделяемые по сейсмическим данным



запись имиджа Ecoscore

## Расчет устойчивости для секции 241.3 мм скв. 114

Бурение началось на плотности бурового раствора 1.4 г/см<sup>3</sup>

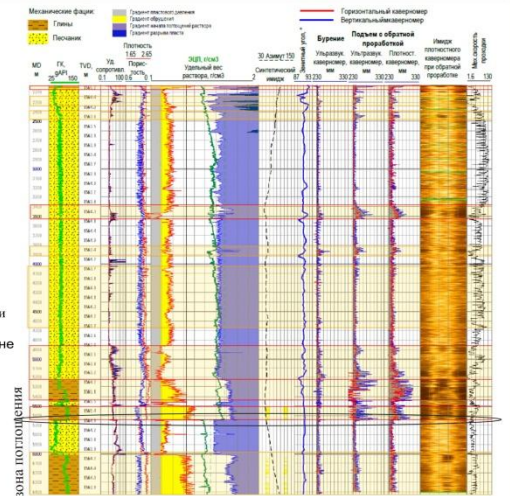
При пересечении разломов в интервале 5458-5493 м по стволу поглощений не было. ЭЦП при прохождении 1.61.62 г/см<sup>3</sup>

При пересечении разлома на гл. 5648 м по стволу начались поглощения раствора. ЭЦП в момент начала поглощений не было

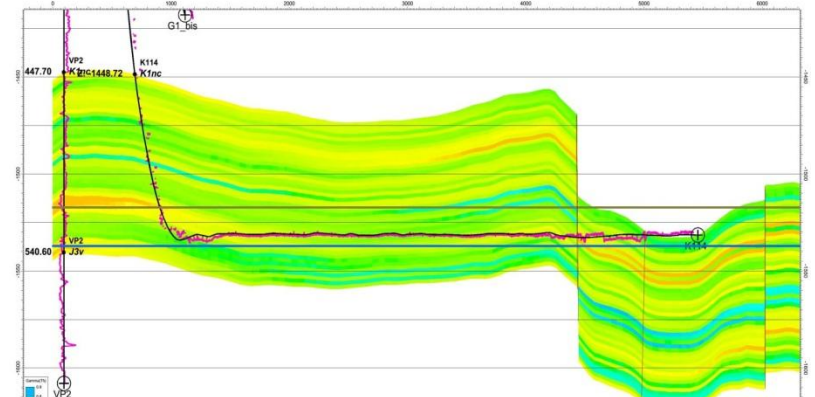
Произвели снижение плотности раствора до 1.32 г/см<sup>3</sup> и продолжили бурение. ЭЦП на конец бурения составил 1.56 г/см<sup>3</sup>, поглощений не было.

Обрушения стенок скважины незначительные по причине высокой статической плотности раствора (1.361.38) при плотности раствора 1.32 г/см<sup>3</sup>.

Увеличение диаметра ствола в основном вызвано мех.



Использование результатов прогноза НДС пород для расчета устойчивости скважин

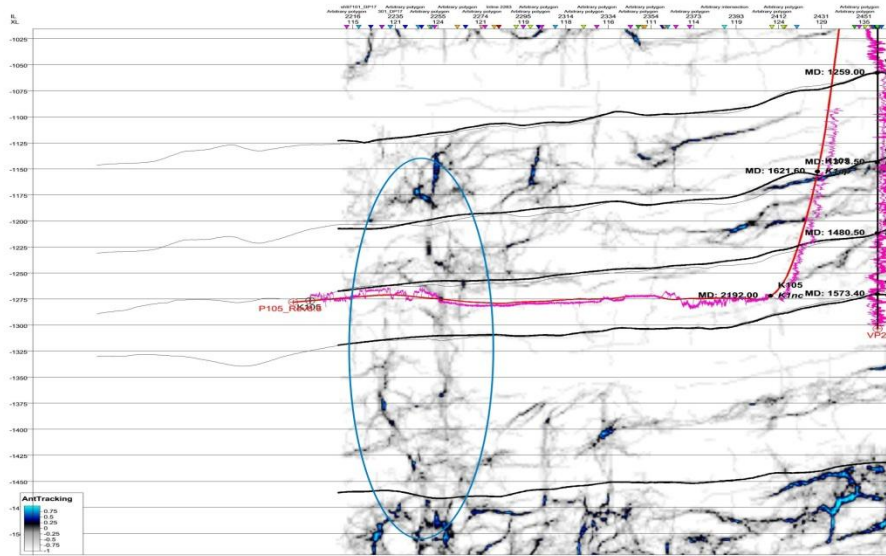


Глубинный разрез из куба свойств глинистости (песчанности) по результатам мониторинга бурения скважины 114

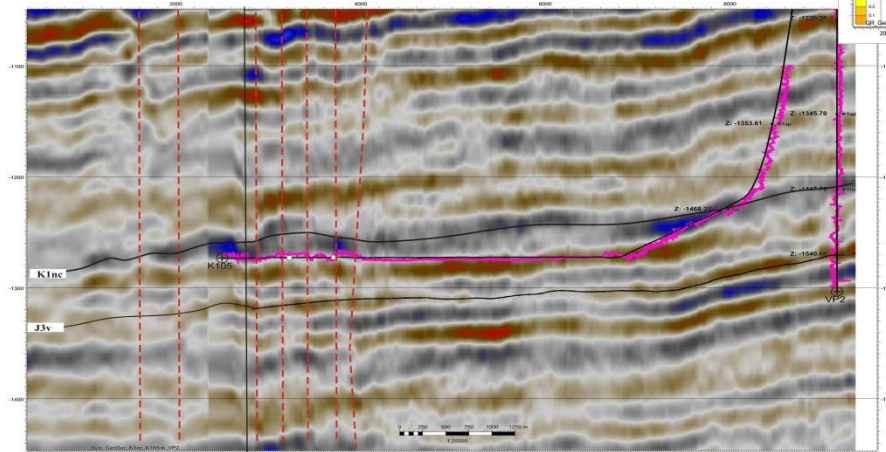
# Прогноз зон трещиноватости по траектории горизонтальной скважины 105(до бурения)



Прогнозный разрез из куба AntTrac до бурения скв.105 (изучение трещиноватости)



 - прогноз зоны трещиноватости подтвержден бурением  
 Временной разрез по траектории скважины 105 (забой 7600 м)

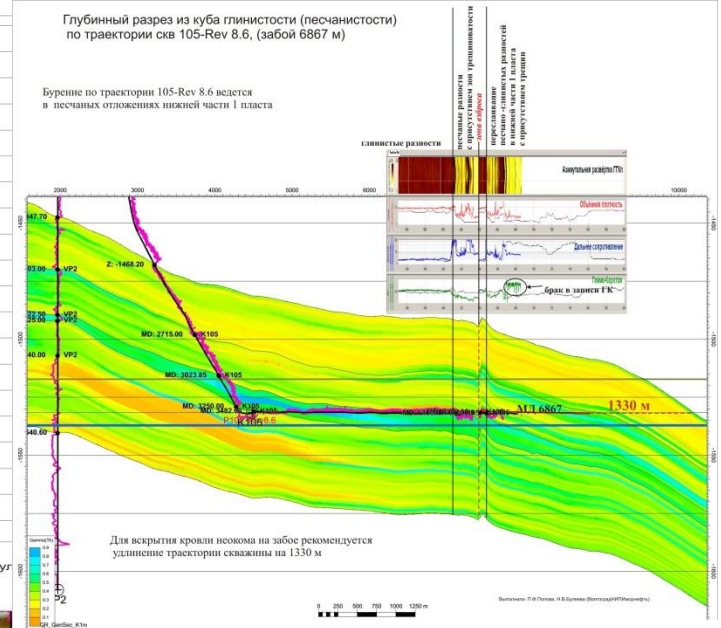


сшивка кубов  
 Геостатистически нарушенная зона с присутствием малоподвижных нарушений

Выполнили: П.Ф.Попова, Н.В.Булева (ВолгоградНИПИморфети)

Глубинный разрез из куба глинистости (песчанности) по траектории скв 105-Rev 8.6, (забой 6867 м)

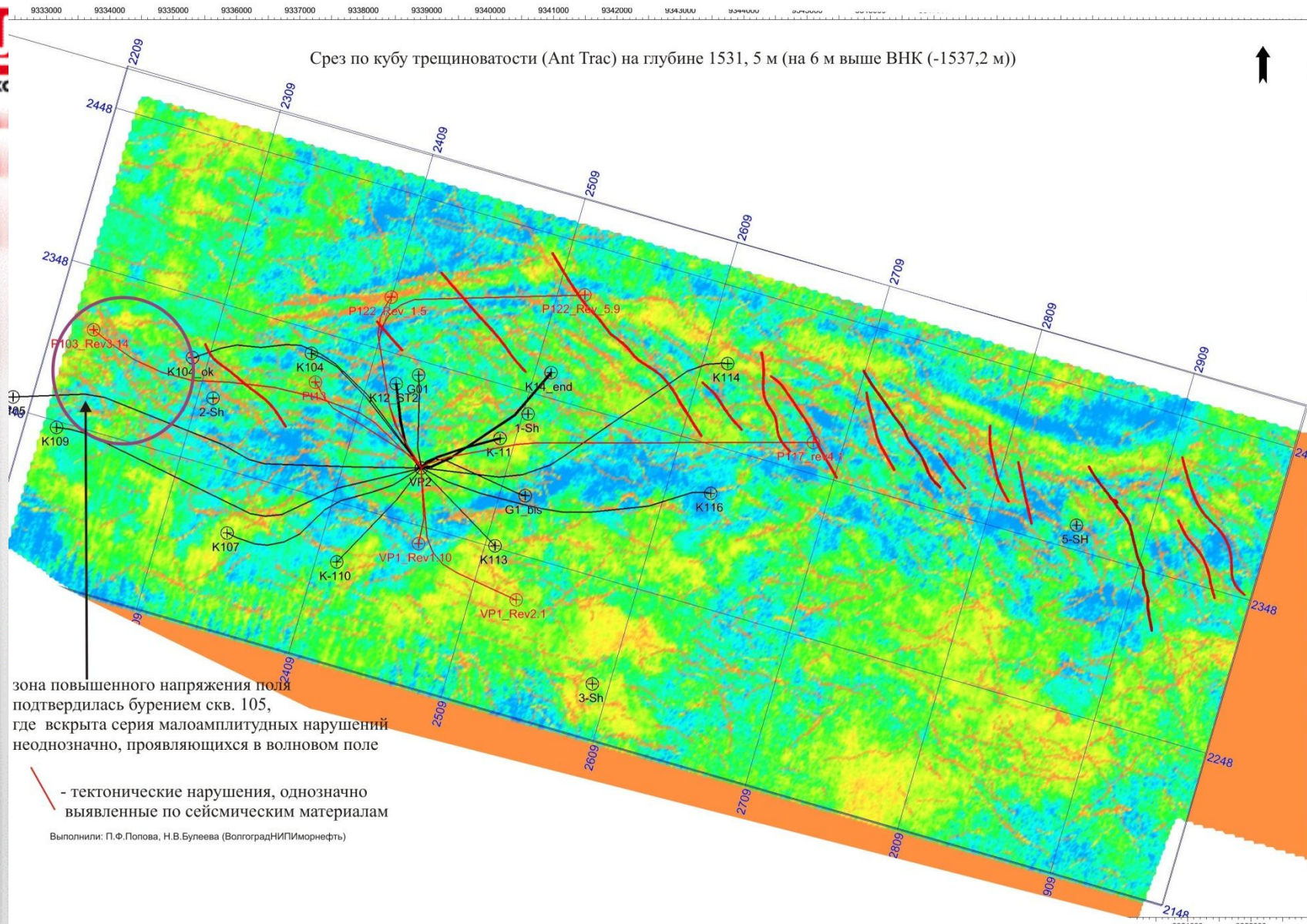
Бурение по траектории 105-Rev 8.6 ведется в песчаных отложениях нижней части 1 пласта



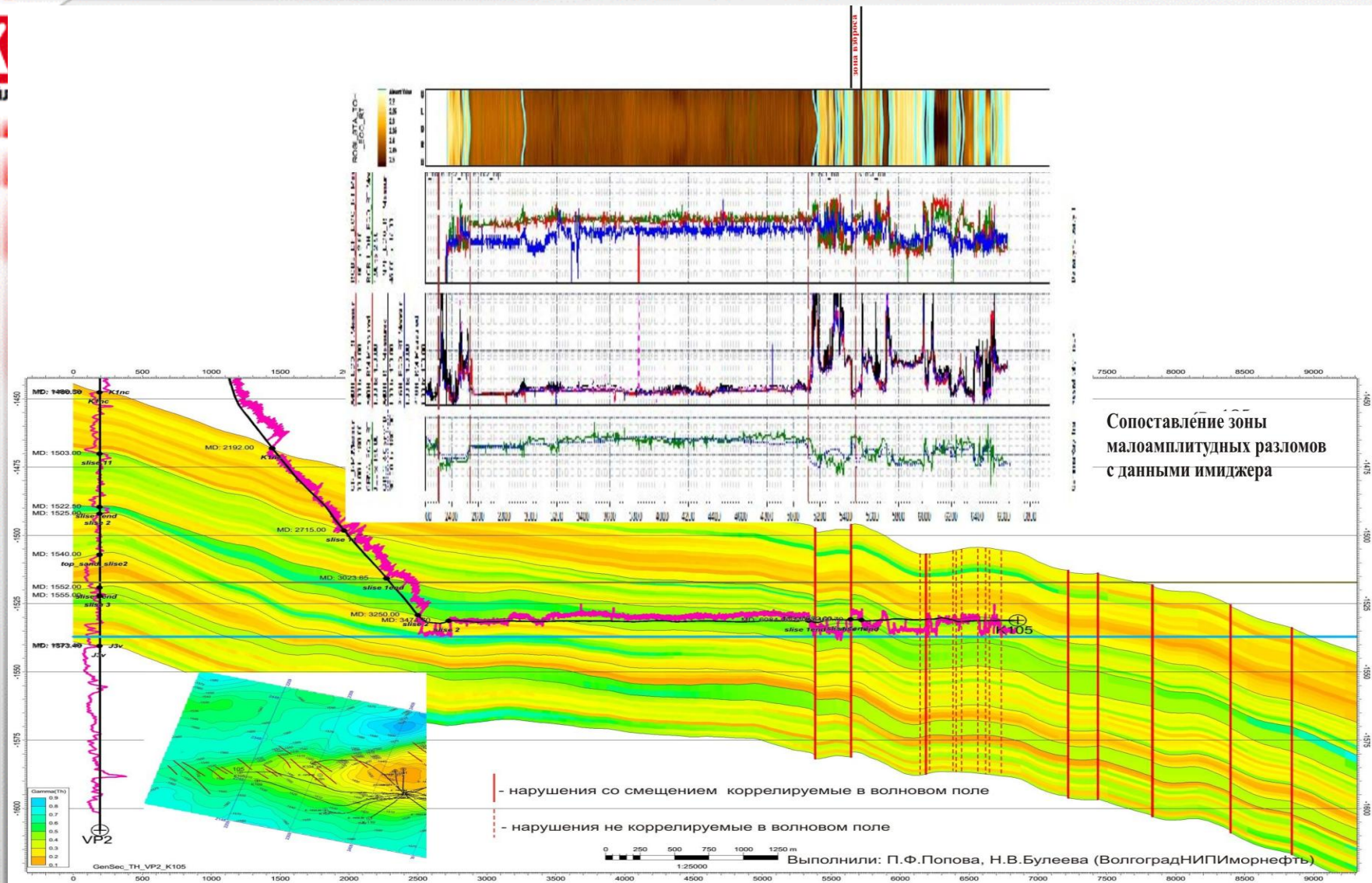
Для вскрытия кровли несома на забое рекомендуется удлинение траектории скважины на 1330 м

## Мониторинг скв. 105

# Поле напряжения по неокомским отложениям из куба Ant Tracking на срезе (глубина -1531,5), где ведется бурение горизонтальных стволов

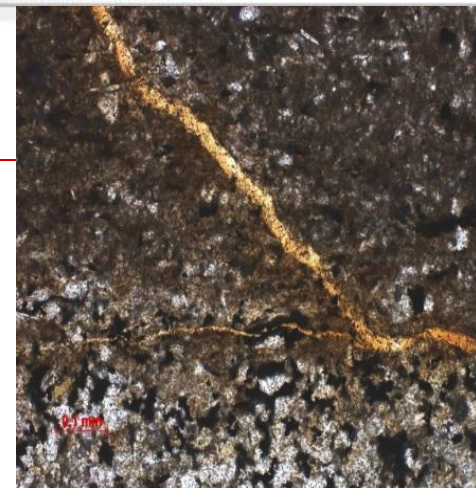
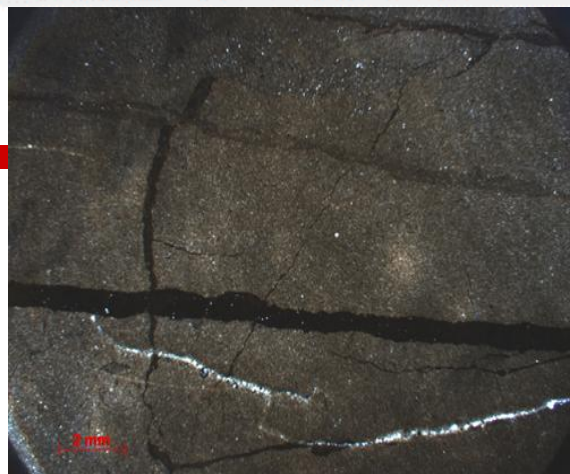
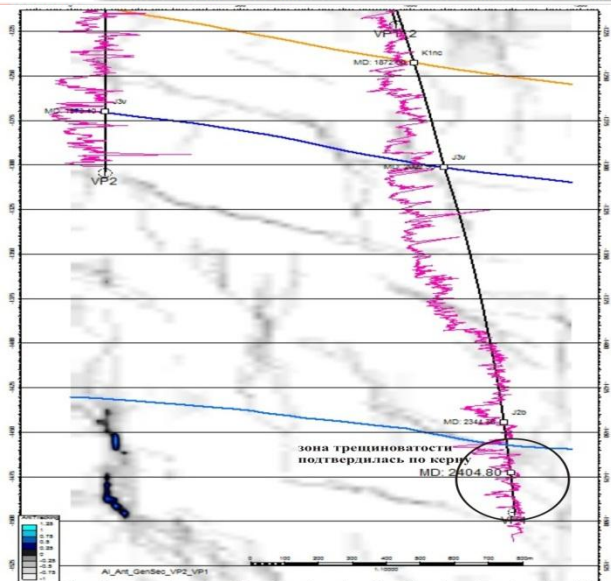


# Результаты мониторинга горизонтальной скважины 105



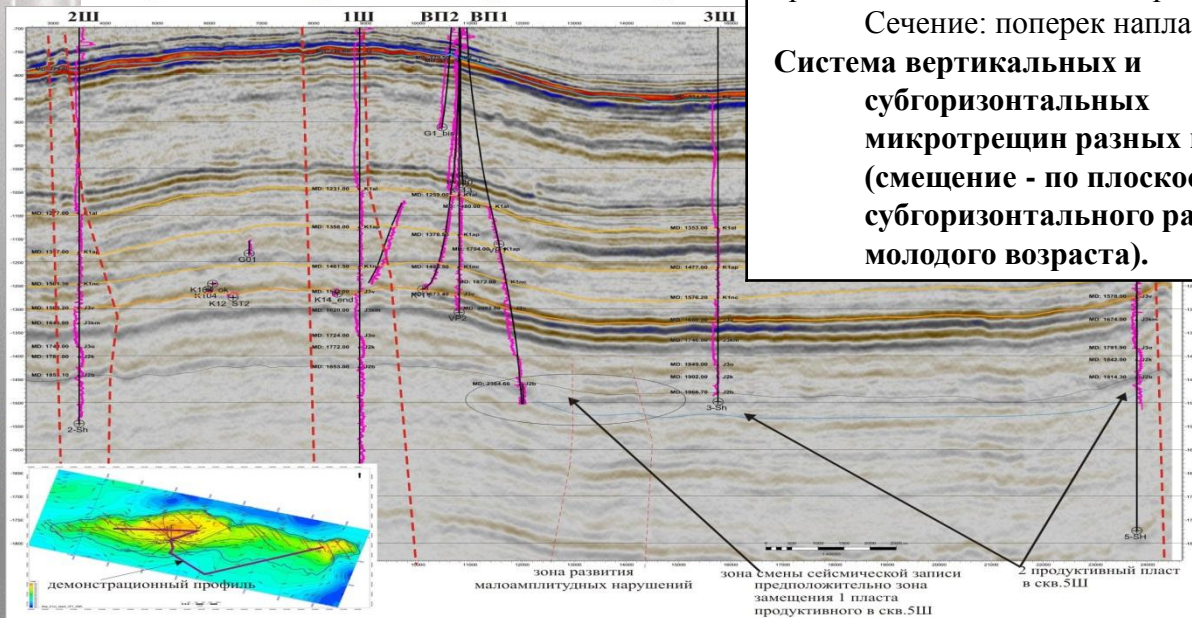
Разрез из куба глинистости (песчистости) по траектории скв. 105

# Увязка поля напряжения пород в пределах скважины ВП-1 по результатам интерпретации данных керна и зон трещиноватости, выявленных по сейсмическим данным



Глуб. 2404,80-2404,85 м.  
 Аргиллит келловейского возраста.  
 Сечение: поперек напластованию.  
**Система вертикальных и субгоризонтальных микротрещин разных генераций (смещение - по плоскости субгоризонтального разрыва молодого возраста).**

Глубина 2381,3м Сечение:  
 поперек напластованию.  
**Система горизонтальных и наклонных нефтенасыщенных микротрещин.**

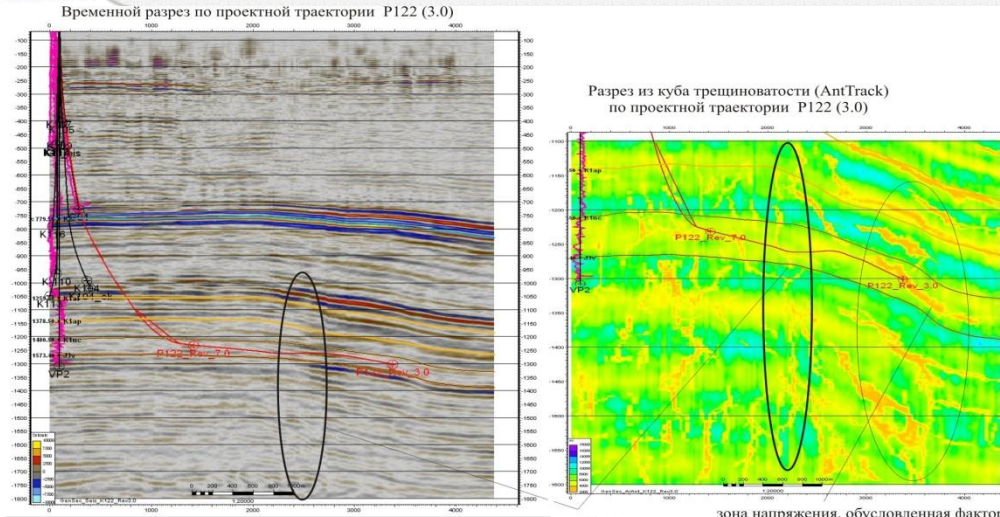


**прогноз зон напряженно-деформированного состояния пород среднеюрского резервуара хорошо согласуется и с данными керна, что неоднозначно видим в динамике сейсмического поля**



# Контроль трещиноватости с использованием механических свойств проходки во время бурения

**Опыт бурения скважин с большим отходом от вертикали на месторождении им. Ю.Корчагина позволил совместно команде специалистов филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ВолгоградНИПИморнефть» в г.Волгограде, Шлюмберже и ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», отработать методику контроля НДС с построением 3Д геомеханической модели**



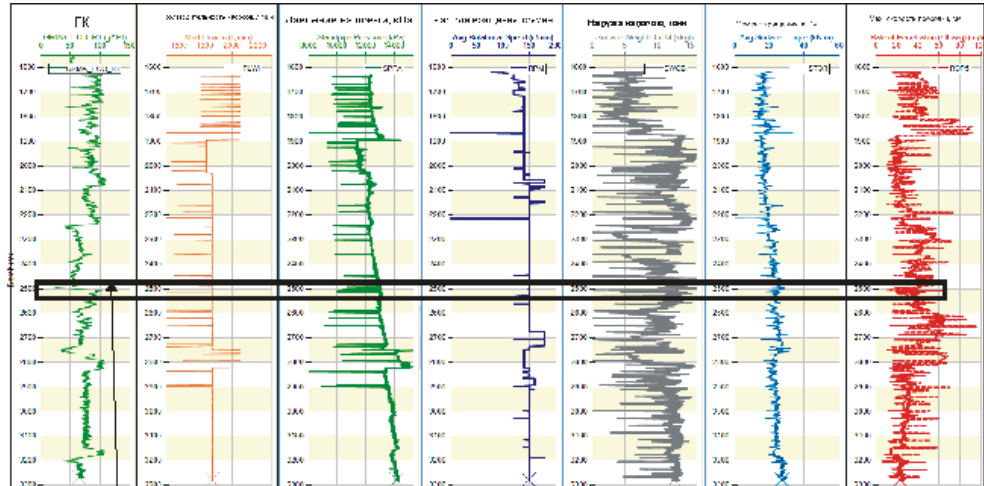
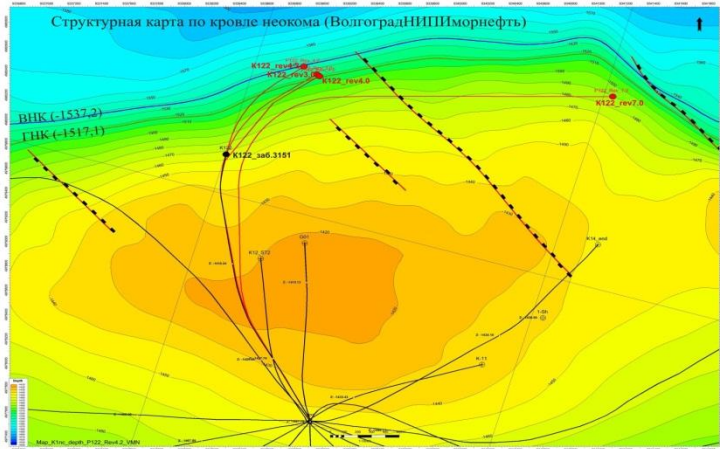
зона напряжения, развитие которой обусловлено формированием северного склона поднятия. Отмечается нарушение слоистости с возможным присутствием трещины

зона напряжения, обусловленная фактором при формировании северного склона (похоже на 104)

Разрез трещиноватости по rev 4.2 не меняется

Обратить внимание при бурении  
Что имеем ?

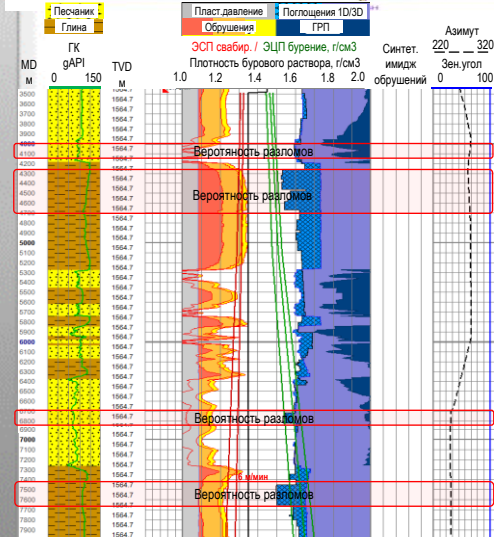
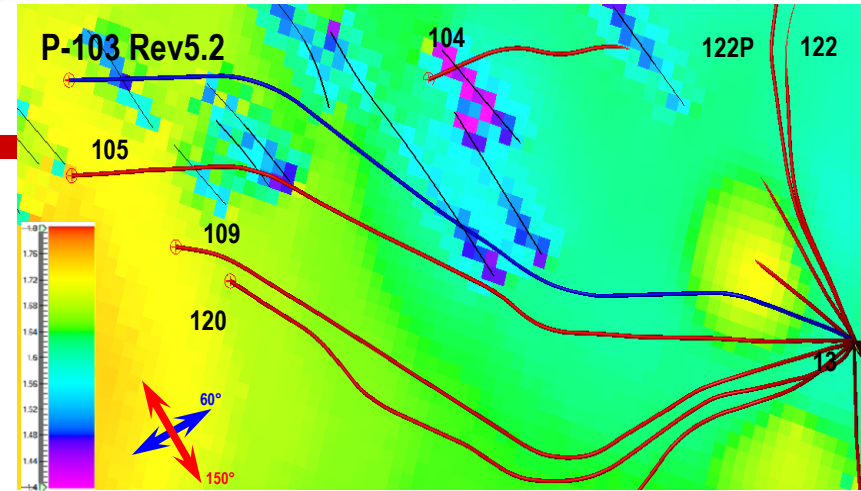
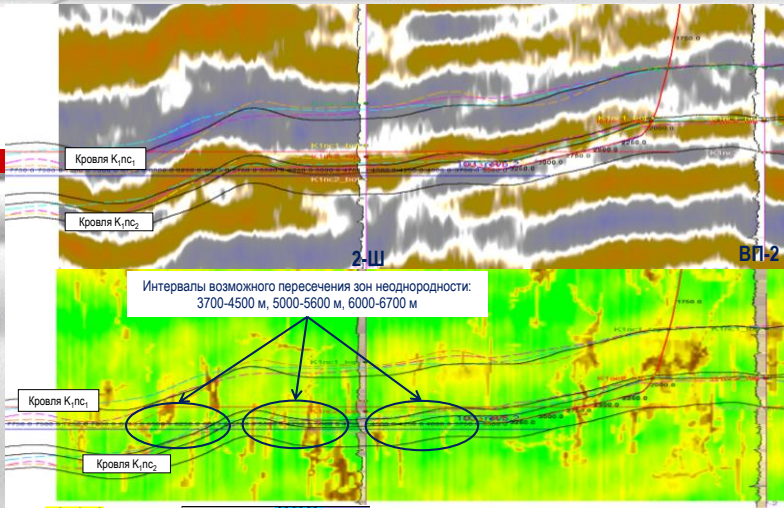
Выполнили: П.Ф.Попова, Н.В.Булеева (ВолгоградНИПИморнефть)



Увеличилась нагрузка на долото, чуть увеличился момент вращения, при этом снизилась проходка  
Как можно проинтерпретировать этот интервал с позиции геомеханики?

Латыпов Л. - Учитывая карбонатизированность трещин, геомеханике они опасностей не представляют

В частности для скважины 103 было выделен риск пересечения до 4 зон трещиноватости разломов, с возможным снижением верхней границы безопасного окна в районе разломов до 1.50 г/см<sup>3</sup>.  
Рекомендуемая для снижения риска поглощений плотность раствора 1.33 г/см<sup>3</sup>.



По данным бурения градиент начала поглощения в районе разломов согласуется с данными 3D моделирования ~ 1.49-1.50 г/см<sup>3</sup>

- В настоящее время при планировании скважин БоВ используются результаты:
- Выделение возможных зон трещиноватости (Ant-Tracking, Min-Curvature)
- Определение разломов в азимуте бурения (сейсмика, Ant-Tracking, Min-Curvature)
- Оценка градиента начала поглощения в зоне разломов (3D геомеханическое моделирование)
- Выбор оптимальной плотности бурового раствора на основе расчета устойчивости ствола
- Разработка мер по предупреждению и минимизации последствий выявленных рисков

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Выделение сети разломов, трещиноватых коридоров имеет важное значение при разведке и эксплуатации месторождений.

Недоучет локализации трещиноватых коридоров приводит к осложнениям на этапе бурения и снижению эффективности разработки залежей углеводородов.

Комплексный подход в изучении разломов и трещиноватости значительно снижает риски осложнений при строительстве сверхпротяженных скважин



---

**Благодарю за внимание**

---