

# **ДВАДЦАТЬ ШЕСТАЯ УРАЛЬСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО ГЕОФИЗИКЕ**

**ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ УРО РАН  
17-21 МАРТА 2025 ГОДА**

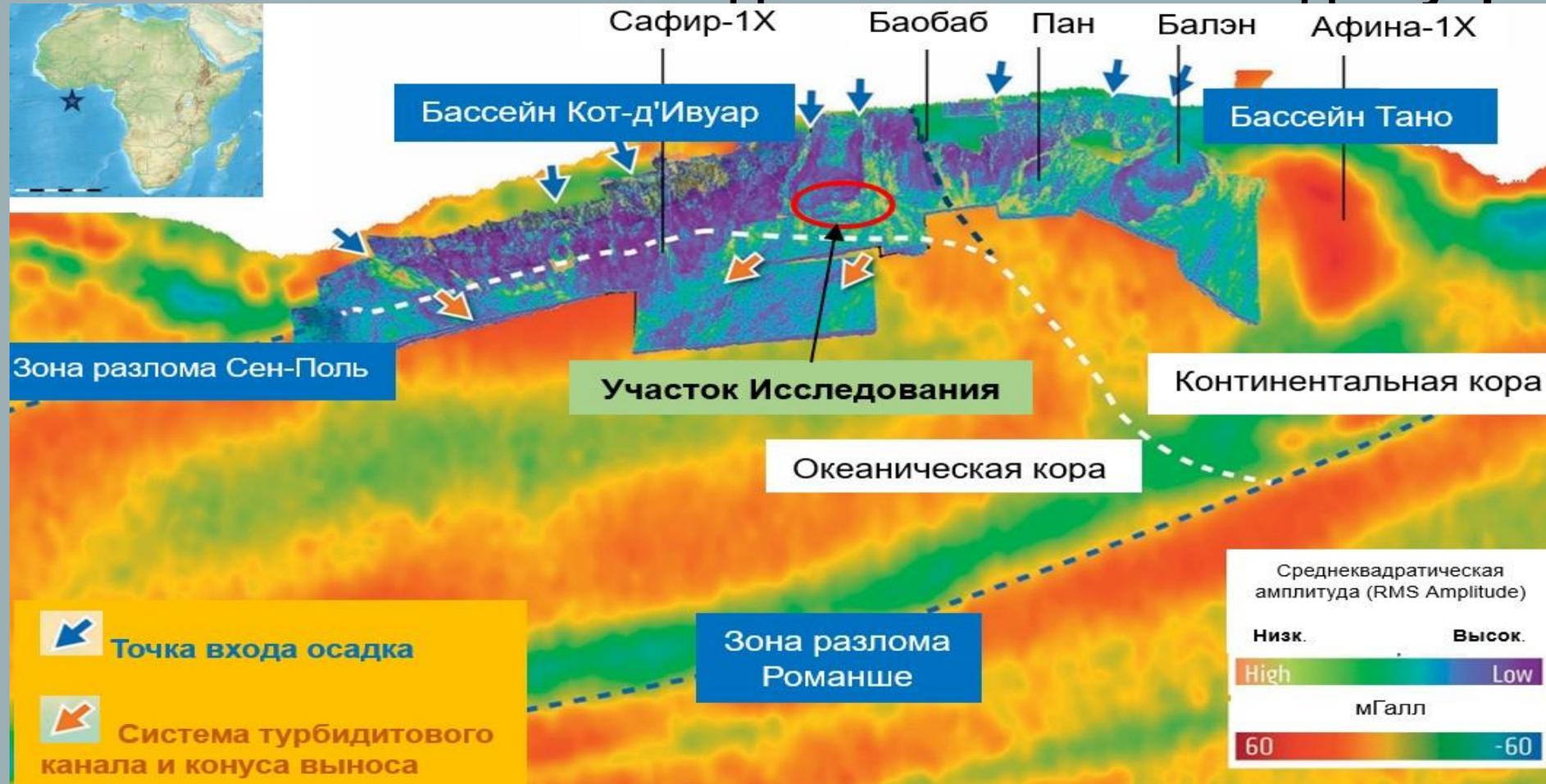
**Г. ПЕРМЬ, РОССИЯ**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТУРБИДИТОВЫХ ПЕСКОВ КОНУСА ВЫНОСА В ГВИНЕЙСКОМ ЗАЛИВЕ**

**Онамун Дезире Люсьен Айемун**

**Аспирант Института «Сибирская школа геонаук», ИРНТУ, г. Иркутск**

# Гвинейский залив и Осадочный бассейн Кот-д'Ивуар



Бассейн Кот-д'Ивуар развивался во время открытия Атлантики, с трансформным рифтингом, начавшимся в позднеюрском и раннемеловом периодах и завершившимся в конце альбского периода образованием океанической коры. К поздне-альбскому и ранне-сеноманскому периодам Бразилия и Западная Африка полностью распались, завершив основную фазу тектонического развития вдоль побережья Гвинейского залива. Бассейн развивался в области относительного тектонического покоя между зонами разломов Сен-Поль и Романше, что привело к образованию грабенов с отрывом и интенсивным обломочным заполнением.

## ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Целью** исследования является выявление роли и повышение эффективности анализа сейсмических атрибутов для изучения турбидитовых песков конуса выноса при прогнозировании характеристик нефтяных месторождений.

**Объект исследования** - Геологический разрез, представленный в виде сейсмической информации.

**Предмет исследования** - Атрибуты сейсмических записей и связи между ними и характеристиками коллекторов нефти и газа как способа к оптимизации прогнозирования и характеристики месторождений углеводородов.

**Сейсмические атрибуты** - это производные показатели из сейсмических данных, которые помогают охарактеризовать геологические особенности подземных пород и улучшить интерпретацию подземных структур. Атрибутный анализ может быть как количественным, так и качественным. Сейсмические атрибуты - это мощный инструмент интерпретации, позволяющий сегментировать данные и улучшать геологические модели. Атрибуты являются лучшими инструментами для выделения интересующей сейсмической характеристики.

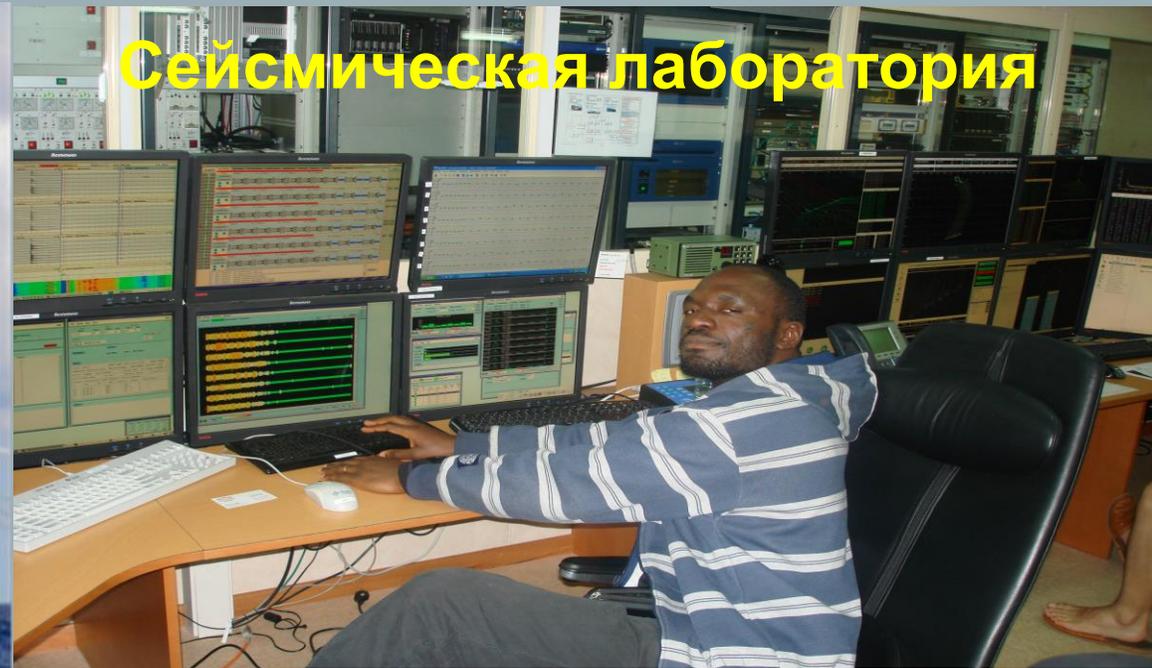
**Доступный набор сейсмических данных** представляет собой 3D- сейсмический куб с временной миграцией до суммирования (PSTM) и с повторной обработкой глубинной миграции до суммирования (PSDM) сейсморазведки, охватывающей основную территорию исследования. Входными данными были амплитуды, а используемым программным обеспечением — пакет Kingdom SMT.

**Стратиграфическая ловушка верхнего мела в турбидитных каналах** является перспективным объектом. Крупный, 2500 км<sup>2</sup>, глубоководный конус выступа был активным на участке изучаемой площади в верхнем меловом периоде, и, в результате, осадочный разрез верхнего мела содержит большое количество канализированных турбидитных песчаных пластов. Каналы имеют разную ширину (100-200 м) и характеризуются различной степенью извилистости. Ожидается, что каналы содержат турбидитные песчаные пласты хорошего качества.

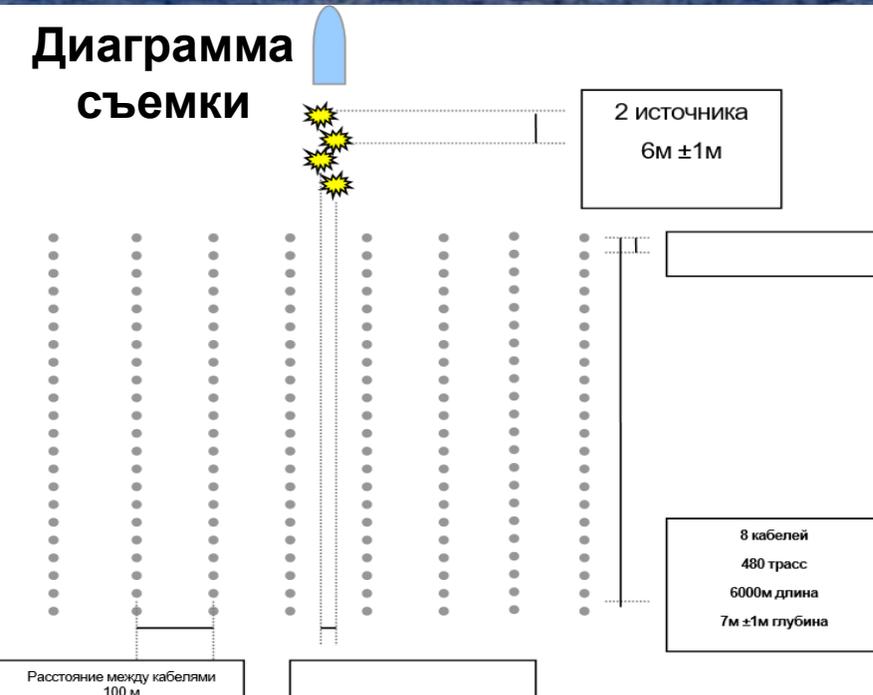
# Краткий обзор 3D морской сейсморазведки в акватории Гвинейского залива



R/V Geowave Master



Сейсмическая лаборатория



Сейсмическая коса



# Краткий обзор 3D морской сейсморазведки в акватории Гвинейского залива

Место съемки расположено в 45 милях к юго-западу от Абиджана, Кот-д'Ивуар. Площадь съемки составила более 1500 км<sup>2</sup> с глубиной воды от 2100–до 2800 м.

Возбуждение упругих колебаний производилось двумя 3460-дюймовыми воздушными пушками BOLT с шагом по профилю 25 м. а регистрация - 3840 - канальной сеймостанцией Sercel Seal с восемью 6-ти километровыми косами.

Размер бина при расстоянии между косами 100 м и номинальной кратности 60 -составил 6,25×25.0 м.,

Этот бассейн имеет идеальные условия для формирования активной углеводородной системы с оптимальной разработкой нефтематеринских пород и комплексов осадконакопления резервуаров. Подтвержденные крупные скопления показали, что в этом хорошо изученном бассейне в отложениях мелового периода на континентальной коре обнаружены значительные объемы углеводородов. Исследуемый блок охватывает площадь 2600 км<sup>2</sup>, где 1545 км<sup>2</sup> было покрыто 3D сейсмической съемкой.

**Баобаб (2001):** Глубина воды от 900 м до 1300 м. Добыча началась в августе 2005 года. Baobab является частью осадочного бассейна Кот-д'Ивуара нижнего мелового периода. Оценочные запасы месторождения составляют 700 миллионов баррелей нефти. Извлекаемые запасы оцениваются в 200 миллионов баррелей нефти с 23° API.

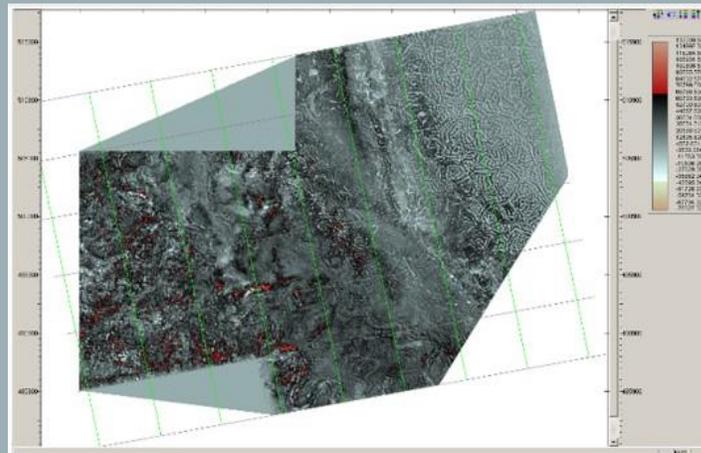
**Пан (2012)** —глубоководная разведочная скважина, обнаружила 31 метр чистой нефтеносности в общем интервале 74 метра турбидитных песков; легкая нефть плотностью 41 градус API; конечная глубина 5090 метров на глубине воды 2193 метра.

**Сафир (2014):** Компания Total сделала «очень многообещающее» открытие легкая нефть на глубине 2300 м. Saphir-1XB была пробурена с помощью полупогружного аппарата на общую глубину 4655 м и обнаружила около 40 м чистой продуктивной толщи, содержащей легкую нефть 34° API, через ряд тонких песков на протяжении около 350 м.

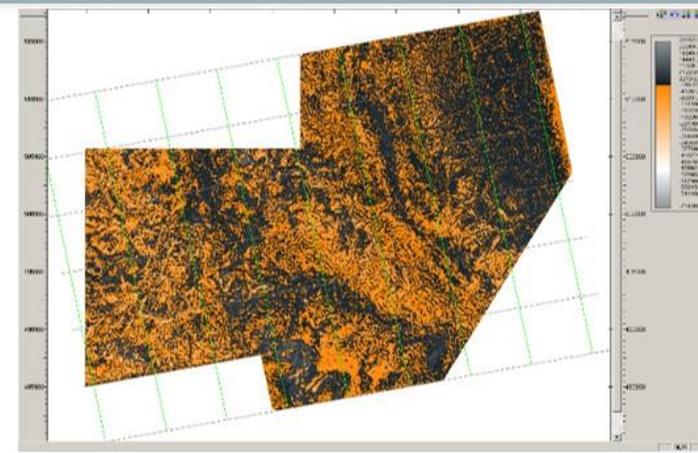
**Балэн (2021)**— крупнейшее углеводородное открытие. легкая нефть (40° API) на двух различных стратиграфических уровнях. Скважина была пробурена на глубине около 1200 метров и достигла общей глубины 3445 метров. Наличие легких нефтеносных интервалов сантонского и сеноманского/альбского возраста. Потенциал открытия можно оценить в пределах от 1,5 до 2,0 миллиардов баррелей нефти на месте.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

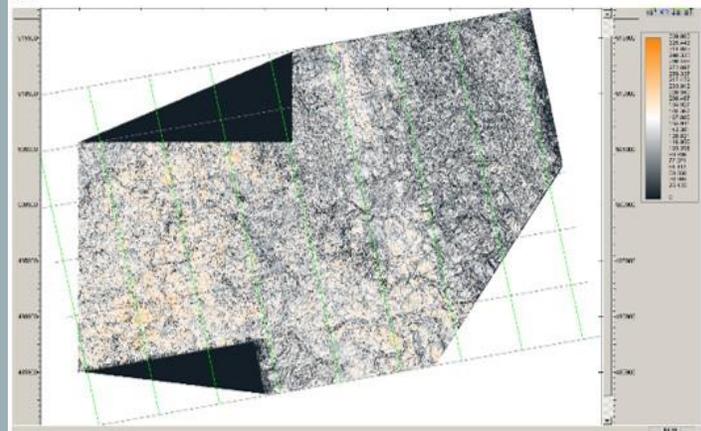
Были выбраны карты атрибутов, которые хорошо соответствуют обнаружению каналов. Это относительный акустический импеданс (ОАИ) (a и d ) и вторая производная огибающей (ВПО) ( b). Карта атрибута глинистого индикатора (ГИ) (c) поможет оценить содержание глины в каналах. Карты атрибутов ОАИ и ВПО позволили полностью обнаружить многие каналы и отобразить основные литологические особенности на карте. Среднее расширение каналов составляет 10 км в длину и 1,4 км в ширину.



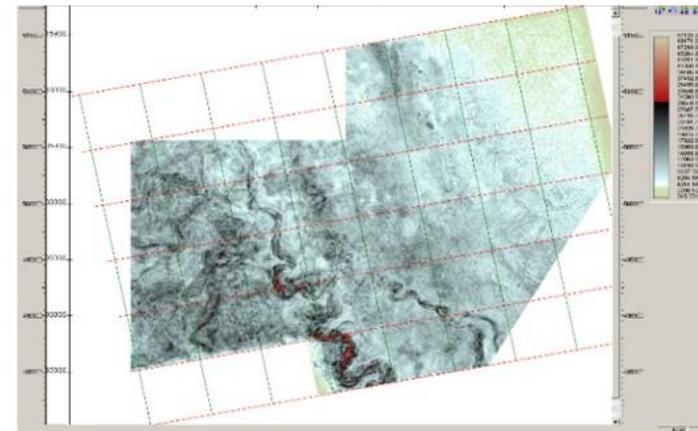
a



b

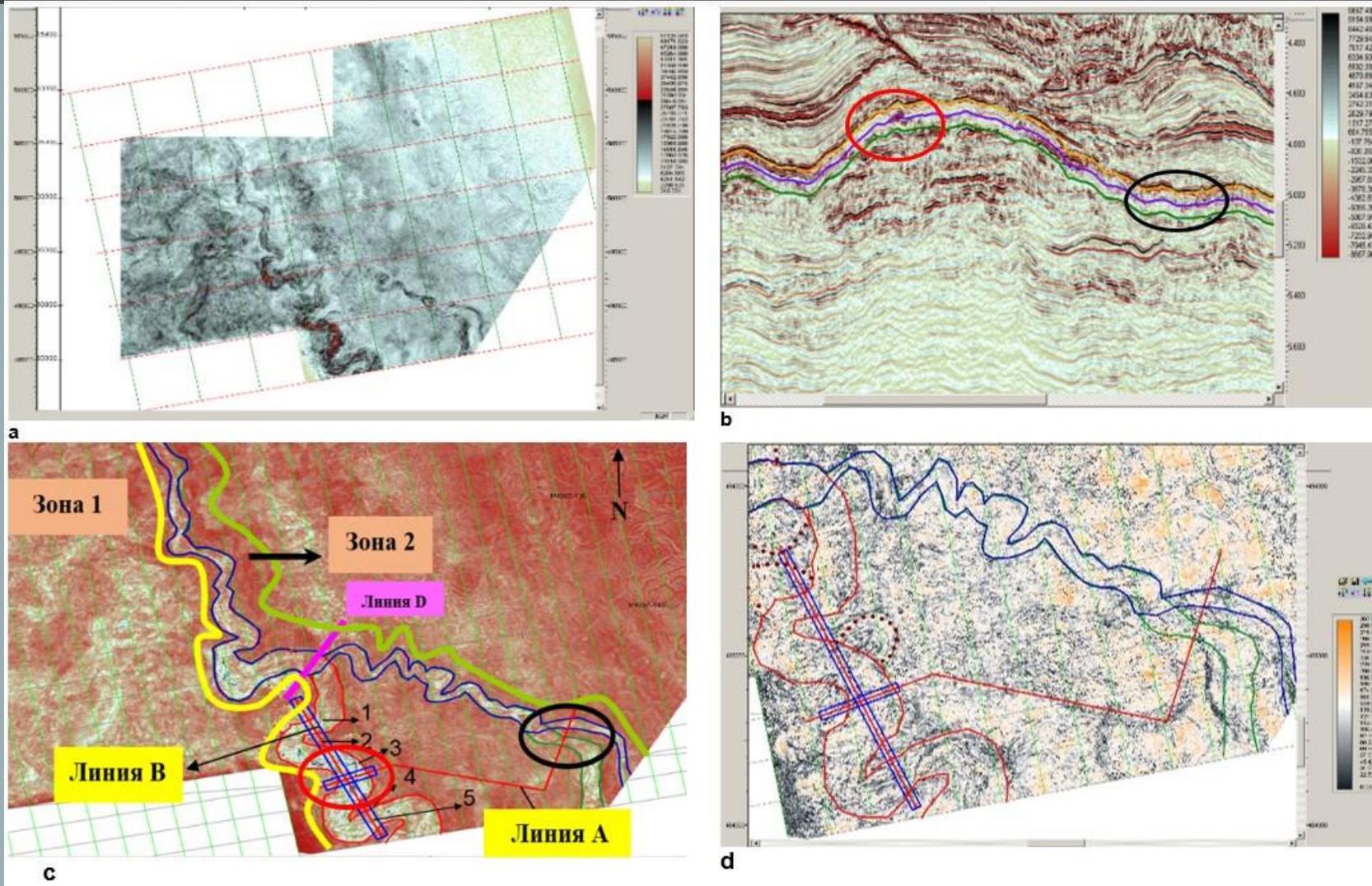


c



d

# ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ ВНУТРИ КАНАЛОВ: ДЛЯ АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ЭТИХ КАНАЛОВ ИССЛЕДУЕМАЯ ОБЛАСТЬ БЫЛА РАЗДЕЛЕНА НА ДВЕ ЗОНЫ



Атрибут объема *VatMAV* с разграничением областей исследования

- a.* Относительный акустический импеданс; *b.* верхний Маастрихт темно-желтый цвет, верхний Маастрихт + 100 мс вниз зеленый цвет и вычисленный горизонт фиолетовый цвет; *c.* Определение области исследования; *d.* глинистый индикатор в каналах

Предполагается, что первая зона старше второй, содержащей каналы. Это предположение можно объяснить отсутствием связи между этими двумя зонами.

В этой работе исследование сосредоточено на зоны 2.

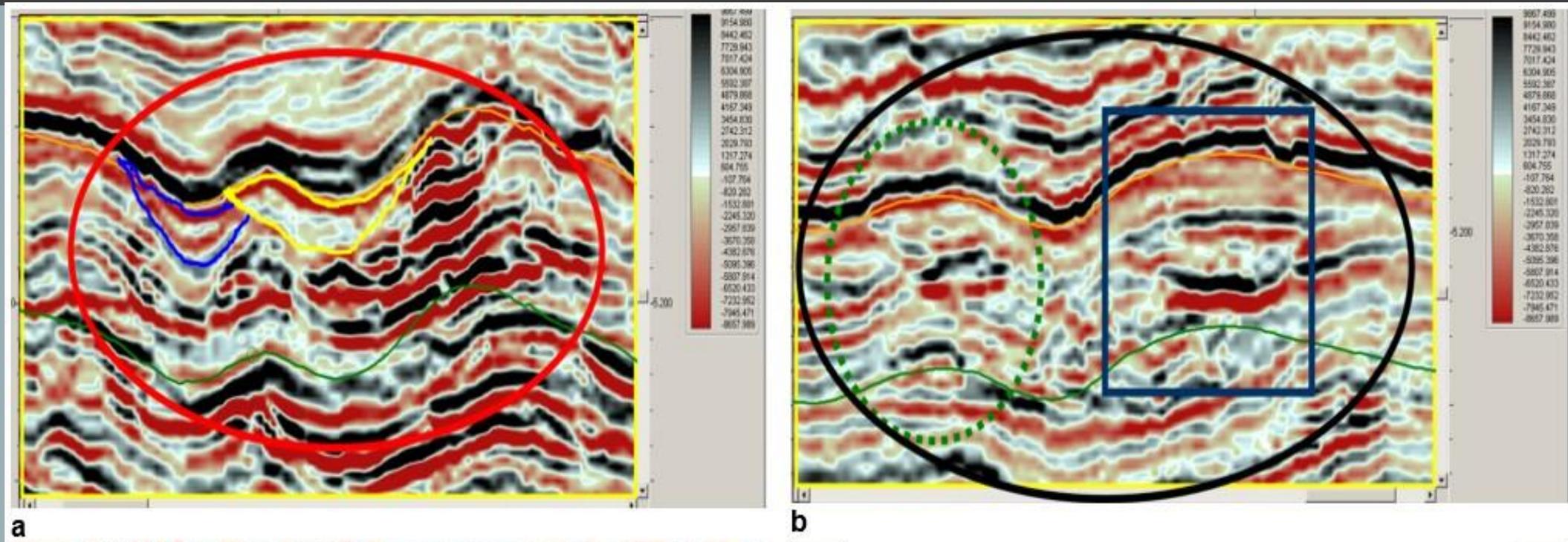
Средний размер красного канала составляет около 1150-1300 м, в то время как зеленый варьируется от 850 до 1100 м, а в конце синий имеет значения, включающие интервал 450-500 м.

Для изучения содержания осадка включается в атрибут глинистого индикатора. Анализ этого атрибута ясно показывает, что каналы в основном песчаные. Таким образом, по этому наблюдению среднее значение глины составляет около 25% по сравнению с 75% для песка, если рассматривать все каналы в целом.

Общее перераспределение глины и низкий ОАИ показаны на полигоне А, где красной линией показано среднее значение глинистых пород 150. Если значение ГИ выше 150, над песком преобладает глина. Если оно ниже 150, то наблюдается преобладание песка над глиной.

Полученные результаты и интерпретация нуждаются в дальнейшем подтверждении трехмерной диаграммой распределения территории и, наконец, данными, полученными в результате каротажа и анализа керна. Разработаны новые методы, которые могут помочь оптимизировать работу резервуаров. Например, сравнение сейсмических и скважинных данных для количественного прогнозирования эффективных толщин коллекторов с использованием алгоритмов машинного обучения.

# ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

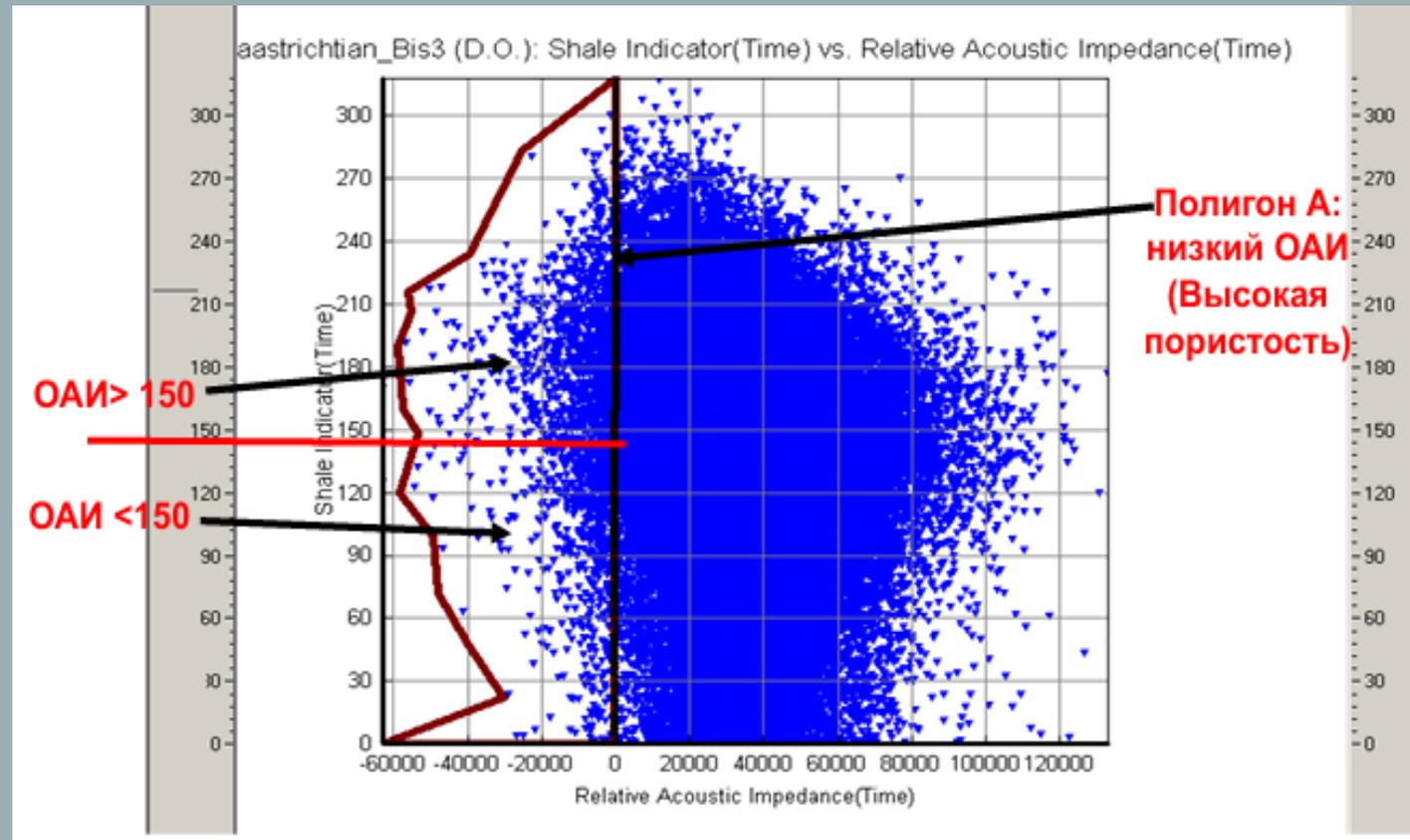


## *Изучение внутреннего строения турбидитных каналов*

*а. Увеличение пересечения Красного канала с линией А; б. Увеличение пересечения зеленого канала (зеленый) и синего канала (синий) с линией А;*

Акустический импеданс, - произведение интервальной скорости на плотность, является одним из важнейших свойств горных пород, которые можно извлечь из данных поверхностной сейсмоки. В данном случае ОАИ атрибута пласта лучше отображал каналы. Цветовая шкала также влияет на обнаружение каналов, что может привести к ошибкам. В коллекторе акустический импеданс обратно пропорционален пористости и служит прямым индикатором углеводородов. ВПО позволяет измерить резкость пика огибающей и отображает все пики огибающей и часто относится к литологии и условиям осадконакопления. ГИ отображает вариации распространения глинистых пород.

# КРОСС-ПЛОТ: «ГЛИНИСТЫЙ ИНДИКАТОР / ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ АКУСТИЧЕСКИЙ ИМПЕДАНС»



Фация высокой пористости в полигоне А с низким ОАИ покрывает примерно 1/3 каналов, тогда как 2/3 имеют высокий ОАИ. Заметны песчаные участки при переходе от прямой формы русла к извилистой, а также на извилистых участках вдоль предполагаемого тальвега русла. Оба явления можно объяснить изменениями в энергетическом режиме: скоростью потока и его пропускной способностью— более крупные зерна отлагались вблизи изменения наклона, на что указывает на смену наклона вниз на меандры. Энергия и способность потока снизились, что привело к отложению песка. Более грубый материал также, вероятно, откладывается вблизи тальвега и подрезанного склона, тогда как мелкие осадочные частицы остаются в намывах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа актуальна и позволила показать эффективность анализа сейсмических атрибутов для прогноза и описания характеристик залежей углеводородов. Используя доступный набор сейсмических данных, были локализованы русловые системы, а затем изучены их литологический состав и свойства, способствующие обнаружению областей вероятного скопления углеводородов.

Наблюдение и интерпретация геологических событий на данном этапе изучения носят качественный характер. Основная идея распределения потенциальных коллекторов может быть выработана путем анализа кросс-плота, а области с хорошими коллекторскими свойствами могут быть предложены в качестве объекта бурения с целью уточнения количественных показателей.

Поэтому настоятельно рекомендуется обратить внимание на области, оцифрованные в результате анализа перекрестных графиков, и углубить этот первый и предварительный этап анализа путем проведения количественных исследований.

Это поможет получить более надежные результаты и реальное представление о приуроченности углеводородов. Например, настоятельно рекомендуется провести геофизические исследования скважин и анализ кернa.