

УДК 550.8.05

DOI: 10.31660/0445-0108-2024-3-58-72

Опыт применения сейсмofациального анализа на этапе поисковых и разведочных работ

А. М. Шешукова, Е. В. Смирнова*, С. В. Васянина

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

**Evsmirnova2@tnnc.rosneft.ru*

Аннотация. Вопросы практического применения результатов сейсмofациального анализа беспокоят недропользователей и специалистов научных институтов нефтегазовой отрасли. Не всегда очевидно, какой вклад вносит эта работа в результат геологического моделирования и какую имеет значимость при комплексировании материалов площадных сейсмических исследований, геофизических исследований скважин и данных керна. При этом заинтересованность в данном виде работ снижается по мере разбуривания месторождений, хотя при увеличении скважинных данных достоверность результатов сейсмofациального анализа значительно повышается, появляются дополнительные возможности поиска перспективных и невыработанных зон залежи. В связи с этим основная задача статьи — напоминание общественности о важности данной составляющей геологического моделирования, демонстрация примеров практического применения сейсмofациального анализа, разных подходов к картированию сейсмofаций. В статье описаны подходы сейсмofациального анализа на разных стадиях изученности перспективных площадей и месторождений с учетом 2D и 3D сейсморазведочных работ (СРР). Отмечено, что применение нейронных сетей для расчета сейсмokлассов позволяет работать с разными входными данными: объемные кубы цифрового материала и двухмерные карты, построенные по результатам интерпретации СРР. Уделено внимание роли сейсмofациального анализа в создании геологических моделей и оценке ресурсной базы. Показан вариант расчета трехмерного куба литологии и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов с учетом сейсмо- и литофациального анализа с кратким описанием алгоритмов моделирования. На примере участка моделирования продемонстрировано влияние результатов сейсмofациального анализа на распределение коллекторов в трехмерной геологической модели и картирование зон вероятной глинизации продуктивного пласта.

Ключевые слова: сейсмofациальный анализ, сейсмokласс, сейсмический атрибут, динамический анализ, нейронные сети, геологическая модель

Для цитирования: Шешукова, А. М. Опыт применения сейсмofациального анализа на этапе поисковых и разведочных работ / А. М. Шешукова, Е. В. Смирнова, С. В. Васянина. – DOI 10.31660/0445-0108-2024-3-58-72 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 3. – С. 58–72.

Experience in seismic facies analysis application during prospecting and exploration

Alexandra M. Sheshukova, Elena V. Smirnova*, Svetlana V. Vasyanina

Tyumen Petroleum Research Center LLC, Tyumen, Russia

**Evsmirnova2@tnnc.rosneft.ru*

Abstract. Issues of practical application of the results of seismic facies analysis are of concern to subsoil users and specialists from scientific institutes in the oil and gas industry. It is not always evident what contribution this work makes to the outcome of geological modeling and what significance it has when integrating materials from areal seismic studies, geophysical well surveys and core data. At the same time, interest in this type of work decreases as fields are drilled, although with increasing well data, the reliability of the results of seismic facies analysis increases significantly, and additional opportunities arise to search for promising and undeveloped zones of the deposit. In this regard, the main objective of the article is to remind the public of the importance of this component of geological modeling, to illustrate the practical applications of seismic facies analysis, and to present various approaches to seismic facies mapping. The article describes approaches to seismic facies analysis at different stages of exploration of promising areas and fields, taking into account 2D and 3D seismic exploration. It is noted that the use of neural networks for calculating seismic classes makes it possible to work with different input data, including volumetric cubes of digital material and two-dimensional maps constructed from the results of seismic exploration. Attention is paid to the role of seismic facies analysis in creating geological models and assessing the resource base. An option is shown for calculating a three-dimensional cube of lithology and reservoir properties taking into account seismic facies analysis and lithofacies analysis with a brief description of modeling algorithms. The impact of seismic facies analysis and lithofacies analysis results on the distribution of reservoirs within the three-dimensional geological model is illustrated through the example of the simulation area. Furthermore, the mapping of zones of probable claying of the productive formation is demonstrated.

Keywords: seismic facies analysis, seismic class, seismic attribute, dynamic analysis, neural networks, geological model

For citation: Sheshukova, A. M., Smirnova, E. V., & Vasyanina, S. V. (2024). Experience in seismic facies analysis application during prospecting and exploration. *Oil and Gas Studies*, (3), pp. 58-72. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-3-58-72

Введение

Геологам на любом этапе изученности месторождения для создания достоверной модели необходимо решать задачи площадного анализа при работе с новыми слаборазбуренными участками или разрабатываемыми пластами, изученными сетью скважин. Одним из методов площадного анализа является сейсмофациальная классификация на основе набора сейсмических атрибутов. На разведочном этапе сейсмофациальный анализ помогает геологу выбрать лучшие участки на месторождении или выявить рискованные. На месторождениях с высокой плотностью разведочных и эксплуатационных скважин на этапе промышленной эксплуатации сейсмофациальный анализ позволяет выявить и уточнить площадные направления гидродинамической связанности коллекторов в межскважинном пространстве, обособленные литологические зоны внутри пласта. При этом из-за относительной условности результата, связанной с недостаточным количеством скважин, с качеством сейсморазведочных материалов или неоднородностью пласта, превышающей разрешающую способность высокоточных сейсмических исследований, можно предположить, что данный вид работ не обязателен, а аналогичных результатов можно добиться с помощью атрибутного анализа и прогноза, по мере разбуривания предпочесть математические методы интерполяции. Но такой подход значительно сокращает возможности получения достоверного результата и изучения межскважинного пространства.

Комплексирование сейсмофациального, литофациального анализа с материалами геофизических исследований скважин (ГИС) и учет результатов в трехмерном геологическом моделировании помогают уточнить начальную ресурсную базу, распределение остаточных запасов, повысить эффективность проектирования разработки на любой стадии изученности месторождения поисково-разведочным и эксплуатационным бурением.

Объект и методы исследования

Как известно, изменение динамических характеристик волнового поля непосредственно связано с изменением литологического состава пород в пласте или петрофизических свойств самой породы. На данном принципе основано выделение сейсмофаций.

Сейсмофациальный анализ основывается на изучении внутреннего строения комплексов осадочных пород по сейсмическим данным и направлен на определение соответствия определенным типам литологии, а также на выяснение палеотектонических и палеогеографических условий формирования осадочных комплексов и их формационной принадлежности [1].

Сейсмофации можно разделить на два вида:

- по форме сейсмического импульса;
- по сейсмическим атрибутам.

Основной принцип выделения сейсмофаций по форме сейсмического импульса заключается в том, что геометрическая форма сейсмической фациальной единицы и ее расположение относительно других фациальных единиц могут указывать на региональную обстановку осадконакопления. Существенные изменения фациальной обстановки отражаются в волновом поле в виде различий в форме сейсмических трасс [2].

Процесс построения схем сейсмофаций основан на технологии самоорганизующихся нейронных сетей, который ищет повторяющиеся формы трасс в выбранном временном окне. На первом этапе исходные трассы амплитудного куба систематизируются по форме в исследуемом интервале. Априорная форма импульса определяется как функция скорости изменения трассы от одного ее отсчета к другому, то есть наклонами отрезков трассы между соседними отсчетами.

Вторым этапом устанавливаются формы модельных трасс. Их количество фиксируется пользователем и рассматривается как число различных классов трасс. Количество классов определяется опытным путем. Если классов очень мало, то классификация становится неинформативной, если же задать очень большое количество классов, то нарушается общность карты. Система изменяет модельные трассы при каждой итерации для подбора окончательных форм, которые бы наиболее полно описывали весь диапазон изменения волновой картины по площади.

На третьем этапе отобранные модельные трассы последовательно сравниваются с реальными сейсмическими данными. Каждой реальной трассе присваивается номер того модельного класса сейсмофаций, к которому данная трасса наиболее близка по критерию идентичности. Окончательный

результат представляет собой карту сейсмофаций и набор модельных трасс, которые совместно описывают разнообразие форм сигналов по всей площади в заданном интервале. В процессе классификации учитывается расположение каждой трассы относительно соседней трассы, образуя последовательность, в которой каждая заданная трасса модели имеет наибольшее сходство со своими непосредственными «соседями».

Данный метод отлично работает при хорошей изученности территории сейсморазведочными работами (СРР) МОГТ 3D. Однако получить качественную основу удастся далеко не всегда, результат сильно зависит от качества проведенных полевых работ, технологии обработки и интерпретации, качества увязки сейсмоданных разных лет между собой, также важную роль играют непосредственно сейсмогеологические условия.

Вторая методика расчета сеймоклассов также основана на использовании нейронных сетей, но за основу для анализа используются различные карты и атрибуты, полученные в ходе интерпретации сейсмических данных и которые наиболее полно отражают геологию территории [3]. Нейросеть обрабатывает поданные на вход карты и анализирует данные с помощью весов и смещений, помогая найти неявные связи между различными типами данных и расклассифицировать их по территории на однородные области. Количество таких областей (классов) определяется опытным путем в зависимости от поставленных задач. Методика подразумевает собой комплексирование результатов структурной и динамической интерпретации сейсмических данных и детального фациального анализа с использованием седиментологического описания керна и данных ГИС.

Данный метод хорошо подходит для решения задачи прогнозирования фациального состава отложений в региональном масштабе с использованием большого количества различных по точности и плотности данных сейсморазведки (2D и 3D), главным показателем применимости служит увязка данных между собой по амплитудно-частотным характеристикам.

Материалы и методы исследования: геолого-геофизические данные по исследуемой территории и скважинам; анализ результатов региональных научно-исследовательских работ; интерпретация сейсморазведочных работ, геофизических исследований скважин; исследования керна; сеймофациальное и геологическое моделирование.

Результаты

Применение сеймофациального анализа для создания сейсмогеологической модели и локализации литологических объектов

Выделение и геометризация перспективных объектов на больших территориях с различной степенью изученности являются достаточно сложной задачей. В научно-исследовательской работе, выполненной ООО «ТННЦ» под руководством Е. А. Потаповой и Е. А. Иванова, как дополнительный инструмент для анализа применена методика расчета карт сеймоклассов по динамическим атрибутам и картам [3].

Для расчета карт сейсмофаций в качестве исходных данных использовались следующие:

- карта динамического атрибута, имеющего наиболее значимую связь с фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС), отражающими геологическую обстановку осадконакопления исследуемого интервала;
- карта изохрон по анализируемому отражающему горизонту (ОГ);
- карта временных толщин в интервале от текущего отражающего горизонта до дна палеобассейна.

Заданный набор данных (рис. 1) для расчета карт сейсмоклассов учитывает палеоструктурный план, современный структурный фактор и изменение амплитуд.

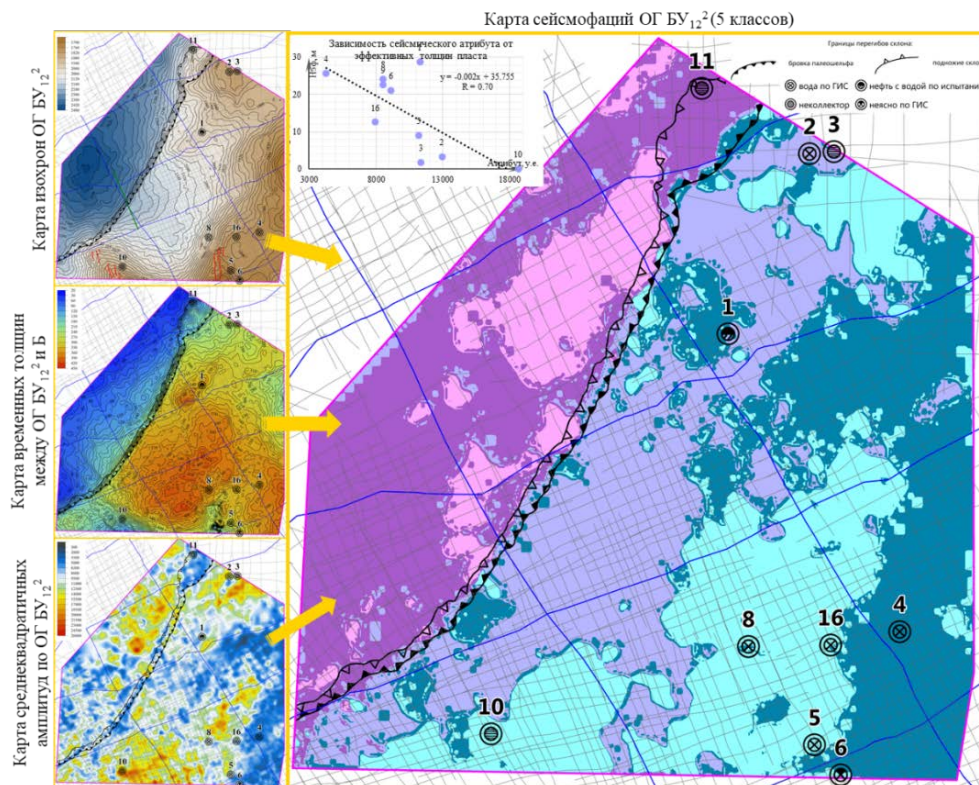


Рис. 1. Исходные данные для расчета карты сейсмоклассов [3]

После получения карт сейсмофаций сами классы фаций сопоставляются с имеющейся скважинной информацией. Анализ литологии и насыщения отложений по скважинам позволяет выделить по фациям границы распространения пород-коллекторов и контуры ловушек неантиклинального типа.

Для ачимовской толщи критерием выделения объектов в трактах FSST является наличие конусов выноса в пределах увеличенных толщин и

замкнутых структур. Для шельфовой части характерны изолированные тела небольших размеров — динамические аномалии и замкнутые структуры.

Анализ глубоководной части комплекса имеет некоторую специфику. Объекты, выделенные на значительном удалении от склона, отнесены к объектам с низкой вероятностью существования резервуара, закартированы отдельно. У подножия склона по картам сеймоклассов выделяются конусы выноса. Максимально возможный закартированный контур ловушки, выделенный по сеймофациям, отсекается границей склона на момент окончания формирования отложений комплекса, при этом не учитывается возможное строение конуса на начало формирования отложений.

Для прогноза развития песчаных пород в подсклоновой части пласта рекомендуется применять карты толщин фондоформы, построенные различными методами. Одним из вариантов решения служит методика идеального седиментационного тренда (ИСТ) [4], основанная на фиксации аномалии мощностей в фондоформенной части комплексов относительно их среднего значения.

Комплексное применение методик позволяет выделить ловушки разного типа, провести более точный анализ вероятности существования резервуара и, как результат, уточнить ресурсную базу исследуемого региона.

Например, скважина 1 (см. рис. 1), в которой по испытаниям получена нефть с водой, по сеймофациям находится в отдельной песчаной линзе. Предполагается, что скважина вскрывает барьерное тело. Анализ волновых характеристик в районе скважины показал появление дополнительного отражения (отрицательная фаза слабой интенсивности) в интервале пород с улучшенными коллекторскими свойствами. В соответствии с распространением этой фазы выделили залежь выше по структурному плану от скв. 1.

В результате комплекса работ по региону создана единая сейсмогеологическая модель, основанная на результатах анализа керна, ГИС и сейсмических материалов. По аналогии со скв. 1 локализованы перспективные объекты в интервале клиноформного комплекса (рис. 2).

Применение сейсмофациального анализа для анализа зон распространения конусов выноса и выявления зон глинизации пласта

В пределах нескольких лицензионных участков, изученных СРР МОГТ 2D и МОГТ 3D, проведен сейсмофациальный анализ с применением подходов, описанных ранее, с некоторой разницей в том, что для последующего анализа строения каждого пласта использовались карты сеймофаций, полученные двумя способами: на начало и на конец формирования (рис. 3).

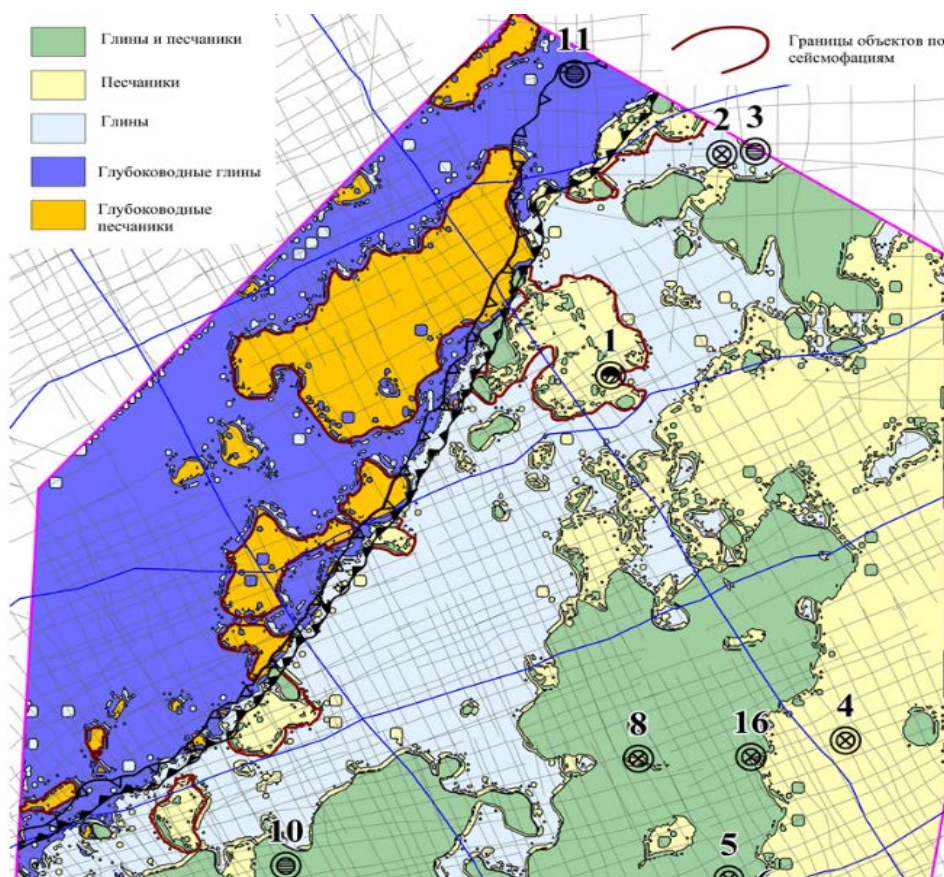


Рис. 2. Фрагмент сейсмогеологической модели [3, 5]

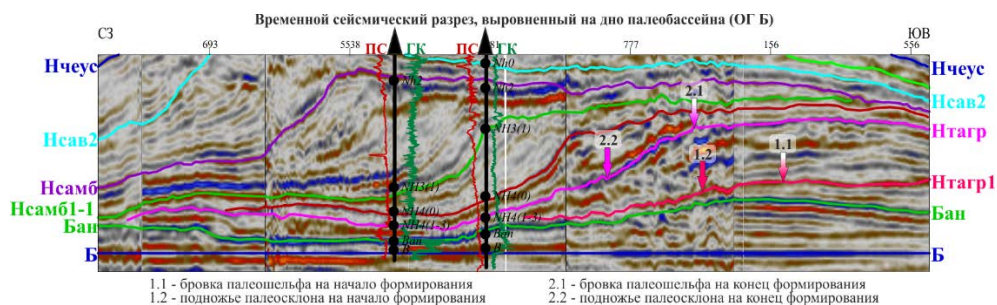


Рис. 3. Исследуемая толща тагринской пачки на временном разрезе.
ОГ Нтагр1 — начало, ОГ Нтагр — конец формирования

Разница классов сейсмофаций на картах, полученных с учетом начала формирования и конца формирования отложений, свидетельствовала об изменении строения разреза в анализируемой зоне — появлении дополнительных пачек/линз или выклинивании интервалов разреза (рис. 4).

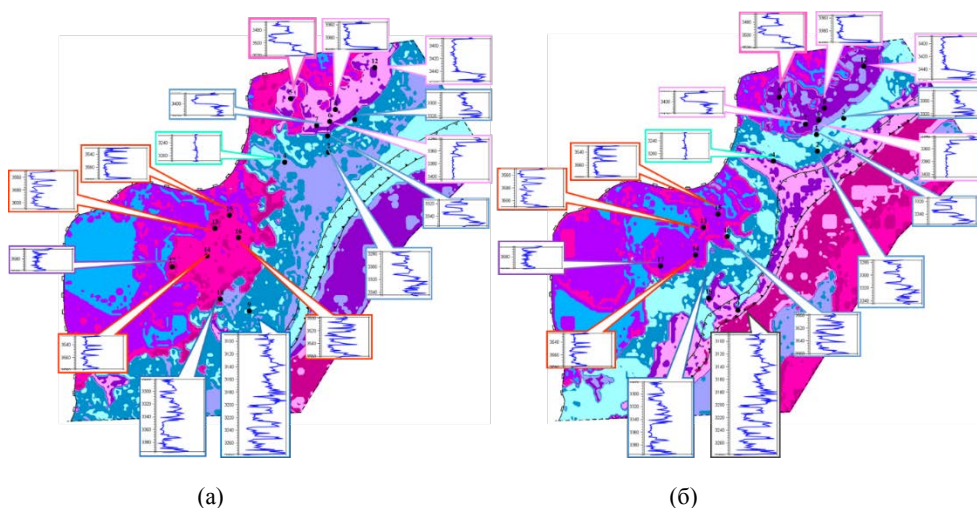


Рис. 4. Карты сейсмодат: а) — на начало формирования; б) — на конец формирования тагринского комплекса отложений — интервал ОГ Нтагр1 — Нтагр

Неоднородность покрытия сейсморазведочными данными, безусловно, вносит погрешности, но в целом тренд зональности пласта виден. Сейсмодат, подтвержденные скважинными данными, позволили с достаточной уверенностью выделить зоны распространения конусов выноса и зоны предполагаемой глинизации или зоны транзита песчаного осадка без его накопления. Интересен тот факт, что на северо-восточном участке в присклоновой зоне ачимовки, несмотря на увеличенные общие толщины, скважинами не подтверждается увеличение эффективных толщин (Нэф). При расчете получено распространение сейсмодата, ассоциирующегося с глинистым разрезом, вскрытым скважиной 4. На юго-западном участке распределение коллекторов по скважинам отличается от северо-восточного, так же как и зонирование сейсмодат. Эффективные толщины на юго-западе почти не зависят от близости склона, на северо-востоке они начинают резко увеличиваться на расстоянии 10 км от подножия склона и далее. Это свидетельствует о том, что на участках осадконакопление происходило по-разному. Все эти закономерности могут быть использованы для прогноза опесчаненных или заглинизированных участков пласта.

Применение сейсмодатального анализа для задач трехмерного геологического моделирования (ГМ)

Выделение и геометризация перспективных объектов для поиска залежей углеводородов проводились на основании единой концептуальной модели сейсмостратиграфического комплекса. Прогноз распространения коллекторов базируется на сиквенс-стратиграфической модели формирования отложений, учитывает имеющиеся данные по седиментологии, палеогеографии (региональной и локальной) и динамических параметров поля сейсмической записи.

Для зонирования территории была рассчитана классификация по форме сейсмического сигнала в интервале исследуемого пласта. Четыре из семи анализируемых сейсмодат подтверждены скважинными данными (рис. 5).

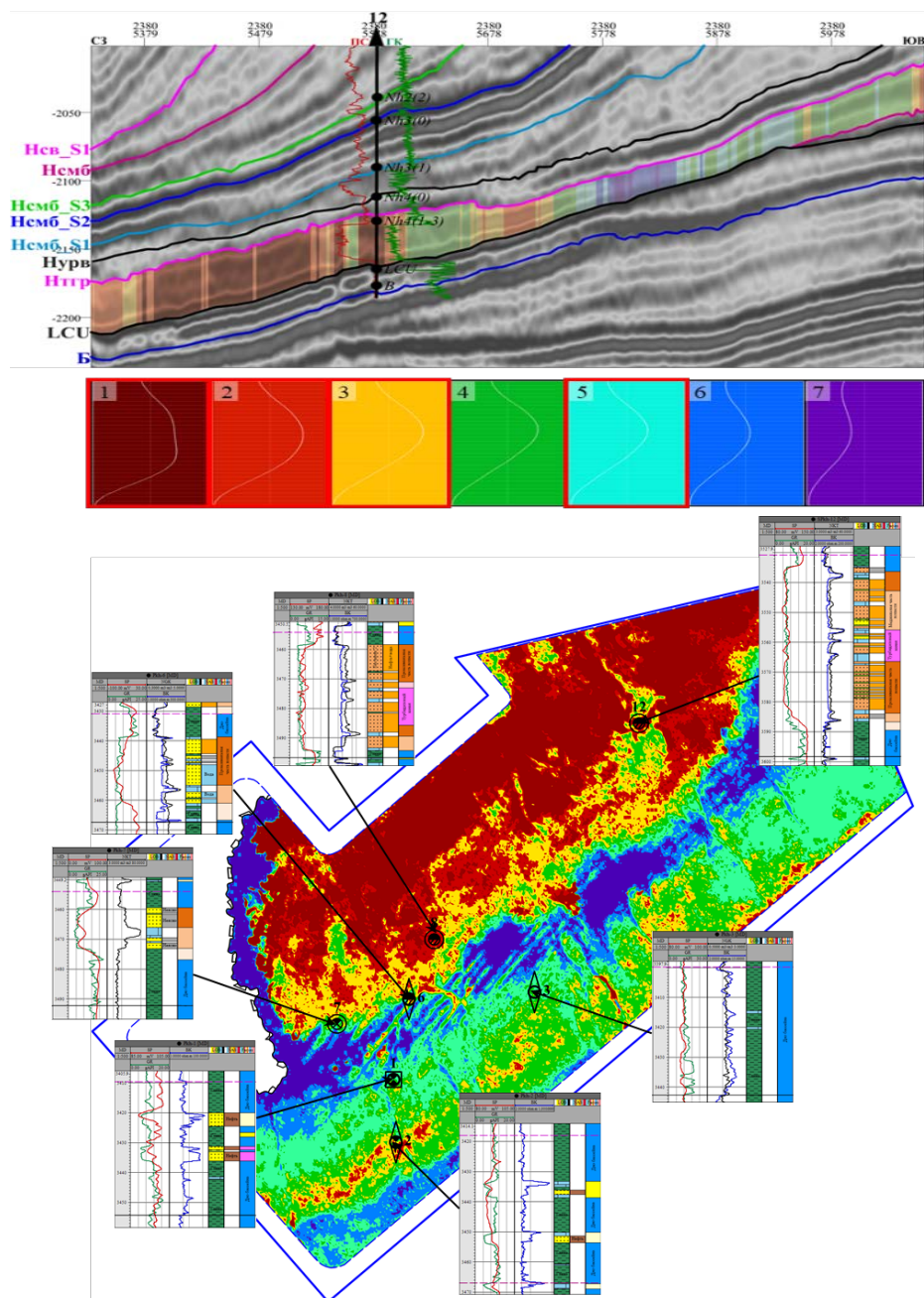


Рис. 5. Пример выделения сеймоклассов на временном разрезе, карта сеймоклассов с электрофациями по скважинам

Анализируя данные ГИС совместно с сеймофациями, можно выделить сеймоклассы 1–3, которые представляют собой фации лопастей.

Класс 1 и 2. Литологический состав пород пласта представлен в основном мощным песчаником 2-го типа, имеющим ухудшенные коллектор-

ские свойства. При больших эффективных толщинах пласта он имеет низкий коэффициент пористости, предположительно, связанный с большой удаленностью от источника сноса. Класс 1 вскрыт единственной скважиной 12, вскрывающей комплекс лопастей. Класс 2 охарактеризован скважиной 8.

Класс 3 описывается скважинами 6 и 7. Класс также относится к фациям лопастей, но количество и качество коллектора отличается от класса 1 и 2. Песчаник менее мощный, с улучшенной пористостью.

Класс 5 вскрыт скважиной 3. Литологически скважина представлена глинами.

Скважины 1 и 2 не удалось охарактеризовать отдельным сейсмодетектором из-за недостаточной детальности сейсмоданных. Данные скважины приурочены к фации каналов. Разрез скважин в основном представлен глинами с пропластками коллектора. Принадлежность к фации каналов подтверждается по материалам спектральной декомпозиции и структурного атрибута — дисперсии.

Остальные классы не охарактеризованы скважинной информацией. Однако на основе имеющихся данных можно сделать вывод, что классы 6 и 7 соответствуют глинистым отложениям дна бассейна (неколлектор).

По результатам комплексирования разноуровневых данных (керна, ГИС, сейсмические карты) составлены седиментационные схемы. При этом карта сейсмодетекторов сыграла важную роль в корректировке схемы седиментации в приклинной части. Ниже приведен пример седиментационной схемы до и после учета результатов сейсмодетекторного анализа (рис. 6).

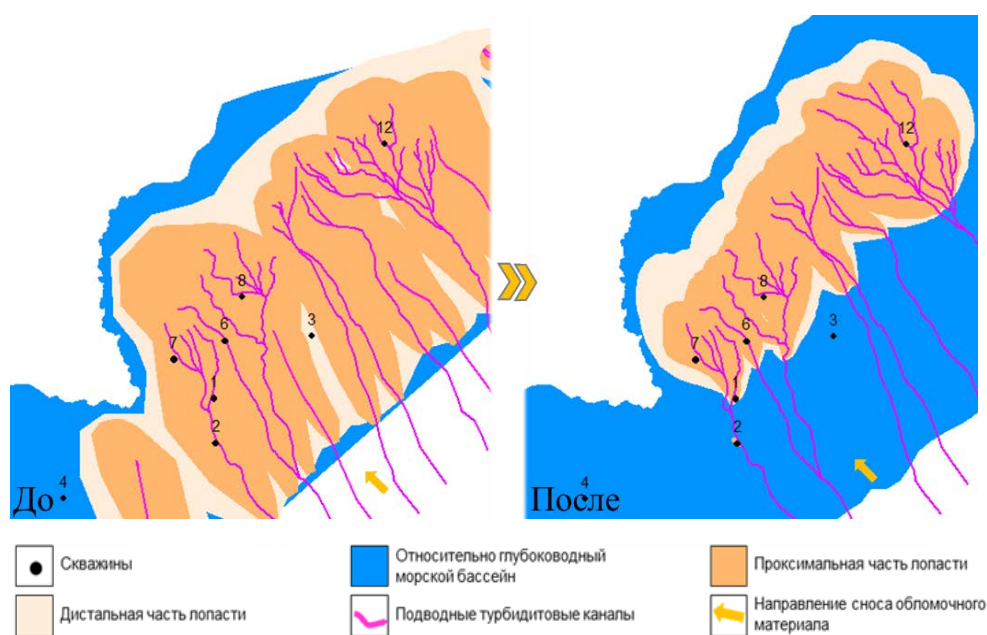


Рис. 6. Сравнение седиментационных схем [6]

При моделировании отложений ачимовской толщи важную роль играет концептуальная основа, с учетом которой происходит создание структурного каркаса литологической и фильтрационно-емкостной модели пласта [6, 7]. Сейсмофациальный анализ, проведенный на этапе создания концептуальной модели, и комплексирование с литофациальным анализом позволяют уточнить латеральное распространение отложений глубоководных конусов выноса, размеры фациальных тел (конусов, каналов), направление сноса осадков и азимуты распространения осадков. Все вышеперечисленное является основой для 3D ГМ.

Построение объемной фациальной модели проводилось в четыре этапа:

- 1) построение куба обстановок осадконакопления (ундаформа, ортоформа, фондоформа);
- 2) построение куба комплекса лопастей (проксимальная и медиальная части лопасти, дистальная часть лопасти, фоновые отложения) в пределах фондоформы;
- 3) построение куба распределительных каналов;
- 4) объединение кубов обстановок осадконакопления (ундаформа, ортоформа, комплекс лопастей и распределительных каналов).

Для моделирования куба лопастей был выбран метод TGS with trends — стохастический метод, создающий крупномасштабную фациальную модель на основе заданного порядка фации. В качестве входных данных использовались следующие:

- кривая фациальных обстановок по ГИС и керну;
- седиментационные схемы, полученные по результатам комплексирования сейсмофациального и фациального анализа;
- границы лопастей, выделенные по данным сейсмофациального анализа;
- границы предполагаемых разобщений лопастей, выделенные по данным карт сейсмочлассов на начало и на конец формирования пластов.

Для распространения куба распределительных каналов использовался метод Object modeling (stochastic). В качестве входных данных использовались следующие:

- кривая фациальных обстановок;
- карты-схемы фациальных обстановок;
- карты азимутов распространения каналов;
- куб geobody, рассчитанный по 3D-сейсмике.

Распространение куба распределительных каналов осуществлялось с учетом куба обстановок осадконакопления в ортоформы и фондоформы. В качестве трендов использовались ГСР, пространственное распространение каналов, размеры каналов, определенные на 3D сейсмическом материале, мощность каналов. Результирующий куб фациальных обстановок использовался как тренд для распространения коллекторов и ФЕС.

Для дальнейшего моделирования коллекторов произведен анализ сейсмических атрибутов для поиска наилучшей корреляционной связи с коэффициентом песчанистости. Всего проанализировано порядка 113 атрибутов. Полученный по регрессионной зависимости тренд песчанистости скорректировали на скважинные данные и результаты сейсмофациального моделирования (седиментационной схемы) (рис. 7).

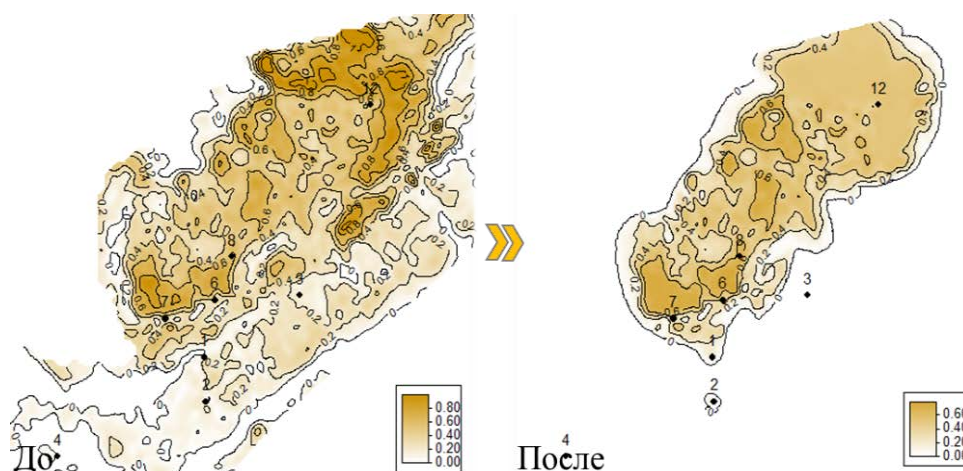


Рис. 7. Сравнение трендов песчанистости до и после учета сейсмо- и литофаций

Трехмерный параметр литологии строился по выделенным на этапе интерпретации данных ГИС двум литотипам: 1 — коллектор; 0 — неколлектор. Распределение литологии производилось в пределах фациального куба в границах фации, что позволило учесть различие в анизотропии, связности и азимутальной составляющей распространения коллектора для различных фаций.

Ухудшение ФЕС пород, слагающих конус выноса, происходит по мере удаления от питающих каналов, а внутри каналов наблюдается улучшение ФЕС по мере приближения к оси канала. Вертикальная изменчивость незначительна или отсутствует [5, 8]. В связи с низкой разбуренностью участка работ в качестве горизонтальных трендов, при моделировании куба пористости, были использованы карты расстояний до края лопасти и дистанции от центра распределительного канала до границы пояса распространения канала.

Кубы проницаемости и насыщенности были построены по принятым зависимостям и капиллярной модели. Фациальное моделирование на основе сейсмофациального анализа в итоге позволило смоделировать куб насыщенности с разными зеркалами воды в отдельных песчаных линзах.

Следует отметить, что обычные методы трехмерного моделирования коллектора без учета сейсмофаций не дают настолько широких

возможностей воспроизведения параметров ФЕС и Кн внутри каждого отдельного фациального объекта.

Выводы

- Для выполнения сейсмофациального анализа применяются разные методы и алгоритмы в зависимости от изученности территории и поставленных задач.
- На основе карт сеймоклассов успешно картируют ловушки разного типа, прогнозируют литофациальные зоны, анализируют площадную изменчивость разреза.
- Сейсмофациальное зонирование расширяет возможности трехмерного моделирования и учета геологической концепции на разных стадиях изученности месторождений, начиная с единичных скважинных данных, 2D CPP и литературных источников до плотной разбуренности, 3D CPP, собственных закономерностей изменения ФЕС.
- На начальных стадиях изучения сейсмофациальный анализ в связке со скважинными данными позволяет определить перспективные зоны для бурения и рискованные участки с глинизацией коллекторов, уточнить прогноз нефтенасыщенных толщин, объяснить разные уровни флюидных контактов, скорректировать программы ГРП и опытно-промышленных работ.

Список источников

1. Сейсмофациальный анализ и возможности прогнозирования литотипов пород по данным сейсморазведки / Г. Д. Ухлова, В. В. Соломатин, Л. И. Штифанова, Т. И. Чернышова. – Текст : непосредственный // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории : материалы VII Всероссийского литологического совещания, Новосибирск, 28–31 октября 2013 г. В 3 т. / Российская академия наук ; Сибирское отделение, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2013. – Т. 3. – С. 227–230.
2. Ольнева, Т. В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении / Т. В. Ольнева. – Москва – Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2017. – 152 с. – Текст : непосредственный.
3. Методические подходы к построению геологической модели клиноформного комплекса нижнемеловых отложений в районе Антипаютинской впадины / Е. А. Потапова, Л. А. Дубровина, Н. А. Медведева [и др.]. – DOI 10.24887/0028-2448-2021-10-32-37. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 10. – С. 32–37.
4. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири / А. А. Нежданов, В. А. Пономарев, Н. А. Туренков, С. А. Горбунов – Москва : Издательство Академии горных наук, 2000. – 245 с. – Текст : непосредственный.

5. Потапова, Е. А. Сиквенс-стратиграфическая модель нижнемелового клиноформного комплекса в зоне сочленения Среднемессояхского вала с Большехетской впадиной и прогноз структурно-литологических ловушек : специальность 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Потапова Елена Александровна. – Тюмень, 2018. – 20 с. – Место защиты : Тюменский индустриальный университет. – Текст : непосредственный.
6. Особенности строения глубоководных конусов выноса Арктических регионов Западной Сибири / А. В. Храмцова, Ю. А. Лошаченко, О. А. Литтау [и др.]. – Текст : непосредственный // Новые идеи в геологии нефти и газа – 2023 : сборник научных трудов (по материалам Международной научно-практической конференции), Москва, 25–26 мая 2023 г. – Москва : Перо, 2023. – С. 351–355.
7. Новые данные по стратиграфии и седиментологии пограничных юрско-меловых отложений северо-западной части Енисей-Хатангского прогиба / Г. Л. Розбаева, В. А. Маринов, А. В. Храмцова [и др.]. – DOI 10.24930/1681-9004-2022-22-3-361-375. – Текст : непосредственный // Литосфера. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 361–375.
8. Закревский, К. Е. Геологическое моделирование клиноформ неокома Западной Сибири / К. Е. Закревский, Н. В. Нассонова – Тверь : ГЕРС, 2012. – 79 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Ukhlova, G. D., Solomatin, V. V., Shtifanova, L. I., & Chernyshova, T. I. (2013). Seysmofatsial'nyy analiz i vozmozhnosti prognozirovaniya litotipov porod po dannym seysmorazvedki. Osadochnye basseyny, sedimentatsionnye i postsedimentatsionnye protsessy v geologicheskoy istorii: materialy VII Vserossiyskogo litologicheskogo soveshchaniya. Novosibirsk, October, 28-31, 2013. V 3 t. Tom 3. Novosibirsk, Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., pp. 227-230. (In Russian).
2. Olneva, T. V. (2017). Seysmofatsial'nyy analiz. Obrazy geologicheskikh protsessov i yavleniy v seysmicheskom izobrazhenii. Moscow - Izhevsk, Institut komp'yuternykh issledovaniy Publ., 152 p. (In Russian).
3. Potapova, E. A., Dubrovina, L. A., Medvedeva, N. A., Snokhin, A. A., Shakirov, R. R., & Bakuev, O. V. (2021). Methodological approaches to building a geological model of the Lower Cretaceous clinoform complex within Antipayutinskaya depression. Oil Industry, (10), pp. 32-37. (In Russian). DOI: 10.24887/0028-2448-2021-10-32-37
4. Nezhdanov, A. A., Ponomarev, V. A., Turenkov, N. A., & Gorbunov, S. A. (2000). Geologiya i neftegazonosnost' achimovskoy tolshchi Zapadnoy Sibiri. Moscow, Izdatel'stvo Akademii gornykh nauk Publ., 245 p. (In Russian).
5. Potapova, E. A. (2018). Sikvens-stratigraficheskaya model' nizhnemelovogo klinoformnogo kompleksa v zone sochleneniya Srednemessoyakhskogo vala s Bol'shekhetskoy vpadinoy i prognoz strukturno-litologicheskikh lovushek. Avtoref. diss. ... kand. geol.-mineral. nauk. Tyumen, 20 p. (In Russian).

6. Khramtsova, A. V., Loshachenko, Yu. A., Littau, O. A., Mel'nikov, A. V., & Reydik, Yu. V. (2023). Osobennosti stroeniya glubokovodnykh konusov vynosa Ark-ticheskikh regionov Zapadnoy Sibiri. Novye idei v geologii nefi i gaza - 2023: sbornik nauchnykh trudov (po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii). Moscow, May, 25-26, 2023. Moscow, Pero Publ., pp. 351-355. (In Russian).
7. Rozbaeva, G. L., Marinov, V. A., Khramtsova, A. V., Igolnikov, A. E., Urman, O. S., Loshachenko, Yu. V., & Dubrovina, L. A. (2022). New data on the stratigraphy and depositional environment of the Jurassic-Cretaceous boundary sediments of the northwestern part of the Yenisei-Khatanga trough. Lithosphere, 22(3), pp. 361-375. (In Russian). DOI: 10.24930/1681-9004-2022-22-3-361-375
8. Zakrevskiy, K. E., & Nasonova, N. V. (2012). Geologicheskoe modelirovanie klinoform neokoma Zapadnoy Sibiri. Tver, GERS Publ., 79 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about the authors

Шешукова Александра Максимовна, главный специалист, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень

Alexandra M. Sheshukova, Chief Specialist, Tyumen Petroleum Research Center LLC

Смирнова Елена Витальевна, главный инженер проекта, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, Evsmirnova2@tnnc.rosneft.ru

Elena V. Smirnova, Chief Engineer of a Project, Tyumen Petroleum Research Center LLC, Evsmirnova2@tnnc.rosneft.ru

Васянина Светлана Владимировна, главный специалист, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень

Svetlana V. Vasyanina, Chief Specialist, Tyumen Petroleum Research Center LLC

Статья поступила в редакцию 05.03.2024; одобрена после рецензирования 03.05.2024; принята к публикации 08.05.2024.

The article was submitted 05.03.2024; approved after reviewing 03.05.2024; accepted for publication 08.05.2024.