



МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ ТРАППОВЫХ ТЕЛ ПО СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЗАПАДНОГО СКЛОНА БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕ-НИЖНЕУСОЛЬСКОГО ИНТЕРВАЛА РАЗРЕЗА

А. С. Юнашева, Е. В. Громова, Л. Ю. Беспечная, Е. В. Мосягин

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Представлена методика картирования интрузивных тел по сейсморазведочным материалам в пределах западного склона Байкинской антеклизы (Восточная Сибирь) при отсутствии информации по глубокому бурению. Методика основывается на комплексном анализе сейсморазведочных и скважинных данных по сопредельным территориям в совокупности с динамическим и кинематическим анализом. Полученный материал позволил оценить сложность строения трапповых тел и детализировать их структурные особенности в пределах исследуемого участка.

Ключевые слова: Восточная Сибирь, сейсморазведка, линзовидные трапповые тела, геоакустические скважинные модели, сейсмофациальный анализ, псевдоскорость.

METHODS OF ISOLATION AND MAPPING OF TRAP BODIES BASED ON SEISMIC SURVEY DATA OF EASTERN SIBERIA WITHIN THE WESTERN SLOPE OF THE BAIKIT ANTECLISE ON THE EXAMPLE OF THE MIDDLE-LOWER USOLYE SECTION INTERVAL

A. S. Yunasheva, E. G. Gromova, L. Yu. Bespechnaya, E. V. Mosyagin

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

The paper presents the mapping technique of intrusive bodies from seismic survey data of Eastern Siberia within the western slope of the Baikite antecline in the absence of information on deep drilling. The technique is based on a comprehensive analysis of seismic and well data from adjacent territories in combination with an amplitude and kinematic analysis. The obtained material made it possible to assess the complexity of the studied area, clarify the structural and tectonic features of the earth model and highlight the boundaries of trap intrusions. Particular attention is given to the distribution of intrusive bodies, their relationship with disjunctive dislocations and their influence on hydrocarbon accumulations.

Keywords: Eastern Siberia, seismic survey, lens trappean bodies, geoacoustic downhole models, seismic facies analysis, pseudovelocity.

DOI 10.20403/2078-0575-2022-12s-47-56

Восточная Сибирь – перспективная территория, которая вносит огромный вклад в ресурсную базу Российской Федерации. Ее освоение геологоразведкой традиционно считается сложной задачей, что связано в первую очередь с непростыми сейсмологическими условиями, сложной тектоникой и, как следствие, с наличием широко развитых разрывных нарушений и проявлений траппового магматизма.

По площади трапповый магматизм охватывает платформенные территории в сотни и тысячи квадратных километров [1, 11]. Как известно, на Сибирской платформе он проявился еще в течение перми – раннего триаса, а его распространение, судя по результатам обширного структурного и нефтегазопроискового бурения, затронуло ее осадочный чехол [5, 8] (рис. 1).

До сих пор влияние траппов на формирование залежей и перспективы нефтегазоносности считается неоднозначным, в связи с чем прогноз их распространения в осадочном чехле – актуальная задача [1, 4]. Влияние траппового магматизма на нефтегазоносность, согласно существующим точкам зрения, либо может быть сугубо негативным (разрушение

залежей углеводородов, ухудшение коллекторских свойств вмещающих пород, изменение фазового и химического состава углеводородов), либо может оказывать и положительное воздействие (траппы служат крышками переформированным залежам, ускоряют процесс катагенеза органического вещества (ОВ)) [3, 4, 9, 10].

По результатам обширного структурного и нефтегазопроискового бурения установлены две основные особенности залегания пластовых тел траппов в осадочном чехле Сибирской платформы. В подавляющем большинстве случаев:

1. Траппы только раздвинули осадочные породы (послойные раздвиги), что подтверждается послойной корреляцией осадочных толщ, вмещающих трапповые тела.

2. Интрузивные тела вскрываются скважинами на разных стратиграфических уровнях. Выдержанное их стратиграфическое положение в пределах единого слоя достаточно редко. В естественных обнажениях обычно фиксируется ступенчатый переход траппов по стратиграфическим уровням. Реже наблюдаются полого-секущие контакты пластовых

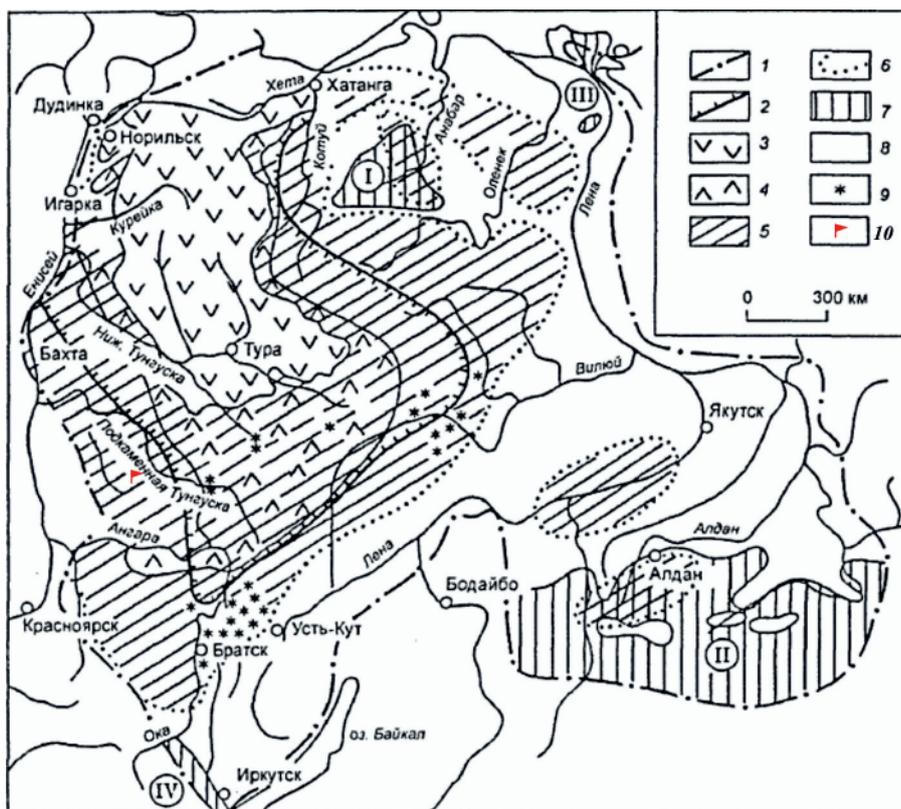


Рис. 1. Схема распространения траппов на Сибирской платформе (М. Л. Лурье, В. Л. Масайтис, 1964) с изменениями и дополнениями (В. В. Золотухин, А. И. Альмухамедов, 1991)

Границы: 1 – Сибирской платформы, 2 – Тунгусской синеклизы; области: 3 – преобладающего развития базальтов, 4 – распространения туфогенных толщ, 5 – развития интрузивных траппов (силлы, дайки); 6 – границы развития интрузивных траппов; 7 – выходы кристаллического фундамента (I – Анабарский щит, II – Алданский щит, III – Оленекское поднятие, IV – Шарыжалгайский выступ); 8 – области развития платформенного чехла (PR₂–MZ); местоположение: 9 – базальтовых трубков взрыва, 10 – района работ

интрузий. Мощность пластовых тел траппов колеблется от первых сантиметров до сотен метров [2].

В результате уплотнения сети глубокого бурения оконтурены области, в разрезе которых вскрыты интрузивные тела значительной мощности. Внедрение их в нижеуольский интервал разреза приводит к разрушению залежи углеводородов, сформировавшейся в объеме осинского горизонта [4].

Цель данной работы – разработать методику выделения и картирования интрузивных тел в интервале галогенно-карбонатного разреза ниже-среднеуольского интервала. При использовании комплексного подхода, включающего скважинную информацию и сейсморазведочные данные, возможно установление истинного положения интрузивных тел. Однако задача усложняется, если изученность территории скважинными методами крайне мала, и тогда необходимо правильно выбрать методику, которая позволит описать геологические условия среды.

Нами рассматривается территория, в пределах которой осинский горизонт представляет собой нефтегазоносным перспективным интервалом, но отсутствуют скважины как носители геологической информации, что усложняет ее детальное изучение. В связи с этим предлагается методика выявления сейсмических образов интрузивных тел на временных разрезах с привлечением динамического/сейсмофациального и кинематического анализа, а также данных по скважинам на сопредельных территориях.

Комплексный подход, предложенный авторами, позволил выделить интрузивные тела для дальнейшего построения геологических моделей

перспективных ловушек углеводородов в ниже-среднеуольском интервале разреза.

Объект исследования

В тектоническом плане исследуемый участок расположен к востоку от складчатой области Енисейского кряжа, что предопределило его сложное тектоническое строение. Из-за высокой заболоченности, сильно пересеченной местности с развитой сетью оврагов, водотоков и наличием отдельных возвышенностей с большой крутизной берегов, склонов и сложного геологического строения, а также из-за отсутствия скважин глубокого бурения изучаемая территория относится к наивысшей категории сложности геологической среды (рис. 2).

По результатам ранее проведенных геологических съемок выяснено, что трапповые тела осложняют не только верхнюю часть разреза, но и осадочный чехол [7]. Разрез кристаллического фундамента и осадочного чехла представляет собой высокоскоростную среду, главными особенностями которой считаются тонкая слоистость и сильная дифференциация разреза в нижекембрийских, вендских и рифейских отложениях, связанная с присутствием солей и внедрением траппов.

Объектом исследования и картирования траппов является ниже-среднеуольский интервал разреза: осинский горизонт – подосинские соли. Горизонт признается одним из основных нефтегазоносных перспективных интервалов в регионе. Он сложен неравномерно кавернозными и трещинными доломитами (реликтово-водорослевыми, ангидритистыми, галитистыми), известняками долами-

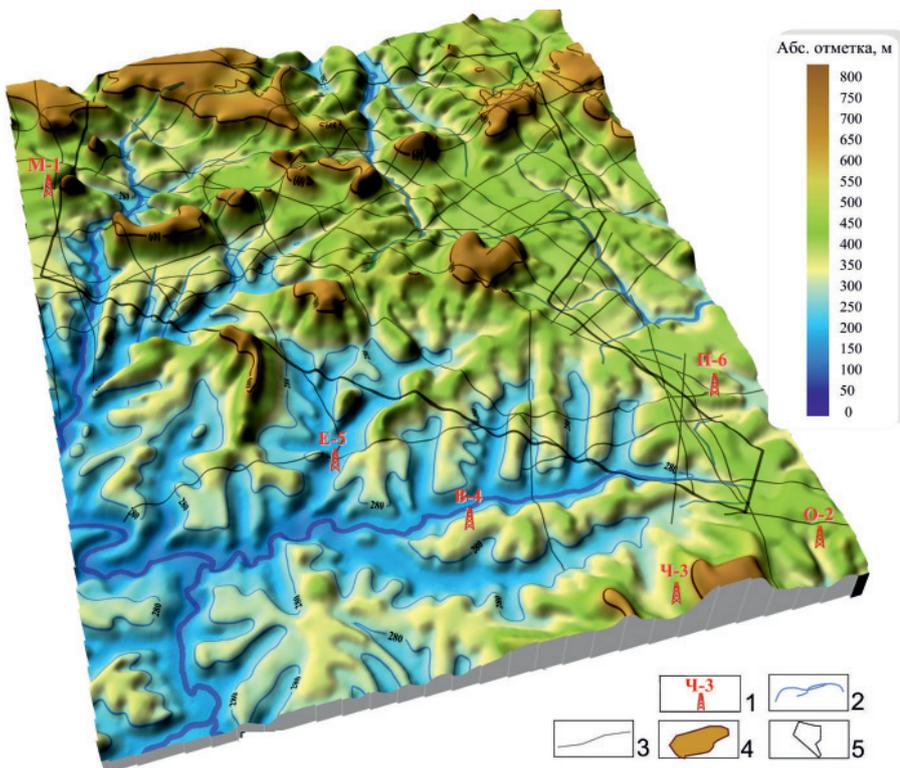


Рис. 2. Схема рельефа исследуемой площади и сопредельных территорий

1 – скважина глубокого бурения; 2 – гидросеть; 3 – сейсморазведочные профили МОГТ 2D; 4 – интрузии Кузьмовского комплекса раннетриасового возраста (T₁kz); 5 – контур участка работ

тистыми с прослоями глинистых доломитов; его мощность изменяется от 76 до 125 м, а подосинских интрузий – от 38 до 105 м.

Методика полевых исследований и обработки материалов МОГТ-2D

Полевые сейсморазведочные работы выполнены методом ОГТ-2D с использованием группы из четырех импульсных электромагнитных источников «Енисей СЭМ-100» (количество накоплений 6 и более) для возбуждения упругих колебаний волн. Система наблюдения (расстояние между пунктами возбуждения (ПВ) и пунктами приема (ПП) по 50 м, максимальные удаления источник – приемник до 4000 м) обеспечила кратность 80 трасс при бине 25 м.

На первичных сейсмограммах исследуемого участка регистрируется сложная волновая картина, что типично для этой территории и обусловлено прежде всего резко неоднородным блоковым строением верхней части разреза (ВЧР). Помимо большой потери энергии сейсмических волн такое строение ВЧР является причиной существенных временных задержек прохождения волн и высокого фона поверхностных волн-помех, часто полностью перекрывающих полезные отраженные сигналы.

Обработка данных выполнена с использованием современного ПО Geovation (CGG). Особое внимание уделено учету ВЧР, корректному подавлению помех во всем интервале частот и поверхностно-согласованным процедурам. Построение модели ВЧР выполнялось с использованием первых вступлений преломленных волн методом томографии, статические поправки рассчитывались до линии приведе-

ния 600 м со скоростью замещения 5000 м/с. Для подавления нерегулярных высокоамплитудных помех применялась медианная частотно-зависимая фильтрация по сейсмограммам в различных сортировках общего пункта взрыва (ОПВ), общего пункта приема (ОПП) и общей глубинной точки (ОГТ). Ввиду редкого шага по ПВ и ПП перед фильтрацией регулярных помех данные уплотнялись интерполяцией, что позволило увеличить пространственную дискретизацию волн-помех для более эффективного их подавления. Подбор оптимальных параметров деконволюции осуществлялся с учетом соотношения сигнал/помеха и ширины спектра на результирующих данных [6], что обеспечило расширение спектра сейсмической записи в сторону как высоких, так и низких частот. Перед миграцией выполнялась регуляризация для частичной компенсации пропусков данных и пересчета данных на регулярную сетку удалений. Уточнение миграционных скоростей с последующей перемиграцией и дальнейшей переменной по времени коррекцией остаточных фазовых сдвигов, позволила добиться полного спрямления годографов отраженных волн на окончательных сейсмограммах. В результате обработки получены временные разрезы с уверенной прослеживаемостью отражающих горизонтов (ОГ) в широком диапазоне частот.

Методика выделения и картирования интрузивных тел

Ввиду отсутствия скважин глубокого бурения сейсмологическая характеристика разреза осадочного чехла изучалась на основании материалов сейсморазведочных работ МОГТ-2D и скважин

глубокого бурения на сопредельных территориях, которые расположены вблизи сейсморазведочных профилей, выходящих за контуры площади исследования.

Для стратификации волновой картины интервала разреза, соответствующего осинскому горизонту, необходимо перевести геологическую информацию по скважинам в синтетическую волновую картину и сравнить ее с реальным рисунком сейсмической записи временных разрезов. Этот процесс придаст геологический оттенок части временного разреза, отождествленного с ниже-среднеусольским интервалом.

Методика выделения и картирования траппов включает несколько этапов:

1. Построение геологической модели по скважинам с сопредельных территорий.
2. Моделирование геоакустическое одномерное/двумерное и сравнительный анализ реального и синтетического рисунка сейсмической записи.
3. Динамический и сейсмофациальный анализ как способ латерального картирования траппов.

На первом этапе при визуальном анализе скважинной информации была построена геологическая модель ниже-среднеусольского и верхневендского подкомплексов (рис. 3). По ее результатам выделены четыре типа разрезов в зависимости от положения интрузии в ниже-среднеусольском интервале (сверху вниз). Классификация разрезов проведена по данным промыслово-геофизических исследова-

ний скважин (ПГИС) и керна материала (см. рис. 3). Использовалась информация по шести скважинам, расположенным на сопредельных территориях, и анализировался рисунок сейсмической записи (фрагмент временного разреза) в районе каждой скважины.

В ходе второго этапа по скважинам были построены геоакустические модели, позволившие получить синтетические образы типов разрезов.

Подробно охарактеризуем типы разрезов.

I. Интрузия «вытеснила полностью» подосинские соли (рис. 4).

На первой геоакустической модели видно, что скорость продольной волны в трапповом теле меньше, чем во вмещающих его карбонатных породах. На синтетическом и реальном рисунках сейсмической записи в кровле траппа формируется отрицательный экстремум (переход от высокоскоростных пород к низкоскоростным), а в его подошве – положительный (переход от низкоскоростных пород к высокоскоростным).

II. Интрузия (трапп) «вытеснила» подосинские соли в верхней части нижеусольской подсвиты (рис. 5).

Скоростные вариации складываются следующим образом: скорость продольной волны в трапповом теле меньше, чем в перекрывающих его карбонатных породах. На синтетическом и реальном рисунках сейсмической записи в кровле траппа формируется отрицательный экстремум,

Тип разреза	Положение интрузии в разрезе (сверху вниз)	Скважина
I	Осинский горизонт (ОГ А) → трапп (ОГ Tr / АБ) → тэтэрская свита (ОГ Б)	М-1
II	Осинский горизонт (ОГ А) → трапп (ОГ Tr/АБ) → соль → тэтэрская свита (ОГ Б)	Е-5
III	Осинский горизонт → соль (ОГ АБ) → трапп (ОГ Tr) → соль (ОГ АБ) → тэтэрская свита (ОГ Б)	Ч-3, В-4, П-6
IV	Осинский горизонт (ОГ А) → соль (ОГ АБ) → тэтэрская свита (ОГ Б)	О-2

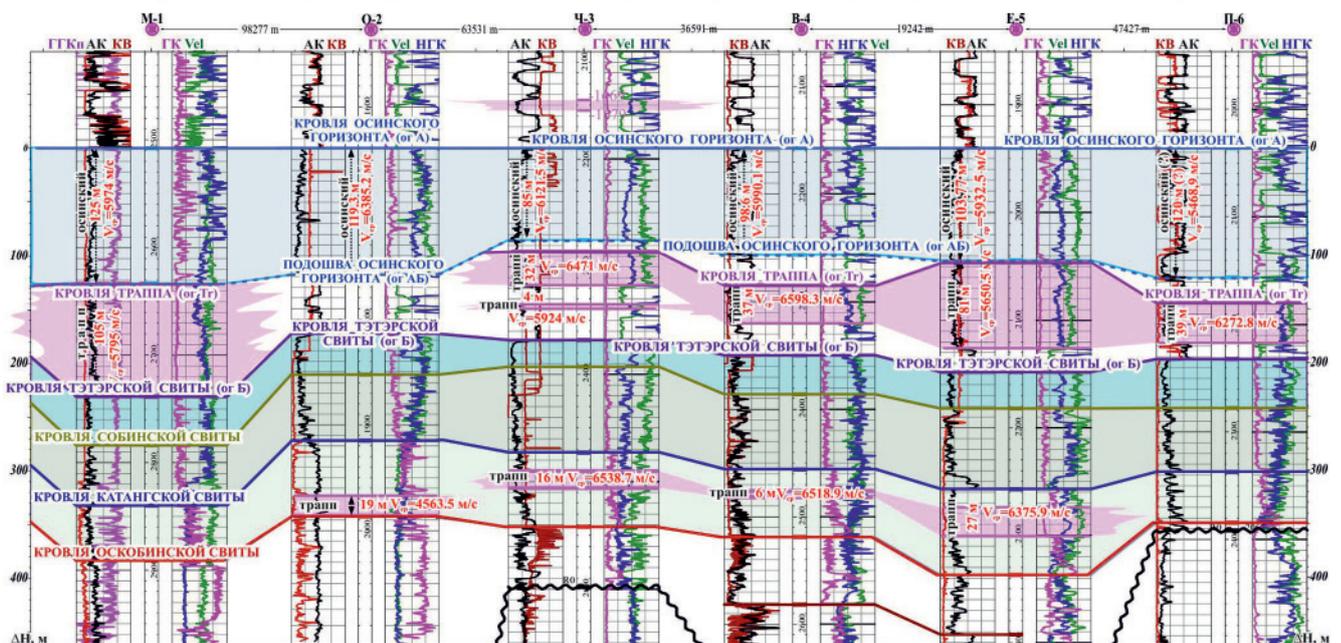


Рис. 3. Схематичная геологическая модель по скважинам (палеовариант) и типы ниже-среднеусольского – верхневендского интервала

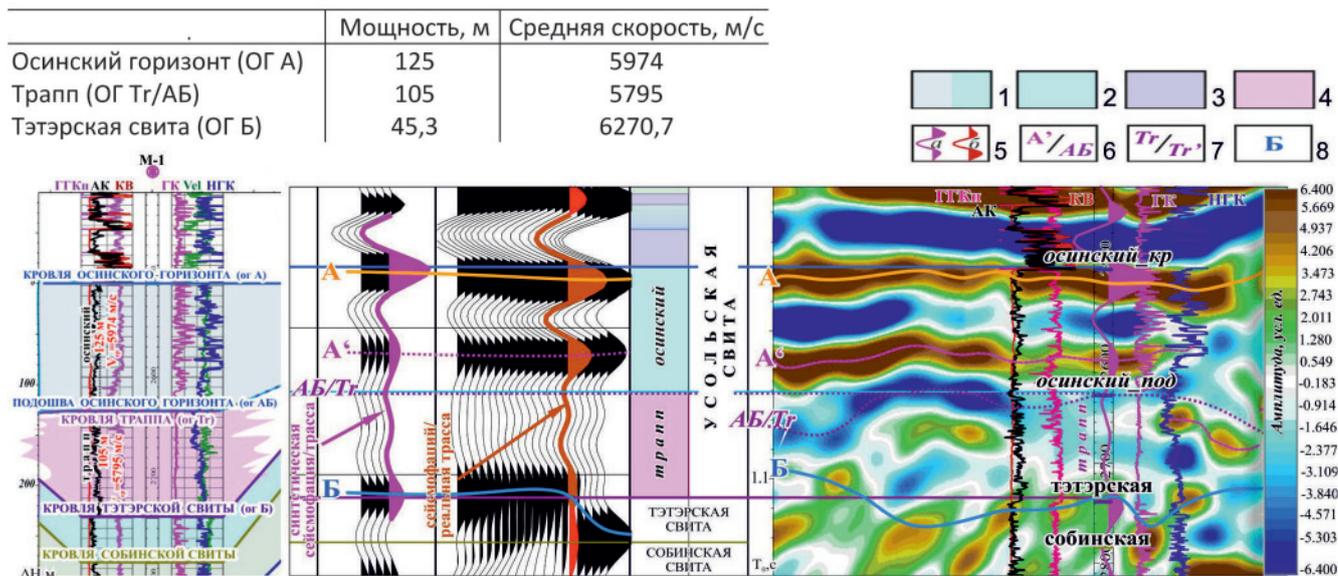


Рис. 4. Геологическая и геоакустическая одномерная модели по скв. М-1, ее сейсмический образ на временном разрезе по фрагменту профиля и количественная оценка разреза

1 – карбонатные породы; 2 – карбонатно-терригенные породы; 3 – соль; 4 – интрузивные породы; 5 – трассы синтетическая (а) и реальная (б); 6 – границы осинского интервала (ОГ А – внутренняя граница / АБ – подошва осинского горизонта); 7 – Tr – кровля траппа / Tr’ – подошва траппа; 8 – основные ОГ

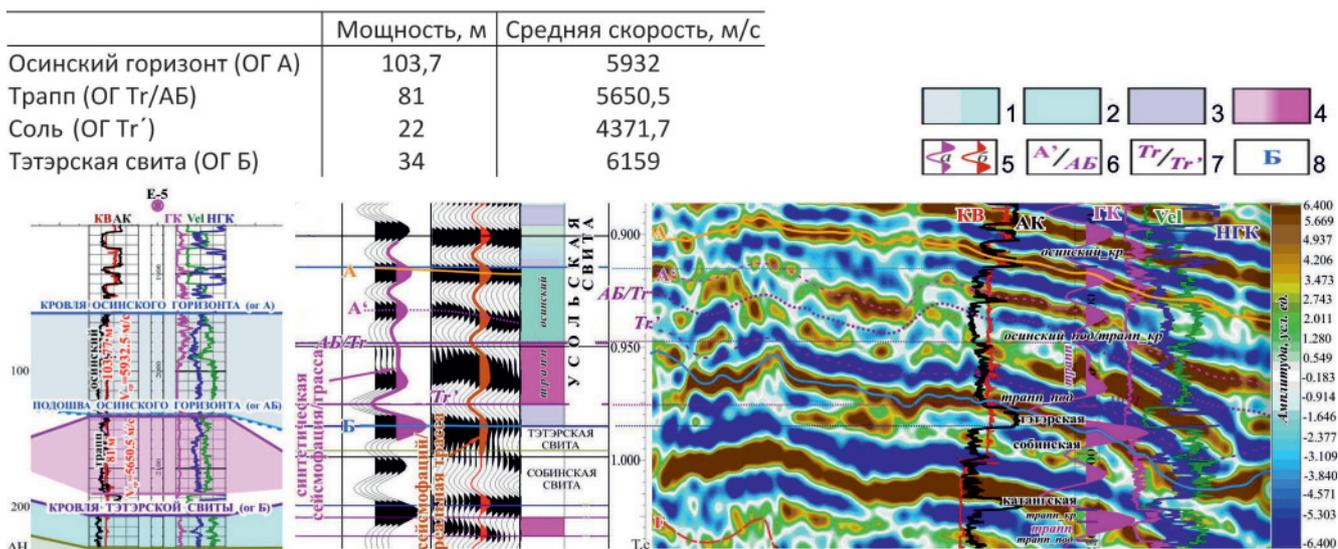


Рис. 5. Геологическая и геоакустическая одномерная модели по скв. Е-5, ее сейсмический образ на временном разрезе по фрагменту профиля и количественная оценка разреза

1 – карбонатные породы; 2 – карбонатно-терригенные породы; 3 – соль; 4 – интрузивные породы; 5 – трассы синтетическая (а) и реальная (б); 6 – границы осинского интервала (ОГ А’ – внутренняя граница / АБ – подошва осинского горизонта); 7 – Tr – кровля траппа / Tr’ – подошва траппа; 8 – основные ОГ

как и в его подошве, поскольку скорость продольной волны в подстилающих его солях ниже, чем в траппе.

III. Интрузия (трапп) «располагается» в средней части нижнеусольской подсвиты, между соленосными пачками (рис. 6).

Интрузивное тело находится внутри соленосного горизонта: соль расположена выше и ниже траппа. Скорость продольной волны в интрузивном теле больше, чем во вмещающих его солях. На синтетическом и реальном рисунках сейсмической записи в кровле соленосных горизонтов формируются отрицательные экстремумы сейсмической записи

(переход от высокоскоростных пород к низкоскоростным: карбонат – соль), а в их подошве, которая является одновременно и кровлей высокоскоростного слоя (трапп и карбонатные породы тэтэрской свиты) – положительные экстремумы. Эти границы являются акустически контрастными.

IV. Интрузия (трапп) отсутствует в разрезе средне-нижнеусольского интервала (рис. 7).

В разрезе этого типа в подосинских солях не содержится трапповых тел, он соответствует достаточно простому рисунку сейсмической записи.

В кровле карбонатных пород, слагающих осинский горизонт, формируется положительный

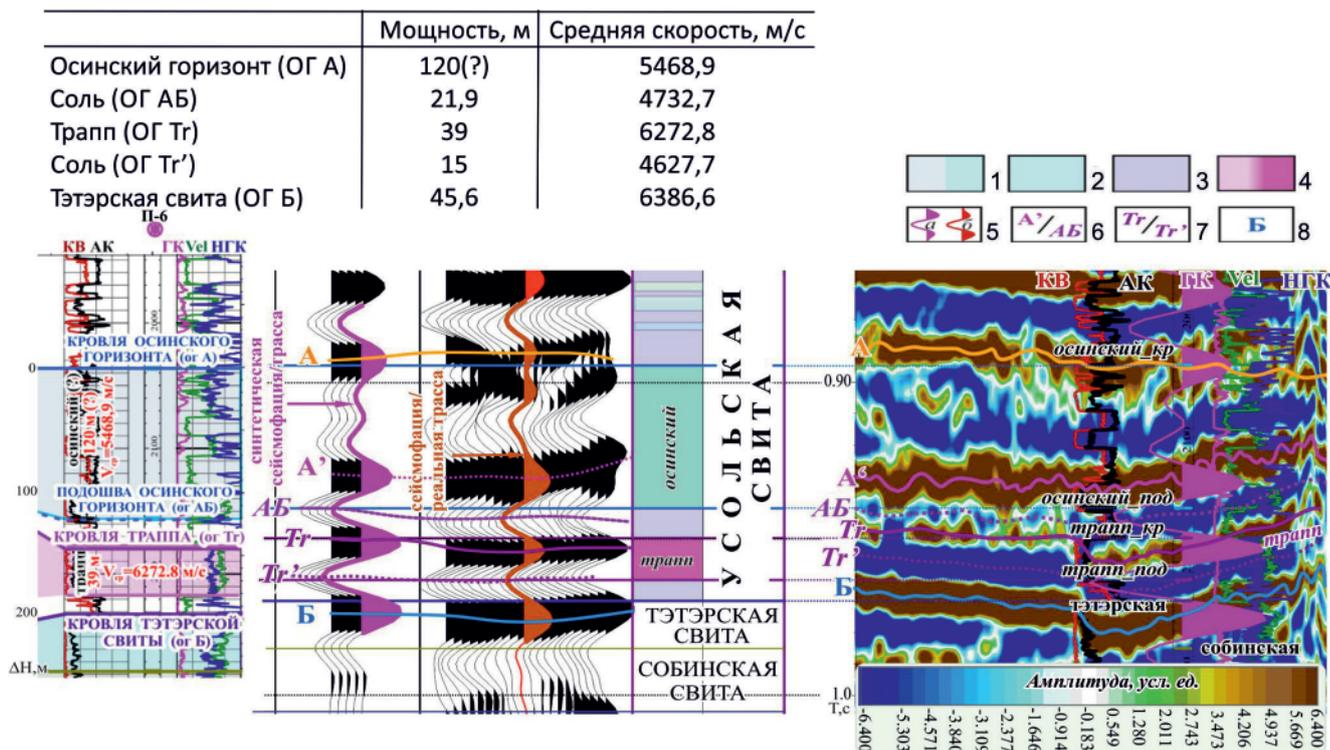


Рис. 6. Геологическая и геоакустическая одномерная модели по скв. П-6, ее сейсмический образ на временном разрезе по фрагменту профиля и количественная оценка разреза

Усл. обозн. см. на рис. 5

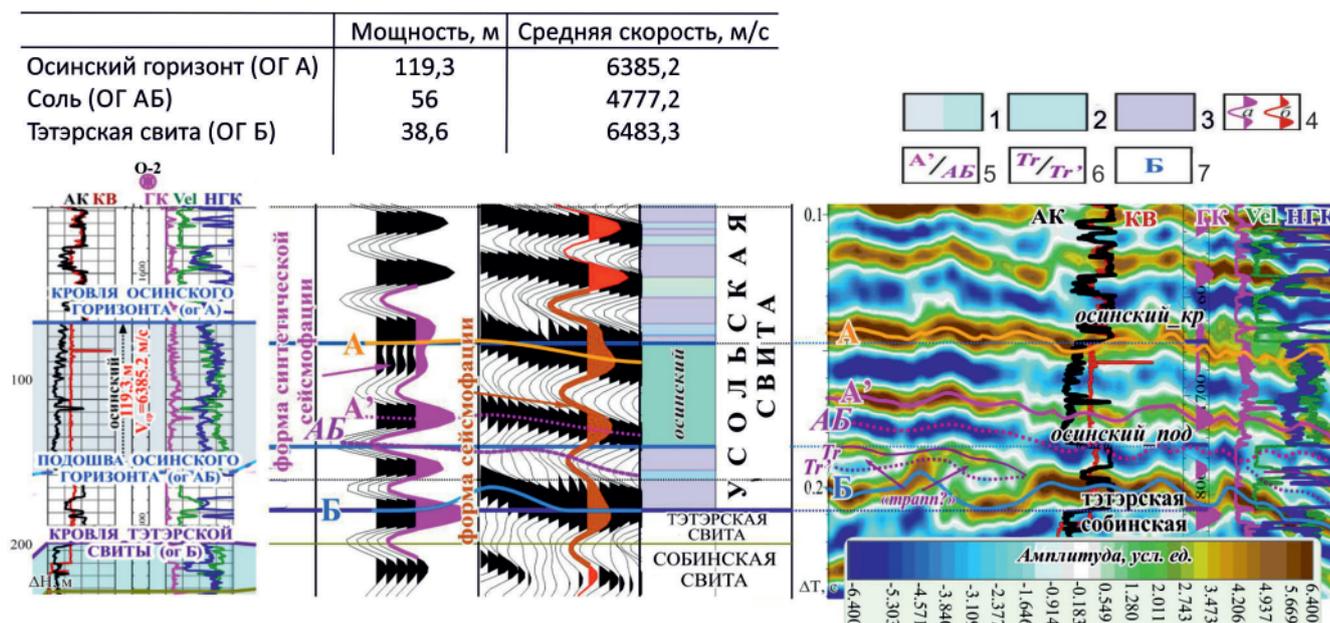


Рис. 7. Геологическая и геоакустическая одномерная модели по скв. О-2 и ее сейсмический образ на временном разрезе по фрагменту профиля

1 – карбонатные породы; 2 – карбонатно-терригенные породы; 3 – соль; 4 – трассы синтегическая (а) и реальная (б); 5 – границы осинского интервала (ОГ А' – внутренняя граница/АБ – подошва осинского горизонта); 6 – Tr – кровля траппа/Tr' – подошва траппа; 7 – основные ОГ

высокоамплитудный экстремум. Он образуется на акустически контрастной границе, выше которой залегают низкоскоростные горизонты соли усольской свиты, ниже ее – высокоскоростная карбонатная толща. На границе, соответствующей подошве осинского горизонта и одновременно кровле

подосинских солей (переход от высокоскоростной толщи к низкоскоростным пластам), формируется отрицательный экстремум. Ниже по разрезу при переходе от подосинских солей к карбонатным породам тэтэрской свиты образуется положительный экстремум сейсмической записи вследствие значи-

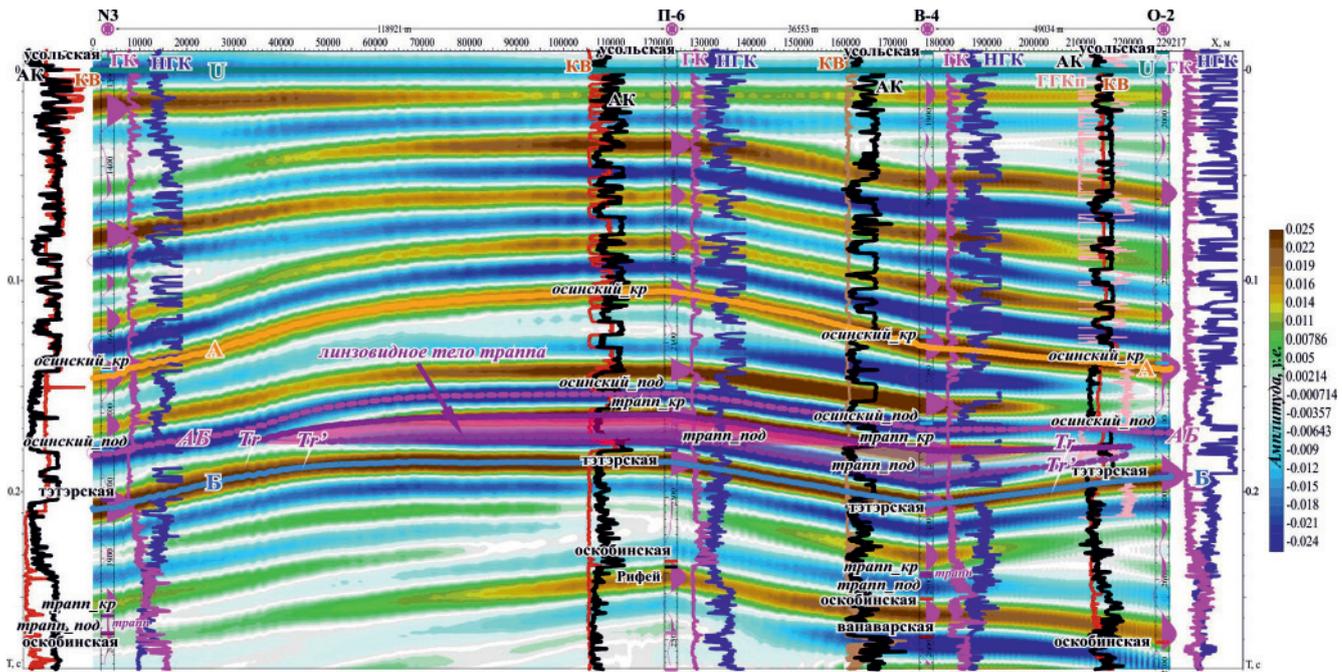


Рис. 8. Временной синтетический палеоразрез по профилю через скважины

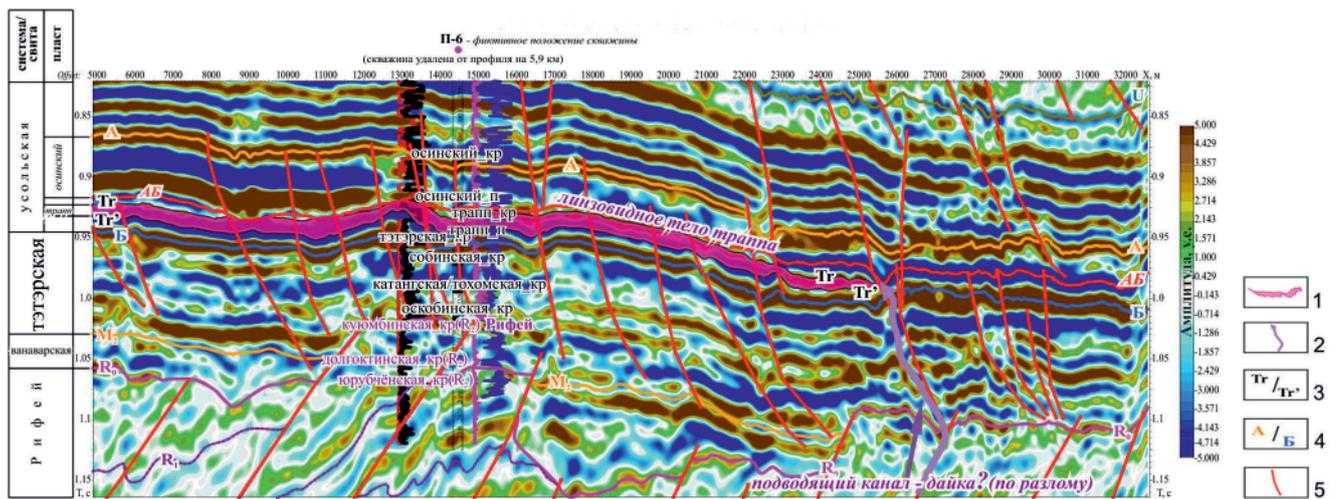


Рис. 9. Временной разрез по фрагменту профиля с отражающими горизонтами и линзовидным трапповым телом
 1 – линзовидное тело траппа; 2 – подводящий канал-дайка (?); 3 – трапп: Tr – кровля / Tr' – подошва; 4 – основные ОГ; 5 – разрывные нарушения

тельного превышения скорости в отложениях этой свиты (переход от низкоскоростных пород к высокоскоростным).

На этапе двумерного моделирования были получены синтетические образы каждого выделенного типа разреза для их дальнейшего отождествления с реальными волновыми картинами (рис. 8). При визуальном сравнении синтетических и временных разрезов (рис. 9) хорошо видно, что на площади исследования в основном присутствуют линзовидные трапповые тела

На рис. 9 в волновом поле временного разреза отмечаются области крутого падения осей синфазности в краевой части линзовидного тела (ОГ Tr – кровля, ОГ Tr' – подошва), которые предположительно соответствуют подводящим каналам (дайкам), сформировавшимся над тектониче-

скими нарушениями, выявленными в рифейском комплексе.

В волновом поле временного разреза хорошо видно изменение рисунка сейсмической записи и его динамических параметров в зависимости от физических свойств траппового тела, которое находится в соленосных отложениях, подстилающих породы осинского горизонта (ОГ А – кровля, ОГ АБ – подошва). Кроме того, заметно, что при увеличении частоты временного разреза достаточно трудно отделить сейсмический отклик траппового тела от карбонатных прослоев в подосинских солях. Значения скорости продольной волны в карбонатных и интрузивных породах больше, чем во вмещающих их солях, поэтому в кровле карбонатных прослоев, так же как и в кровле траппового тела, формируется положительный экстремум, а в подошве – от-

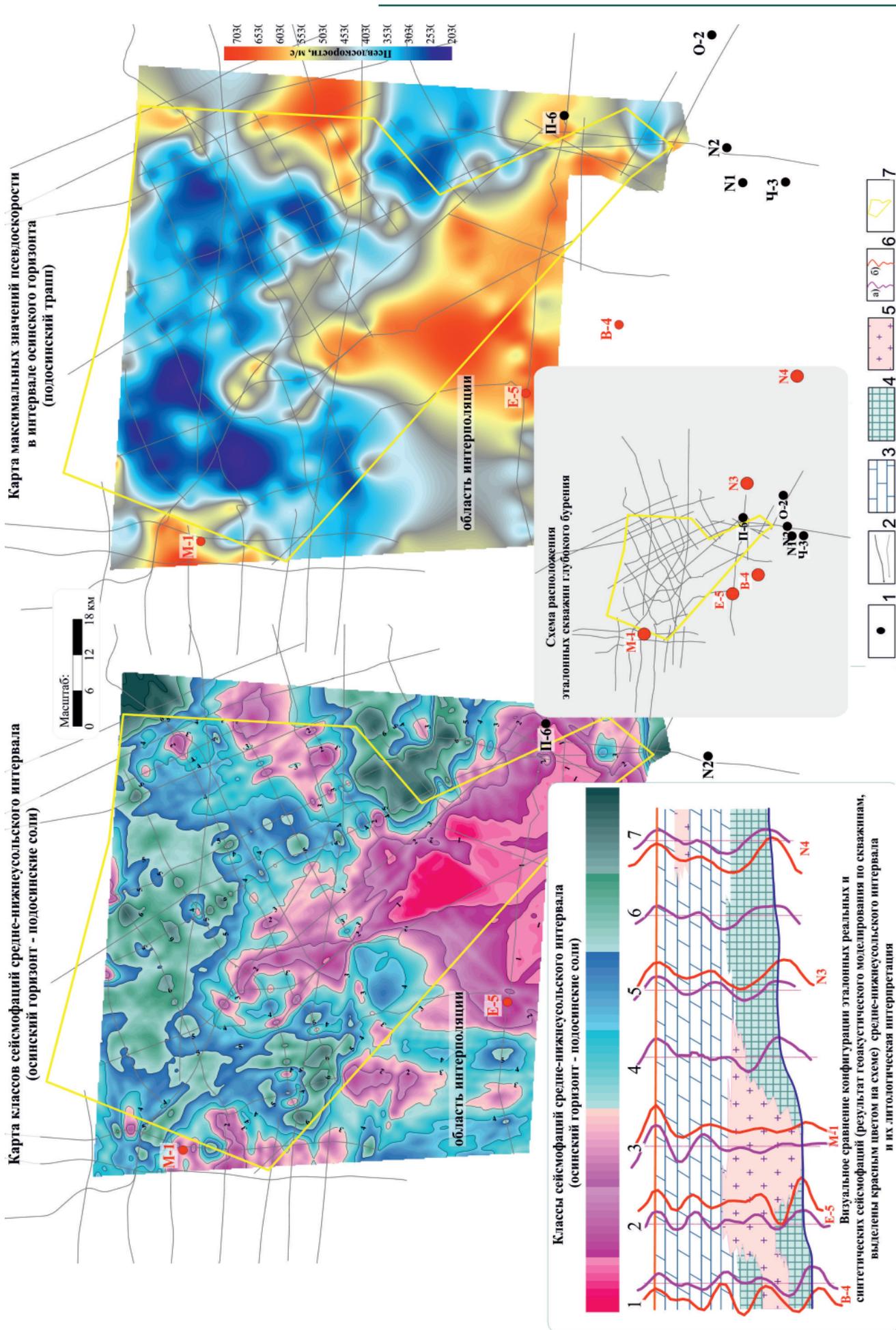


Рис. 10. Результат выявления интрузий в средне-нижнеусольском интервале разреза и латеральное их картирование 1 – скважины глубокого бурения; 2 – сейсморазведочные профили МОГТ 2D; 3 – карбонатная порода; 4 – соль; 5 – интрузии/трапп; 6 – форма сейсмофации: а – реальная, б – синтетическая; 7 – контур участка

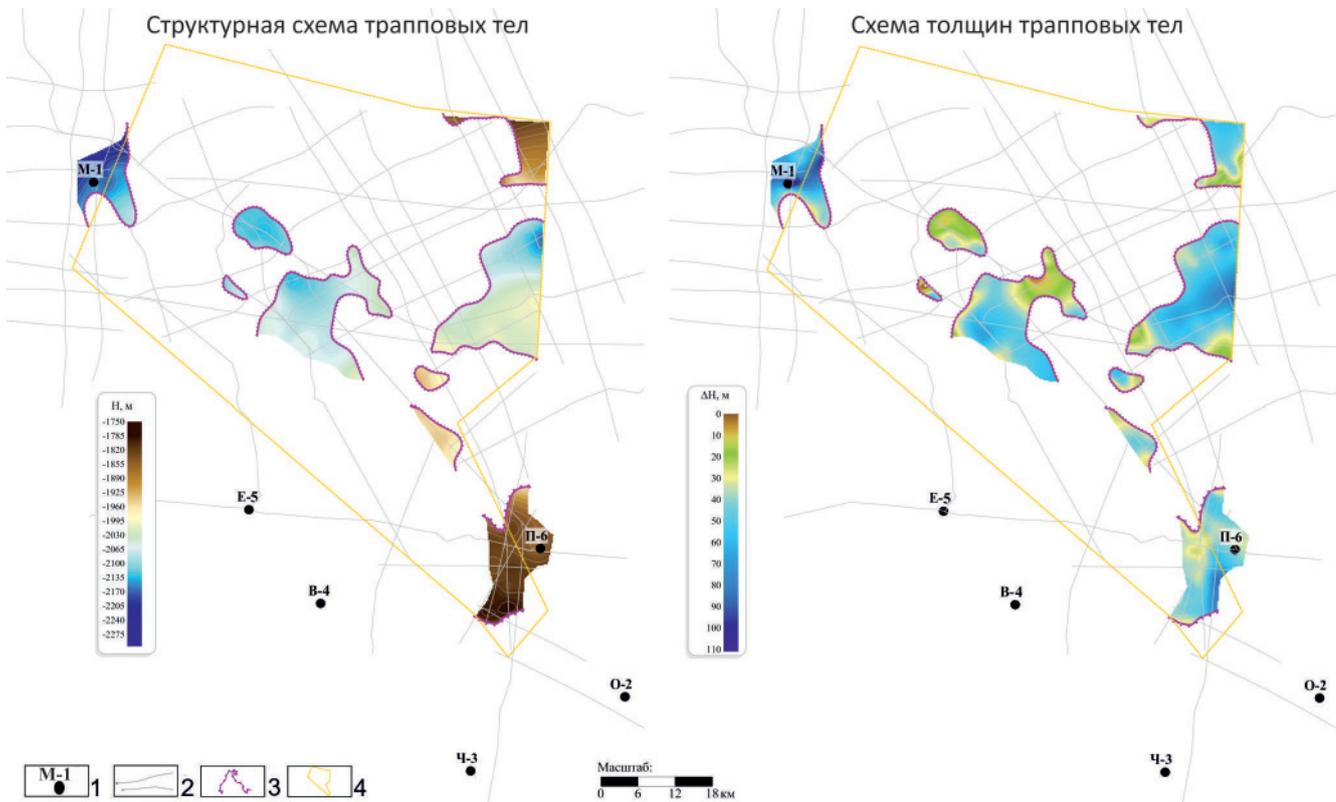


Рис. 11. Структурные особенности траппа на площади исследования

1 – скважины глубокого бурения; 2 – сейсморазведочные профили МОГТ 2D; 3 – линия выклинивания долеритов/ интрузии (зубцы направлены в сторону выклинивания); 4 – контур участка

рицательный. Однако необходимо отметить, что динамическая выразительность «карбонатного» положительного экстремума несколько ниже, чем значение амплитуд положительного отражения, соответствующего кровле траппового тела. Это объясняется меньшей мощностью карбонатного прослоя, в котором значения скорости продольной волны немного меньше, чем в интервале траппа.

Результатом этапа моделирования стало отождествление реального рисунка сейсмической записи (временные разрезы) с типами геологических разрезов на ниже-среднеусольском интервале по эталонным скважинам.

Задача третьего этапа сводится к латеральному картированию выявленных типов разрезов исследуемого интервала на площади исследования. Это процесс выполнен в программном модуле Stratimagic.

Входными условиями для расчета сейсмофаций были следующие параметры: четыре класса сейсмофаций (количество выбрано на основании результатов одномерного моделирования) и семь сейсмофаций, которые обоснованы функцией интерпретационного пакета Stratimagic, а также временной интервал исследования А–10 мс – Б+5 мс.

Результатом сейсмофациального анализа стала карта классов сейсмофаций (рис. 10), на которой

выделены области развития интрузивных тел на исследуемой территории.

Для уточнения области развития трапповых тел использовались разрезы псевдоскорости, рассчитанные в интерпретационном пакете KINGDOM в окне 0,7–1,2 с, которое охватывает ниже-среднеусольский – верхневендский интервал. По разрезам псевдоскорости снимались максимальные значения атрибута в окне, которое соответствует нижеусольскому подкомплексу (подосинские соли и подосинский трапп). Далее строилась сеточная функция с регулярным шагом и по карте максимальных значений псевдоскорости в исследуемом интервале конкретизировались границы распространения траппа (см. рис. 10).

В итоге построены схемы кровли траппового тела и его мощности (рис. 11). Выявленные зоны отсутствия траппа могут быть перспективны на поиск углеводородов в осинском горизонте.

Выводы

Предложенная методика комплексирования динамического/сейсмофациального и кинематического анализа сейсморазведочных и скважинных данных позволила выявить интрузивные тела в волновом поле временных разрезов и закартировать их

на исследуемой площади в соленосно-карбонатном интервале геологического разреза.

Выявление подосинских интрузивных тел значительной мощности дало возможность скорректировать границы перспективных на УВ объектов в осинском горизонте, так как наличие таких тел может свидетельствовать о разрушении залежи углеводородов (пример такой геологической ситуации – скв. М-1).

Методика, описанная в статье, может быть использована в схожих геологических условиях на Сибирской платформе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Анализ** возможности картирования интрузивных тел по данным сейсморазведки в Восточной Сибири (на примере Мунтульского участка) / С. В. Котова, Г. Д. Уклова, Е. Г. Келлер, И. В. Литаврин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2015. – № 3. – С. 82–88.
2. **Влияние** интрузивных траппов на нефтегазоносность палеозойских отложений Сибирской платформы / А. Э. Конторович, Н. В. Мельников, В. С. Старосельцев, А. В. Хоменко // Геология и геофизика. – 1987. – № 5. – С. 14–20.
3. **Вожов В. И., Кузьмин С. П., Букаты М. Б.** О возможности локализации углеводородных залежей под интрузивными траппами // Геология и нефтегазоносность Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981. – С. 87–94.
4. **Гажула С. В.** Особенности траппового магматизма в связи с условиями нефтегазоносности Сибирской платформы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2008. – Т. 3, № 1. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/10_2008.pdf.
5. **Геология** нефти и газа Сибирской платформы / под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
6. **Гогоненков Г. Н., Кравцов Б. Я.** Выбор регулируемых параметров при корректирующей деконволюции // Прикладная геофизика. – 1976. – Вып. 71. – С. 3–45.
7. **Конторович А. Э., Мельников Н. В., Старосельцев В. С.** Нефтегазоносные провинции и области Сибирской платформы // Геология и нефтегазоносность Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1975. – С. 4–21.
8. **Медведев А. Я.** Пермотриасовый вулканизм Северо-Азиатского кратона (Западно-Сибирская плита и Тунгусская синеклиза: геохимия, петрология и геодинамика): автореф. дис. ... д. г.-м. н. – Иркутск: Институт геохимии СО РАН, 2004. – 32 с.
9. **Старосельцев В. С.** Тектоника базальтовых плато и нефтегазоносность подстилающих отложений. – М.: Недра. 1989. – 259 с.
10. **Трапповый** магматизм древних платформ в связи с нефтегазоносностью / Г. П. Вдовыкин, Ю. Г. Такаев, В. А. Зорькина и др. // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. – М.: ВИЭМС, 1983. – 40 с.
11. **Шиловский А. П.** Влияние траппового магматизма на создание нефтегазовых залежей // SOCAR Proceedings. Special Issue. – 2021. – №. 2. – С. 36–40.

© А. С. Юнашева, Е. В. Громова,
Л. Ю. Беспечная, Е. В. Мосягин, 2022