

Представлены результаты комплексной обработки и интерпретации скважинных и наземных сейсмических данных, относящихся к интервалам геологического разреза, для которых нефтеперспективы на начальном этапе работ остаются не определенными вследствие их слабой изученности. Такими интервалами разреза для одной из площадей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции являются отложения аналога трехозерной толщи и образования кровельной части доюрского основания. Обработка сейсмических данных реализована с использованием специального графа, обеспечивающего минимальные искажения динамики сейсмической записи и возможность извлечения из нее весьма важных для поисков и промышленной разведки геологических показателей. Поскольку извлечение из сейсмических данных необходимой геологической информации оказывается довольно сложным процессом, авторами в данной статье приводятся только первая часть результатов общей работы. Прежде всего это результаты обработки и автоматизированной интерпретации данных ГИС, результаты интерпретации сейсмических данных высокого разрешения по профилям, результаты необходимых структурных построений и особенностей распространения пластов в отложениях аналога трехозерной толщи. В последующей работе авторами представлены результаты прогноза геолого-геофизических параметров для отложений аналога трехозерной толщи и образований верхней части доюрского основания.

ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛАБО ИЗУЧЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕТОДОМ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ СЕЙСМИКИ

**Ф.Ф. ХАЗИЕВ
В.Л. ТРОФИМОВ
В.А. МИЛАШИН
Д.И. ЧЕРНИКОВ
А.А. КАЧКИН
А.Б. ТИМОНИН**

ООО «МЕГАЦЕНТР-ПЛЮС» г. Москва

ТПП «УРАЙНЕФТЕГАЗ» г. Урай

Основное направление исследований с применением методов высокоразрешающей сейсмики ориентировано в первую очередь на изучение продуктивных горизонтов, по которым могут быть получены наиболее представительные результаты прогноза и оценки литологического состава, коллекторских свойств, характера и степени насыщения пород-коллекторов флюидами. В качестве исходных данных при этом используются скважинные и наземные сейсмические материалы наблюдений, получаемые на конкретных территориях исследований [1-6].

Между тем в процессе детальной обработки и интерпретации сейсмических данных наряду с изучением целевых продуктивных отложений приходится решать проблемные задачи по изучению тех интервалов геологического разреза, для которых нефтеперспективы на начальном этапе их решения остаются неопределенными вследствие их слабой изученности. Примером таких слабо изученных отложений является часть разреза целевых отложений по одной из площадей Шаимского района Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Здесь такими являются отложения аналога трехозерной толщи, залегающей в нижнемумлымьинской подсвите средне-верхневожского возраста верхней юры J3 (на площади исследований эти отложения горизонта П0к нами условно делятся на три пласта (сверху вниз) П01, П02 и П03). Относительно слабо изученными также оказываются и образования кровельной части доюрского основания, подстилающие отложения осадочного чехла. На материалах этой площади авторами с использованием сейсмических данных высокого разрешения были выполнены детальные исследования по прогнозу наиболее важных для поисков и промышленной разведки геологических показателей [5, 6]. Эти исследования проводились как для продуктивных, так и для перспективных (недостаточно изученных) отложений.

В настоящей статье представлены результаты комплексной обработки и интерпретации скважинных и наземных сейсмических данных, непосредственно относящиеся к отмеченным выше перспективным (недостаточно изученным) отложениям, а именно к отложениям аналога трехозерной толщи (горизонту П0к) и образованиям кровельной части доюрского основания (горизонту А-А1).

Методика динамической обработки сейсмических данных и комплексной интерпретации результатов с данными ГИС нами достаточно подробно изложена в работе [5]. Не останавливаясь на деталях такой обработки, отметим лишь, что материалы скважинных и наземных сейсмических наблюдений обрабатывались с использованием специального графа, обеспечивающего минимальные искажения динамики сейсмической записи и возможность извлечения из этой записи весьма важных для поисков и промышленной разведки геологических показателей. Отличительной особенностью такой обработки явилось использование процедуры сейсмической инверсии по исходным сейсмограммам и окончательным временным разрезам. С применением этой процедуры непосредственно реализуется обращение трасс сейсмической записи в распределения по вертикали эффективных коэффициентов отражения (ЭКО) и эффективных акустических жесткостей (АЖ) [5, 6].

Авторы в процессе формирования детальной геоакустической модели и прогноза литологического состава, коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности пород-коллекторов продуктивных и перспективных толщ, т.е. решения довольно тонких задач нефтяной геологии сейсмическими методами, использовали отечественные высокотехнологические методы обработки и интерпретации материалов геофизических наблюдений – технологию высокоразрешающей сейсмики (ВРС-Гео) [1-6]. Из зарубежных программно-технологических средств применялись

система OMEGA компании Western Geco и интерпретационная система GeoGraphix Discovery™ R2004.1, v.8.5 компании Landmark Graphics Corporation.

ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ГИС

В соответствии с разработанной технологической схемой обработки и интерпретации скважинных и наземных сейсмических материалов наблюдений на начальном этапе по данным ГИС в скважинах выполнялась оценка литологического состава, коллекторских свойств, нефтегазонасыщенности отложений продуктивных и перспективных интервалов разреза. В работах [1-5 и др.] описан применяемый нами для этого способ, основанный на интеграции геофизических параметров в единую геологическую информационную систему посредством функциональных преобразований геофизических параметров. Довольно подробно методика использования процедур этого способа обработки на материалах ГИС изложена в указанных выше работах.

В настоящей статье остановимся только на результатах обработки данных ГИС, имеющих отношение к комплексной интерпретации этих данных с сейсмическими материалами исследуемой площади. По результатам комплексной интерпретации в первую очередь формируется детальная геоакустическая модель в вертикальном сечении разреза скважины, которая непосредственно используется для прогноза геологических показателей в продуктивных пластах на разрезах и по площади исследований.

Так, в одной из двух имеющихся на площади работ скважине 12291 были вскрыты отложения нижнемелового и верхнеюрского комплексов в интервале глубин 1802.4-1896.4 м, а также образования доюрского основания (на глубинах 1896.4-1940 м) (рис. 1). Нижнемеловые отложения, вскрытые скважиной, представлены породами верхнеумлымьинской подсвиты, а верхнеюрские ►

– породами нижнемумлыбинской подсвиты и абалакской свиты. Отложения абалакской свиты в свою очередь представлены глинисто-глауконитовой пачкой (ГТП) и породами вогулкинской толщи.

Проницаемые пропластки прослеживаются в скважине только в породах верхнемумлыбинской подсвиты (в интервале глубин 1826.5-1830 м) и вогулкинской толщи (1895-1896.5 м). При этом первый из указанных интервалов разреза сложен алевроитским аргиллитом и темно-серым плотным мелкозернистым песчаником на глинистом цементе с редким включением обуглившихся растительных остатков. Второй – частично аргиллитом темно-серым, плотным слюдистым с включением фауны и обуглившимся растительных остатков и преимущественно песчаником крупнозернистым, глауконитово-кварцевым с включением фауны белемнитов на глинистом цементе, а также гравелитом светло-серым, крепким, плотным на глинистом цементе [2].

Начинающееся с коры выветривания доюрское основание (в самой верхней его части) представлено в основном эффузивно-осадочными и метаморфизованными горными породами.

Для проницаемого водонасыщенного пропластка, залегающего в отложениях верхнемумлыбинской подсвиты (в интервале глубин 1817-1837.5 м), максимальная песчаность составляет 30-70% (соответственно содержание глинистого материала здесь составляет Сгл. \approx 70-30%), пористость – Кп \approx 8-14%. Относительно высокая величина пористости вполне позволяет относить рассматриваемый пропласток к классу коллекторов. Параметры фильтрационно-емкостных показателей для этого проницаемого пропластка достигают значений абсолютной проницаемости (график кпр) и относительной по воде проницаемости (график кпр в), равных \approx 1 мД.

Для проницаемого водонасыщенного пропластка, расположенного в нижней части отложений абалакской свиты – непосредственно в интервале залегания осадков вогулкинской толщи (на глубинах 1895-1896.5 м) песчаность составляет \approx 93% (соответственно глинистость здесь составляет Сгл. \approx 7%), пористость – Кп \approx 17%. Фильтрационно-емкостные параметры для этого пропластка характеризуются значениями: абсолютной проницаемости кпр \approx 15 мД, относительной по воде проницаемости кпр в \approx 8-10 мД. Результаты испытаний в интервале глубин 1890-1938 м (охватывающем отложения практически всей абалакской свиты и значительную часть вскрытых скважиной образований доюрского основания) показали наличие притока пластовой воды дебитом $Q_v = 65.4 \text{ м}^3/\text{сут}$ при пластовом давлении 180.3 атм (рис. 1).

Следует отметить, что по рассматриваемой скважине в интервале залегания пород доюрского комплекса (ДЮК) для решения задачи расчленения разреза нами применена методика качественного прогноза литотипов верхней части ДЮК на основе комплексного использования данных бурения и ГИС, как это было выполнено ранее [3]. В частности, в указанной работе с использованием вскрытых разрезов и отобранного кернового материала позднепермских и триасовых вещественных комплексов реализована увязка керна

с особенностями поведения диаграмм ГИС основных методов стандартного каротажа скважин. На этой основе выполнена некоторая обобщенная классификация типов такого разреза, в результате чего появилась возможность оценки геолого-геофизических признаков для некоторой фактической классификации типов разреза доюрского основания.

С использованием этой разработанной классификации разреза доюрского основания для рассматриваемой скважины получено его вполне приемлемое расчленение. В основу такого расчленения разреза положено определенное соответствие различных взаимных соотношений кривых методов ГИС, а также имеющаяся информация по макроописанию керна. Доюрский комплекс в интервале вскрытого разреза 1922.5-1931 м здесь, в частности, представлен метаморфическими горными породами, а в остальной части разреза доюрского основания – эффузивными и эффузивно-осадочными породами (рис. 1).

Судя по рассмотренным выше результатам обработки данных ГИС в одной из скважин, а также целому ряду других скважин, которые расположены к востоку от территории исследований [2], можно говорить о реальной возможности обнаружения здесь пластов коллекторов в отложениях абалакской свиты, мумлыбинской свиты и в некоторой степени в образованиях доюрского комплекса.

Полученные по вышерассмотренной скважине результаты непосредственно использовались при анализе и настройке разрезов эффективных коэффициентов отражения и эффективных акустических жесткостей по профилям исследуемой территории на физические параметры разреза целевых отложений.

НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ПРОФИЛЯМ

Обработка и интерпретация сейсмических данных по профилям МОГТ 2D изучаемой площади реализована, как было отмечено выше, на основе использования программ системы OMEGA компании Western Geco, технологии ВРС-Гео и интерпретационной системы GeoGraphix R2004.1, v.8.5. Все особенности и детали такой обработки в полном объеме изложены в работах [5 и др.]. В данном разделе затронем лишь один из важных вопросов процесса интерпретации сейсмических данных, касающийся выделения на сейсмических разрезах адекватных отражающих границ с целью последующего формирования на этой основе тонкослойной геологической модели разреза изучаемой реальной среды.

При интерпретации сейсмических разрезов одной из основных процедур, как известно, является корреляция целевых отражающих границ, с тем чтобы адекватно отобразить структурно-тектоническое строение на сейсмогеологических разрезах. Особую трудность при этом составляет отображение тонкослойных сложнопостроенных моделей среды. Процедуру корреляции горизонтов на разрезах, использующих только элементы структуры волнового поля, как известно, в большинстве случаев можно выполнить для хорошо динамически выраженных отражений, что в

ряде практических ситуаций оказывается не всегда возможным (прежде всего по причинам сложного геологического строения и относительно слабой выраженности целевых отраженных волн). Но дело не только в этом. Некоторые особенности в понимании этого вопроса состоят в следующем.

При детальном анализе процесса формирования структуры волнового поля, фиксируемого в условиях реальной среды, выясняется одна важная, но весьма принципиальная особенность. Она заключается в том, что сейсмическая запись образуется как суперпозиция элементарных сейсмических записей, создаваемых от каждого из элементарных пластов (элементарных границ раздела), адекватных действительному распределению акустических неоднородностей реальной среды. Причем элементарный пласт (элементарную границу) можно легко представить через шаг квантования сейсмической записи по времени (в форме кривой акустической жесткости в вертикальном сечении разреза, аппроксимируемой с применением шага квантования сейсмической записи по времени). На основании такой суперпозиции (суммирования) элементарных сейсмических записей формируется в конечном итоге результирующая интерференционная сейсмическая запись, обычно регистрируемая при полевых измерениях.

Очевидно, что продемонстрировать процесс формирования сейсмической записи как таковой на физических моделях практически невозможно. Однако сравнительно легко это можно сделать на основе решения прямой и обратной задач одномерного (или двухмерного) математического моделирования, например как это показано в работах [7, 8]. Используя результаты такого моделирования с оценкой вклада элементарных границ и толщ в интерференционную сейсмограмму, можно легко показать, что информация от элементарного пласта (элементарной границы раздела) на зарегистрированной интерференционной сейсмической записи «размазывается» по времени (временной шкале) на довольно существенную временную величину. Значение этой величины состоит из длины зондирующего сейсмического импульса плюс временная толщина самого элементарного пласта (или толщи) [7]. Последняя (толщина элементарного пласта или толщи, состоящей из некоторой суммы элементарных пластов) определяется либо только одним шагом квантования сейсмозаписи по времени (для элементарного пласта), либо некоторой совокупностью шагов квантования сейсмозаписи по времени (для толщи) в зависимости от конкретно изучаемого пласта или пропластка, который охватывается сразу несколькими шагами дискретизации. Явление (эффект) интерференции как результат суперпозиции указанных элементарных записей в любой исходной или результирующей сейсмической записи, как известно, является всеобъемлющим для любой (или каждой) конкретной записи [7, 8].

Имея, таким образом, полученную сложную интерференционную структуру волнового поля, в конечном итоге довольно сложно с высокой достоверностью откоррелировать на временном разрезе тонкую слоистость (в форме протяженных осей синфазности), адекватную изучаемому тонкослоистому ►

геологическому разрезу. Точнее, такую процедуру (корреляцию горизонтов) можно выполнить только для довольно сильных сейсмических сигналов (с использованием при структурной интерпретации соответствующих временных поправок). Но, что особенно важно, для слабых по интенсивности сейсмических сигналов это выполнить практически невозможно. Стоит при этом особо подчеркнуть, что с последними слабыми сейсмическими сигналами в большинстве случаев связаны искомые компоненты изучаемого «геологического вещества», т.е. различные прогнозируемые геологические показатели. Это обстоятельство оказывается определяющим при обосновании и реализации решения обратной динамической задачи сейсмологии (для получения информации об адекватных слабоакустических неоднородностях реальной среды, на которые «отзываются» сравнительно слабые сейсмические отражения).

Для того чтобы полностью исключить из сейсмической записи эффект интерференции (неблагоприятно влияющий на процесс адекватного определения детальной внутренней структуры изучаемых нефтеперспективных отложений), применяется, как уже было отмечено выше, разработанная авторами процедура сейсмической инверсии – обращения (восстановления) сейсмической записи в распределения эффективных коэффициентов отражения (ЭКО) и эффективных акустических жесткостей (АЖ). Такая процедура реализована в одной из систем технологии ВРС-Гео [1-6]. Многочисленные результаты математического моделирования показали, что задача обращения сейсмической записи решается вполне однозначно численным способом [8].

Следует при этом заметить, что «эффективные» коэффициенты отражения (ЭКО) – это, прежде всего, относительные значения коэффициентов отражения (относительные за счет соответствующих преобразований и нормировок, осуществляемых при регистрации и корректной цифровой обработке сейсмических записей), которые, в свою очередь, эквивалентны действительным (абсолютным) их значениям, но характеризующие их более высокочастотную часть. Специальной калибровки значений ЭКО для приведения их к абсолютным значениям при этом не производится. Несмотря на это (а также на отсутствие в отдельной сейсмической трассе низкочастотной компоненты акустических жесткостей) возможность использования эффективных коэффициентов отражения для определения состава и свойств изучаемых разрезов при этом не утрачивается (вся необходимая информация о составе и свойствах изучаемого разреза содержится именно в этих значениях ЭКО). Действительными же (абсолютными) значениями коэффициентов отражения в процессе их определений, как известно, могут быть только модельные, теоретические. Следует также заметить, что даже для получения адекватных значений акустических скоростей, полученных в скважине, приходится выполнять сложную нормировку данных акустического каротажа.

Фрагмент исходного временного разреза ОГТ по рассматриваемому профилю, полученному после предварительной обработки данных по специальному графу, приводится на рис. 2, а. Качественный

визуальный анализ структуры полученного волнового поля при этом дает некоторые общие представления об особенностях геологического строения реальной среды в исследуемой вертикальной плоскости разреза. В общей структуре сейсмического волнового поля сравнительно четко фиксируются конседиментационные и постседиментационные особенности накопления и формирования осадков (это в основном вертикальные перемещения осадков, связанные в той или иной степени с тектоническими процессами, постседиментационные складки, разрывы и т.п.).

Пример с результатами исключения из сейсмической записи эффекта интерференции за счет применения процедуры сейсмической инверсии приведен на рис. 2, б. По существу за счет применения этой процедуры реализовано разделение сейсмической информации на два типа информации: на информацию об источнике и о реальной среде. На этой же основе обеспечивается максимальная вертикальная разрешенность сейсмических данных – разрезов АЖ и ЭКО (рис. 2, б, в).

На разрезах эффективных акустических жесткостей и эффективных коэффициентов отражения при этом относительно легко идентифицируются особенности детального внутреннего строения продуктивной части разреза и вмещающих их отложений. Здесь в явном виде проявляются детали строения изучаемого реального разреза с точностью шага квантования сейсмической записи по времени ($\Delta t = 0.002$ с). Причем на тех участках разреза, где потенциально продуктивный пласт (интервал разреза) в разрезе эффективных акустических жесткостей (АЖ), характеризующийся как преимущественно пласт с пониженными (интегральными) значениями АЖ (рис. 2, б), на разрезе эффективных коэффициентов отражения этот пласт проявляет себя чередованием положительных и отрицательных величин эффективных коэффициентов отражения (рис. 2, в). Примерно такой же результат проявляется и на интервалах разреза с положительными (интегральными) значениями АЖ, где вполне определенно прослеживается чередование отрицательных и положительных значений ЭКО. Естественно, такой вертикальной разрешенности разреза с использованием элементов структуры волнового поля здесь достичь невозможно.

Вполне очевидно, что уменьшение шага дискретизации сейсмической записи наполовину (в частности, до $\Delta t = 0.001$ с) позволило бы на каждом из вертикальных сечений изучаемого разреза количество значений эффективных коэффициентов отражения увеличить вдвое. Указанное обстоятельство непосредственно характеризует факт высокого разрешения сейсмических материалов с использованием процедуры сейсмической инверсии, т.е. обращения как исходных, так и окончательных суммарных, после процедуры миграции, сейсмических данных.

Идентифицированным основным отражающим границам в процессе интерпретации разрезов АЖ и ЭКО, как это видно из рис. 1, б-в, присвоены индексы в соответствии с их литолого-стратиграфической приуроченностью [5]:

Б1 – кровля верхнемумлымынской подсвиты берриас-нижневаланжинского возраста

нижнего мела К1;

Б – кровля нижнемумлымынской подсвиты берриас-нижневаланжинского возраста и титонского (волжского) возраста верхней юры J3;

П0к – кровля аналога трехозерной толщи в отложениях нижнемумлымынской подсвиты средне-верхневолжского возраста верхней юры J3: на площади делится условно на три слоя (сверху вниз): П01, П02 и П03;

ГПП – кровля глинисто-глауконитовой пачки (ГПП), залегающей в верхней части отложенной абалакской свиты оксфорд-кимериджского возраста J3ab верхней юры;

П – кровля пласта вогулкинской толщи, залегающей в нижней части отложений абалакской свиты келловейского возраста верхней юры J3;

Т1 – кровля отложений горизонта Т1(Ю2) тюменской свиты батского возраста J2bt;

А – поверхность отложений доюрского основания (подшва осадочного чехла);

А1 – условная граница в отложениях верхней части доюрского основания (необходимая для оценки состава и свойств отложений данного интервала разреза в процессе прогноза искомых геолого-геофизических параметров).

Как отмечено выше, основное преимущество при использовании разрезов эффективных акустических жесткостей и эффективных коэффициентов отражения (по сравнению с сейсмическими временными разрезами, полученными на основе применения стандартного графа обработки) состоит в том, что при выполнении ВРС-интерпретации разрезов АЖ и ЭКО из целевых интервалов изучаемого разреза извлекается максимально возможный объем геологической информации. В частности, речь идет об информации, связанной непосредственно с литологическим составом, коллекторскими свойствами, характером и степенью флюидонасыщения пород-коллекторов [5, 6].

Аналогичная информация о «геологическом веществе» на стандартных временных разрезах, во-первых, оказывается нередко существенно искаженной за счет применения стандартного графа обработки (применения процедур, искажающих в значительной степени динамику сейсмической записи – динамика после такого графа обработки оказывается практически не восстанавливаемой). Во-вторых, информация на интерпретируемых разрезах о целевых геологических показателях от конкретного нефтеперспективного объекта в структуре волнового поля оказывается интерференционной (в суперпозиции с информацией от других близко расположенных объектов). По этой причине она не идентифицируема и кроме того в значительной степени распределена по оси времен пропорционально длине зондирующего сейсмического импульса и временной толщине изучаемого пласта.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНЫХ ПОСТРОЕНИЙ

В процессе площадной интерпретации структурные построения по основным литостратиграфическим подразделениям разреза были представлены картами изохрон, структурными картами и картами прогнозных толщин для целевых горизонтов. При этом использовались переменные ►

по площади работ скорости распространения упругих волн. Структурные построения были выполнены по всем опорным отражающим горизонтам С, Г, М1, М, НАС6, Б1, Б, П0к, ГП1, П, Т1(Ю2) и А [5]. По отложениям продуктивных горизонтов (П и Т1(Ю2)) такие построения совместно с результатами прогноза геологических показателей нами представлены в работах [5, 6].

Для решения проблемы прогнозирования геолого-геофизических параметров по сейсмическим данным в слабо изученных (перспективных) отложениях авторы воспользовались из всей указанной совокупности результатов структурных построений только их небольшой частью. Для этой цели были использованы структурные построения по горизонтам П0к, ГП1 и А (при этом по горизонту ГП1 эти результаты использовались только в качестве вспомогательного материала).

Горизонт П0к (аналог трехозерной толщи). По перспективным отложениям – горизонту П0к на карте изохрон изолинии времен изображены с шагом $\Delta t_0 = 5$ мс (рис. 3, а). На карте изопакит – интервальных времен между отражающими границами ГП1 и П0к линии равного уровня построены с сечением $\Delta t = 2.5$ мс (относительно небольшой шаг изолиний этого параметра обусловлен, прежде всего, незначительной дифференциацией временных толщин по отложениям рассматриваемого горизонта) (рис. 3, б). По этим картам изохрон и изопакит дается также совмещение их с картами сейсмических скоростей – средних $V_{cp}(x,y)$ и пластовых $V_{пл}(x,y)$ для отложений соответствующих горизонтов.

Представленные особенности распределения по площади структурных форм для отложений нижнемульминский подшвыты верхней коры (кровли и подошвы аналога трехозерной толщи), а также особенности распределения значений изопакит – интервальных времен между отражающими границами ГП1 и П0к (рис. 3, б) позволяют констатировать то, что условия седиментации осадочных образований в рассматриваемом интервале изучаемого разреза оказываются довольно неоднородными. Структурные формы горизонта П0к свидетельствуют о том, что центральная, южная и западная части исследуемой площади контролируются единой, довольно сложно построенной обширной структурной зоной, имеющей относительно высокое гипсометрическое положение. При этом общие закономерности тектонического строения в целом сохраняются примерно такими же, как для отложений выше- и нижезалегающих горизонтов. В целом, морфология поверхности отложений горизонта П0к (рис. 3, а) сохраняет унаследованный характер развития с отложениями нижезалегающих горизонтов. Преимущественное погружение отложений горизонтов на площади происходит в восточном, северо-восточном и северном направлениях. При этом сами структуры разделяются относительно узкими, сравнительно малоразмерными прогибами. Отдельные участки склонов структур переходят в структурные носы, которые осложнены малоразмерными куполами. Структурные носы разделены непротяженными гемисинклиналями, переходящими в прогибовые зоны.

На картах изменений сейсмических скоростей $V_{cp}(x,y)$, наложенных на карты

изохрон (в изолиниях равного уровня $t_0(x,y)$, изолинии скорости так или иначе повторяют локальные структурные формы своими пониженными и повышенными значениями $V_{cp}(x,y)$). Изменение этих скоростей в осадочной толще до кровли горизонта П0к происходит в диапазоне 2050-2170 м/с (рис. 3, а).

Толща между отражающими границами ГП1 и П0к в соответствии с описанием основных подтипов отложений юрского комплекса представлена аргиллитами с включениями глауконита с конкрециями известняков (аргиллиты темно-серые с оолитами сидерита; ораногено-обломочные известняки, песчаники, спонголиты; песчаники с прослоями гравелитов и конгломератов). Значения интервальных времен между отражающими границами ГП1 и П0к здесь изменяются в диапазоне 27.5±22.5 мс (рис. 3, б). Судя по такому диапазону изменения Δt , область бассейна в средне-верхневолжский век верхнеюрской истории характеризовалась беспокойным тектоническим режимом. В результате этого здесь развивались локальные участки (аномалии) как с относительно низкими значениями Δt (в пределах 5-27.5 мс), так и с аномально повышенными значениями Δt (в пределах 27.5-50 мс). Повышенные толщины осадков при этом на площади работ располагаются в виде локальных областей (зон), которые приурочены к различным участкам площади. Наиболее представительные аномалии повышенных толщин Δt расположены в юго-западной, юго-восточной и частично на западе центральной части площади. Отдельные локальные области располагаются в северной части площади.

В районе расположения скважин 452 и 12291 распространена зона относительно пониженных значений Δt , а характер изменения значений пластовых скоростей $V_{пл}(x,y)$, наложенных на карту изопакит изолиниями скорости, так или иначе повторяет локальные структурные формы своими пониженными и повышенными значениями $V_{пл}(x,y)$ (рис. 3, б). Изменение этих скоростей происходит в пределах 3000-4500 м/с.

Горизонт А (кровля доюрского основания). Поведение поверхности доюрского комплекса во временном изображении отличается значительной сложностью тектонического строения в пределах рассматриваемой структурной зоны. Анализ выявленных сложнопостроенных структурно-тектонических элементов и динамики тектонических процессов, которые сопровождают образование тектонических структур (в определенной степени и формирование зон нефтегазоаккумуляции в покрывающих осадочных комплексах) в целом свидетельствует о довольно сложных причинах и механизме деформаций горных пород фундамента. Естественно предположить, что строение фундамента в конечном итоге является суперпозицией наложенных друг на друга тектонических и мощных эрозийных процессов, происходивших на территории исследований (а также и в регионе) на разных этапах тектонического развития. В частности, здесь, наряду с главными субвертикальными разломами – планетарными линеаментами (появившимися в результате образования на территории Западно-Сибирской плиты планетарных «силовых меридианов» (по Н.И.Змановскому, В.И.Шпильману, 1988 г.),

[Г.П.Мясникова, О.И.Змановская, 2004 г.]) также получили распространение разные виды сдвиговых деформаций и горизонтальных движений складчатых зон и поясов. Среди таких деформаций наиболее вероятными являются продольные, поперечные, вращательные перемещения, разные кинематические формы изгиба в горизонтальной плоскости, продольного удлинения, выжимания, нагнетания, согласованных перемещений целых ансамблей блоков и т.п. На этой основе здесь образуются характерные геометрические и морфологические сочетания структурных элементов, обуславливающие сильную расчлененность структурного плана, в том числе большое количество разрывных нарушений, из которых наиболее протяженные, так или иначе обрамляют эрозионно-тектонические выступы фундамента – вертикально ограниченные блоки. При этом основной объем тектонической деятельности, очевидно, происходил здесь в доюрское время.

Местоположение основных структур, в целом соответствуют ранее известным здесь локальным структурам. Все эти структуры отличаются сложностью своего геологического строения, поскольку контуры изолиний равного уровня, охватывающие эти сложнопостроенные структуры, имеют довольно сложную конфигурацию, но вполне соответствующую общему простираению более крупных структурных форм III порядка.

Породы фундамента и его коры выветривания почти вскрыты многими скважинами на сопредельных площадях, введенных в разведку. В пределах открываемых месторождений рассматриваемого нефтегазоносного района довольно часто верхняя, незначительная (по нефтенасыщенной толщине) часть разреза фундамента содержит нефть или газ. При этом притоки флюидов находятся в зависимости от положения скважин на локальном поднятии от состава фундамента и коллекторских свойств его коры выветривания. Дебиты нефти колеблются от десятков литров в сутки до нескольких десятков тонн. Залежи нефти в доюрском основании здесь, как известно, связаны в основном с трещинными коллекторами, расположенными в том числе и в образованиях коры выветривания.

По тем двум скважинам, которые непосредственно расположены на площади работ, результатов по нефтенасыщению для этой части разреза не было получено. Тем не менее можно предположить, что на всей площади проведенных исследований потенциально продуктивные интервалы разреза доюрского основания могут быть установлены. Однако для их выявления представляется необходимым проведение дополнительных исследований, прежде всего работ в области углубленного изучения и прогнозирования нефтеносности этой части разреза по комплексу данных сейсморазведки высокого разрешения, ГИС и бурения.

Распределение средних скоростей $V_{cp}(x,y)$ до отложений горизонта А по площади находится в диапазоне 2060-2170 м/с (рис. 3, в). Закономерность в распределении этих скоростей до образований кровельной части горизонта А примерно аналогична таковой для отложений вышезалегающих горизонтов Б1, Б, П0к, ГП1, П, Т1(Ю2). В частности, как видно из представленного рисунка, ►

наибольшие значения $V_{ср}(x,y)$ приурочены к более погруженным участкам поверхности ДЮК (на восточном и северо-восточном участках площади). Наименьшие значения $V_{ср}(x,y)$ приурочены к более приподнятым участкам поверхности ДЮК (непосредственно на западном и северо-западном участках распространения образований горизонта А).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПО ПЛОЩАДИ 2-Х И 3-Х СЛОЙНЫХ ПЛАСТОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ АНАЛОГА ТРЕХОЗЕРНОЙ ТОЛЩИ

Результаты выполненной корреляции отражающих границ по горизонту П0к по всем разрезам эффективных акустических жесткостей (АЖ) и эффективных коэффициентов отражения (ЭКО) для 34 сейсмических профилей показали, что эта толща на площади может быть разделена на несколько сравнительно тонких пластов (слоев). Признаком такой дифференциации оказывается четкое разделение всей толщи на пласты повышенных и пониженных значений эффективных акустических жесткостей (рис. 2, а). Причем такое деление отложений горизонта П0к на пласты с различными значениями АЖ по площади происходит по-разному. На одних участках площади такое деление реализуется на три пласта, а на других – только на два. В первом случае это деление можно представить в виде трех пластов (сверху вниз): П01, П02 и П03. Чередование пластов по значениям АЖ выглядит следующим образом: П01 и П03 – пласты повышенных значений АЖ; П02 – пласт пониженных значений АЖ. При этом имеется одна немаловажная особенность в прослеживании этих пластов: если П01 и П03 следятся по всей площади, то П02 следится только на отдельных ее участках.

Для того чтобы установить границу перехода от двухслойного (П01 и П03) к трехслойному (П01, П02 и П03) строению отложений горизонта П0к была выполнена классификация такого деления по каждому из разрезов эффективных акустических жесткостей (АЖ). В результате такой классификации была построена граница перехода 2-х и 3-х слойных областей прослеживания отложений горизонта П0к, которая хорошо фиксируется на карте временных толщин между кровлей глинисто-глауконитовой пачки (ГПП) (подшовой горизонта П0к) и поверхностью отложений горизонта П0к, т.е. на карте Δt (рис. 4). Эта граница перехода практически совпадает с величиной Δt , равной 15 мс. Таким образом, та часть площади, для которой временная толщина горизонта отвечает условию $\Delta t \geq 15$ мс, является 3-х слойной (П01, П02 и П03) областью распространения отложений горизонта П0к, а та часть площади, для которой характерно распределение $\Delta t \leq 15$ мс, является 2-х слойной (П01 и П03) областью распространения отложений горизонта П0к.

Дальнейшие исследования в этом направлении показали, что первый верхний пласт 3-х слойной модели строения разреза отложений горизонта П0к и первый верхний слой 2-х слойной модели строения разреза этого горизонта можно объединить в единый верхний пласт П01. Этот пласт П01, залегающий в верхней части отложенного горизонта П0к, в конечном итоге оказался интересным в отношении перспектив нефтегазоносности.

Примерно такая же схема объединения слоев может быть построена и для третьего нижнего слоя 3-х слойной модели строения разреза отложений горизонта П0к и второго нижнего слоя 2-х слойной модели строения разреза этого горизонта. В результате чего был сформирован единый пласт П03 (также как и пласт П01), залегающий в нижней части отложений горизонта П0к.

Пласт П02, являющийся срединным в области 3-х слойной модели строения разреза отложений горизонта П0к, оказывается единым, без каких-либо объединений. Этот пласт П02 не распространяется на область 2-х слойной модели строения разреза отложений горизонта П0к, вследствие чего область его прослеживания по площади ограничена.

Таким образом, формирование тонкослоистой геологической модели слабо изученных отложений – аналога трехзерной толщи и верхней части доюрского основания – на исследуемой территории с применением технологии ВРС-Гео может представлять значительный нефтепоисковый интерес и использоваться при дальнейших исследованиях. Последующее применение рассмотренных выше материалов для непосредственного получения результатов прогноза геолого-геофизических параметров в отложениях горизонта П0к (аналога трехзерной толщи) и образований кровельной части доюрского основания приводится в нашей работе [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф. и др. Решение задач нефтяной геологии в различных районах Западной Сибири методами высокоразрешающей сейсмологии: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: 1 (Седьмая научно-практическая конференция). Ханты-Мансийск: 2004, 26-45.
2. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф. и др. Прогнозирование нефтегазовых залежей в ловушках литологических экранов на Листвничной площади Южно-Шаймского участка ХМАО методами высокоразрешающей сейсмологии: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: 2 (Шестая научно-практическая конференция): Ханты-Мансийск: 2003, 82-94.
3. Трофимов В.Л., Хазиев Ф.Ф., Милашин В.А. и др. Автоматизированная обработка и интерпретация данных ГИС для обнаружения нефтеперспективных объектов методами высокоразрешающей сейсмологии: Технологии сейсморазведки, 2: 2007, 54-66.
4. Хазиев Ф.Ф., Трофимов В.Л., Милашин В.А., Определение геолого-геофизических параметров реальной среды методом высокоразрешающей сейсмологии: Технологии сейсморазведки, 2, 2008, 25-30.
5. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф. и др. Специальная обработка и интерпретация данных сейсмических наблюдений в сложных геологических условиях методом высокоразрешающей сейсмологии: Технологии сейсморазведки, 3, 2009, (в печати).
6. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф., и др. Прогнозирование геологических показателей по сейсмическим данным высокого разрешения: Технологии сейсморазведки, 3, 2009, (в печати).
7. Трофимов В.Л., Хазиев Ф.Ф., 1991, Моделирование волновых полей для многослойных

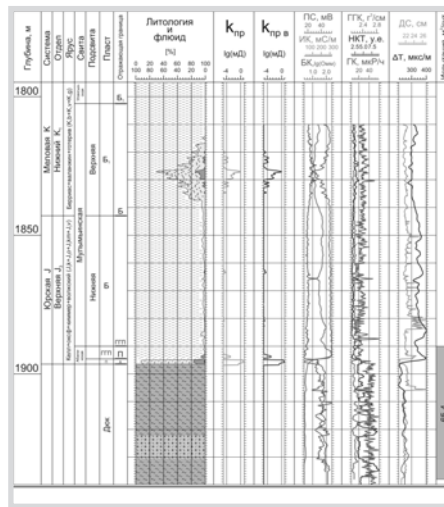


Рис. 1

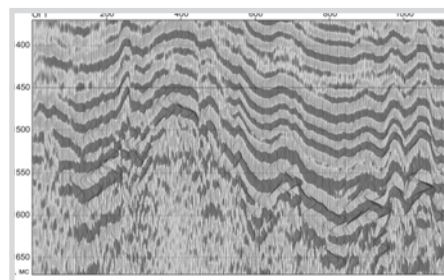


Рис. 2

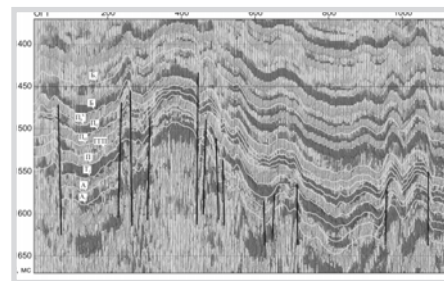


Рис. 3

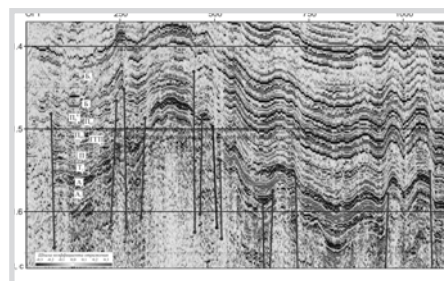


Рис. 4

поглощающих сред с оценкой вклада элементарных границ и толщ: Изучение глубинного строения Припятского прогиба методами разведочной геофизики: Сборник научных трудов БелНИГРИ. – Минск: 3-14.

8. Хазиев Ф.Ф., Трофимов В.Л., 2003, Моделирование исследования результатов решения обратной динамической задачи сейсмологии: Геофизика: Технологии сейсморазведки – II (специальный выпуск), 27-37.

9. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф., и др., 2009, Выявление нефтеперспективных объектов по сейсмическим данным высокого разрешения (в печати). ■

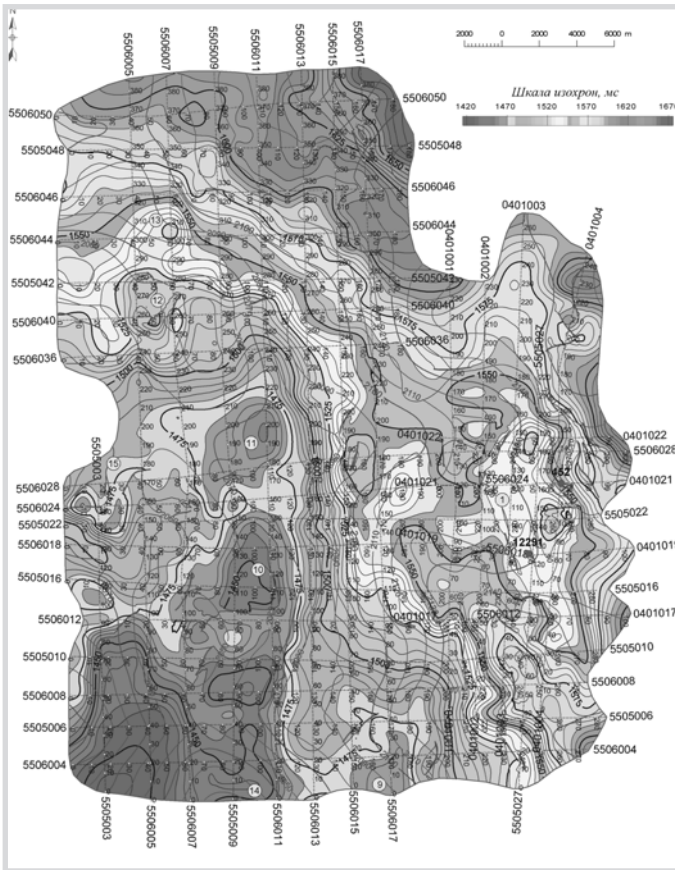


Рис. 3а

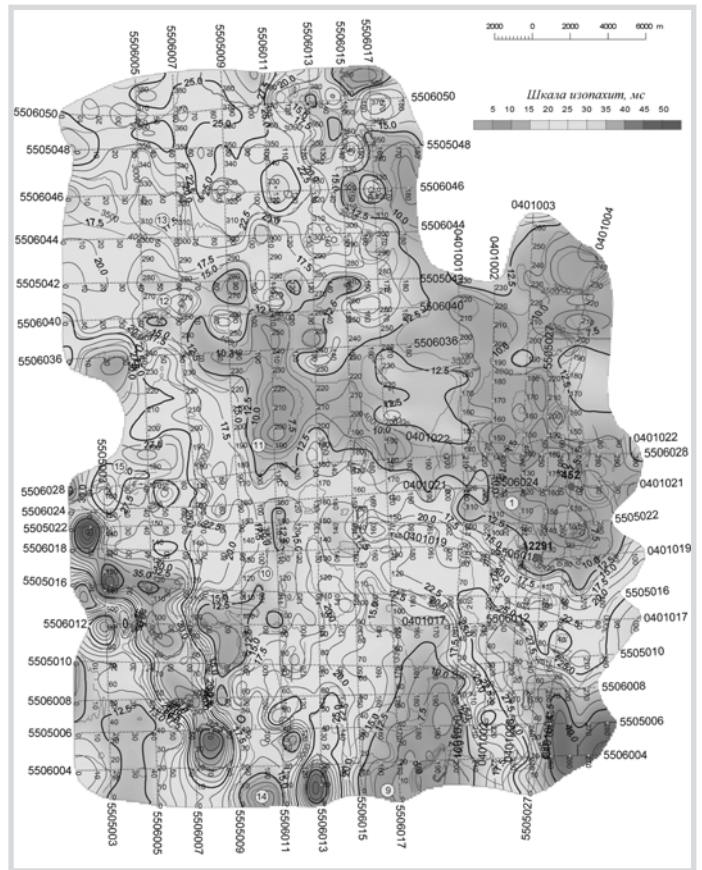


Рис. 3б

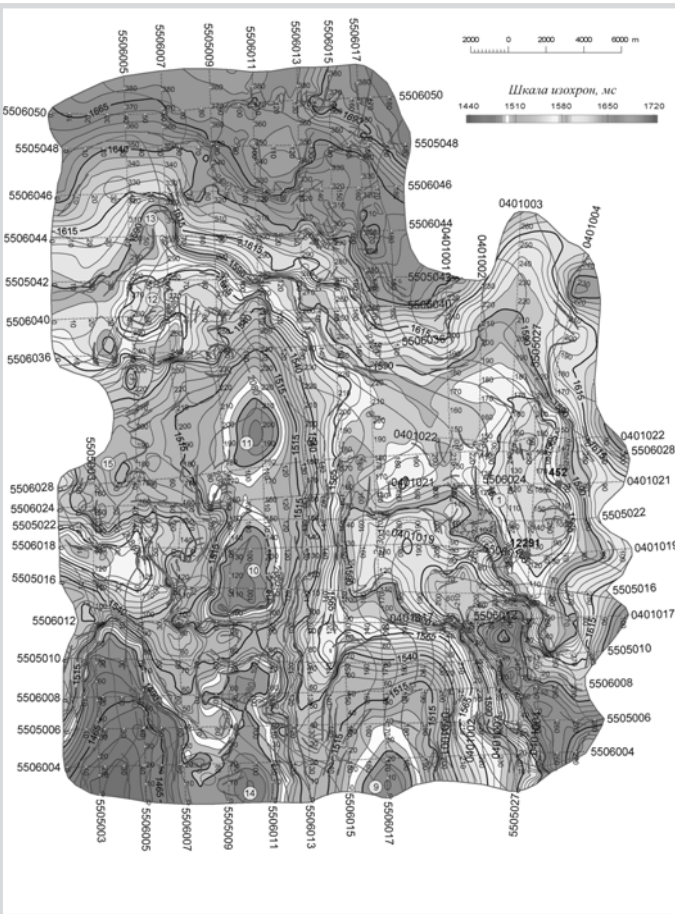


Рис. 3в

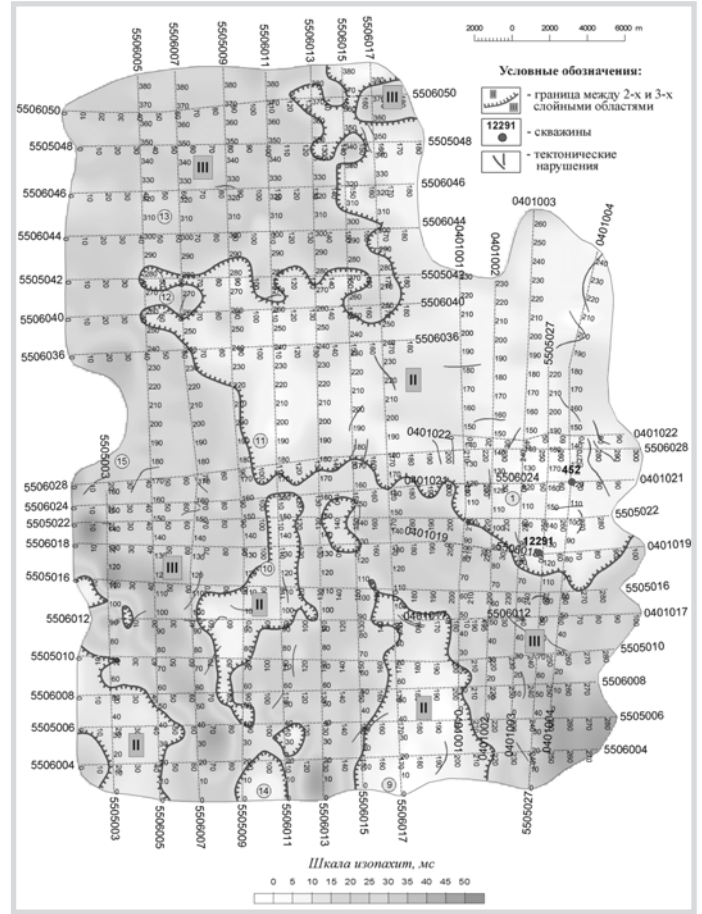


Рис. 4