



УДК 550.834.5:(553.982.23.051/.053:551.762)(571.1-18)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ СИДОРОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

С. М. Карпухин*

Перспективы Сидоровского нефтегазоносного района связаны с юрскими отложениями, в которых по результатам выполненных исследований установлены ловушки различного генезиса. Описаны методические особенности их выявления по данным 2D-сейсморазведки. Намечен ряд малоамплитудных структурных и структурно-литологических ловушек. Даны рекомендации по дальнейшему изучению.

Ключевые слова: Западно-Сибирская плита, Сидоровский нефтегазоносный район, юра, сейсморазведка МОГТ, сейсмические атрибуты, малоамплитудные поднятия, структурно-литологические ловушки.

PROSPECTIVE OBJECTS OF THE SIDOROVSKY OIL AND GAS BEARING REGION

S. M. Karpukhin

The Sidorovsky region's oil and gas prospects are associated with Jurassic sediments, where traps of different origin were discovered by results of the current research. Methodical aspects of detecting the prospective traps using 2D-seismic data are described. A series of low-amplitude structural and structural-depositional traps in Jurassic sediments are outlined. Recommendations on further prospecting are given.

Key words: West-Siberian Plate, Sidorovsky oil and gas bearing region, Jurassic, CDP seismic exploration, seismic attributes, low-amplitude uplifts, structural-depositional traps.

Сидоровский нефтегазоносный район (НГР) выделен на восточной окраине Западно-Сибирской плиты. Северная граница проводится по южному окончанию Лодочного вала (Большехетский НГР), западная – по Русско-Часельскому, на юге район переходит в Красноселькупский НГР, а на востоке ограничен областью распространения меловых отложений на территории осадочного бассейна.

В изучаемом регионе осадочный чехол представлен локализованными во впадинах фундамента триасовыми отложениями и повсеместно распространенными юрскими и меловыми. Основные структурные элементы – Пакулихинская моноклираль, Сидоровский мегавыступ, Нижнетазовская котловина, Советскореченский выступ и Мангазейский структурный залив (рис. 1).

Основным нефтегазоперспективным комплексом региона являются юрские терригенные отложения, представляющие собой циклическое переслаивание преимущественно песчано-алевритовых и глинистых свит, образующих пару резервуар – покрывка: зимняя – левинская, шараповская – китербютская, надояхская – лайдинская, вымская – леонтьевская, малышевская – точинская и сиговская – яновстанская [1]. Перспективность верхне-среднеюрских отложений доказана открытием Мангазейского и Сидоровского месторождений нефти.

Регион изучен неравномерно. Большинство скважин сосредоточено в его западной части,

в районе Мангазейского и Сидоровского месторождений; восточная и особенно центральная часть региона слабо изучены бурением. Изученность сейсморазведкой МОГТ также неравномерна (рис. 2). Плотность профилей не превышает 1,0 пог. км/км², в южной и восточной частях она снижается до 0,2–0,5 пог. км/км², вследствие этого могут быть пропущены локальные объекты.

В 2005 г. компания «Роснефть» приобрела четыре лицензионных участка на территории Сидоровского НГР. В течение последующих двух лет там были проведены сейсморазведочные работы объемом около 2000 км и пробурена Полярная скв. 1, в результате испытаний которой были получены притоки воды из сиговских и малышевских пластов. На основании данных бурения скважины компания приостановила поисковые работы и сдала лицензии на имеющиеся участки. В настоящее время большая часть территории Сидоровского НГР находится в нераспределенном фонде.

Несмотря на полученный отрицательный результат преждевременно констатировать дальнейшую нецелесообразность поисков залежей УВ в регионе по результатам бурения всего одной скважины. Проведенные в СНИИГГиМС исследования показали, что возможные перспективы связаны с малоамплитудными и не большими по размеру поднятиями, а также с неантиклинальными объектами в сиговских и малышевских отложениях верхней и средней юры. Учитывая близость Сидоровского НГР к крупному Ванкорскому центру нефтедобычи и к нефте-

* ФГУП «СНИИГГиМС» (Новосибирск)

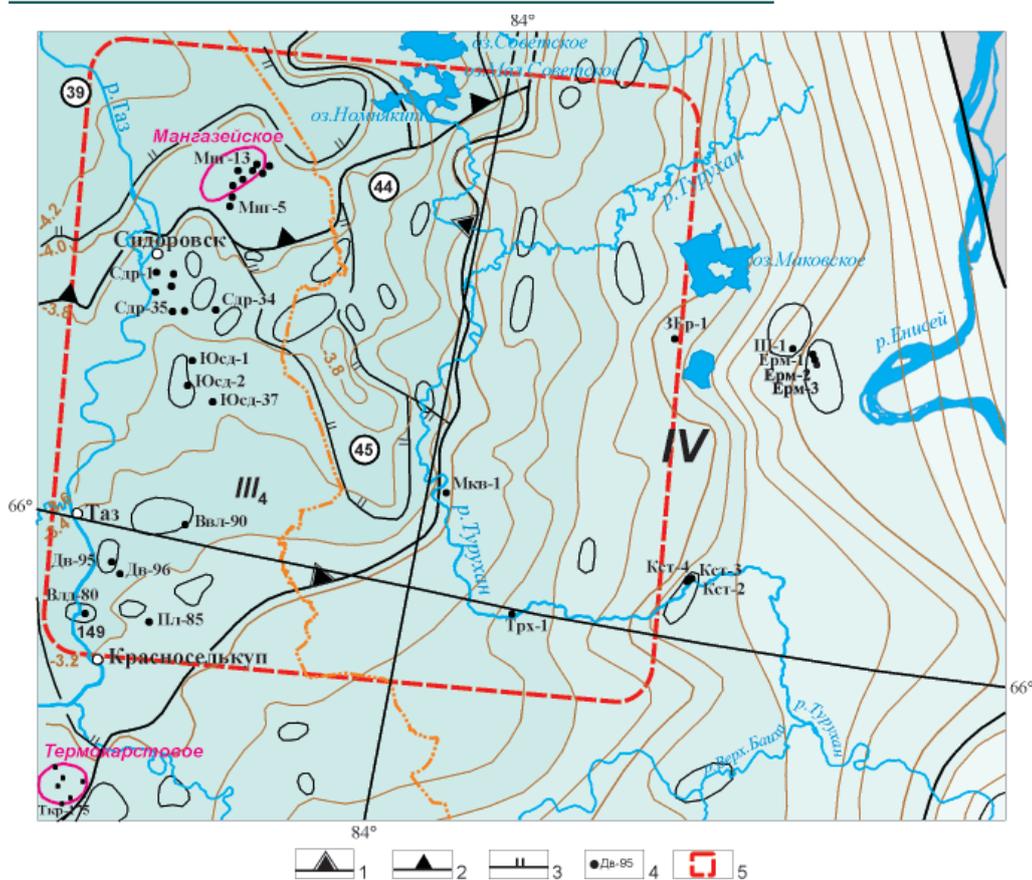


Рис. 1. Фрагмент дежурной структурно-тектонической карты Красноярского края (под ред. В. А. Крилина, 2001)

Тектонические элементы надпорядковые: IV – Пакулихинская моноклираль, первого порядка: III₄ – Сидоровский мегавыступ; второго порядка (цифры в кружках): 30 – Нижнетазовская котловина, 44 – Советскореченский выступ, 45 – Мангазейский структурный залив. Границы тектонических элементов: 1 – надпорядковых, 2 – первого порядка, 3 – второго порядка; 4 – глубокие скважины и их номера; 5 – район работ

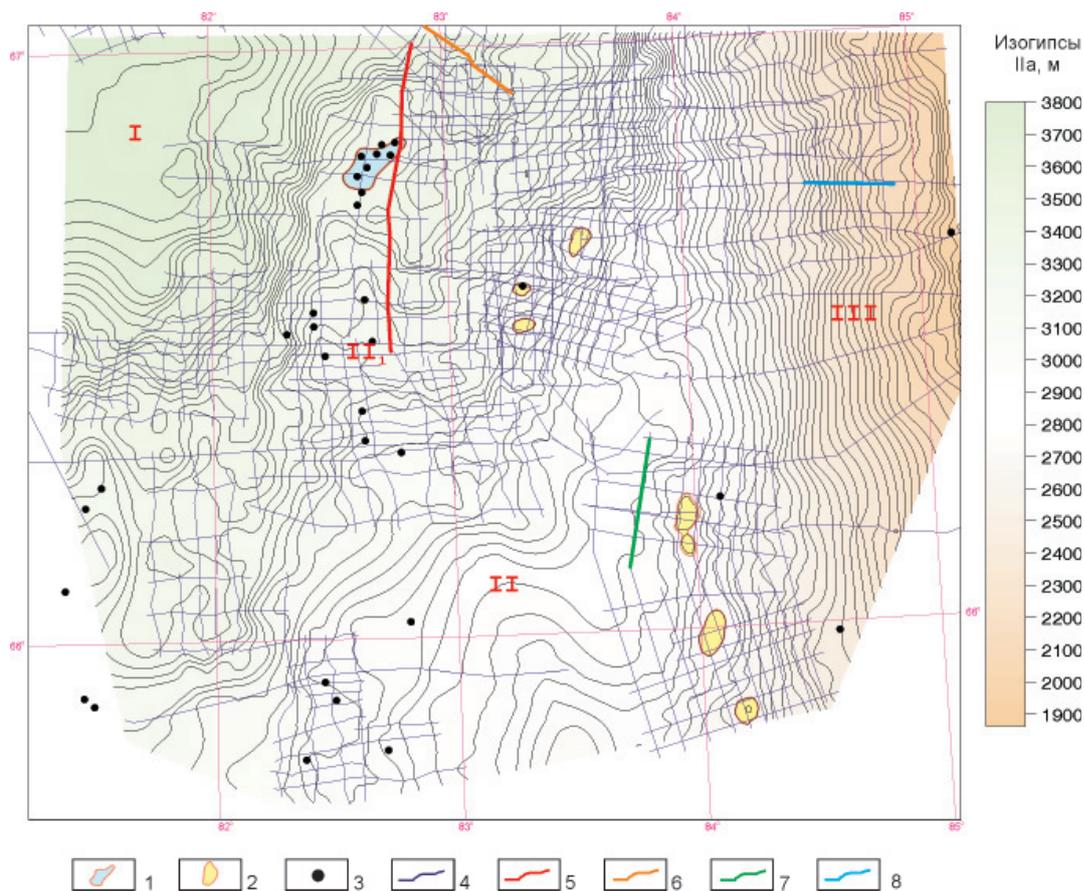


Рис. 2. Структурная карта по ОГ IIa (в подошве яновстанской свиты, J_{3jan})

I – Нижнетазовская котловина, II – Сидоровский мегавыступ, II₁ – Сидоровский структурный мыс, III – Пакулихинская моноклираль; 1 – Мангазейское локальное поднятие; 2 – малоамплитудные локальные поднятия (по результатам работ СНИИГГиМСа); 3 – скважины глубокого бурения; 4 – сейсмические профили; фрагменты профилей: 5 – 4787014, 6 – 4107014, 7 – 0107017, 8 – 8002103

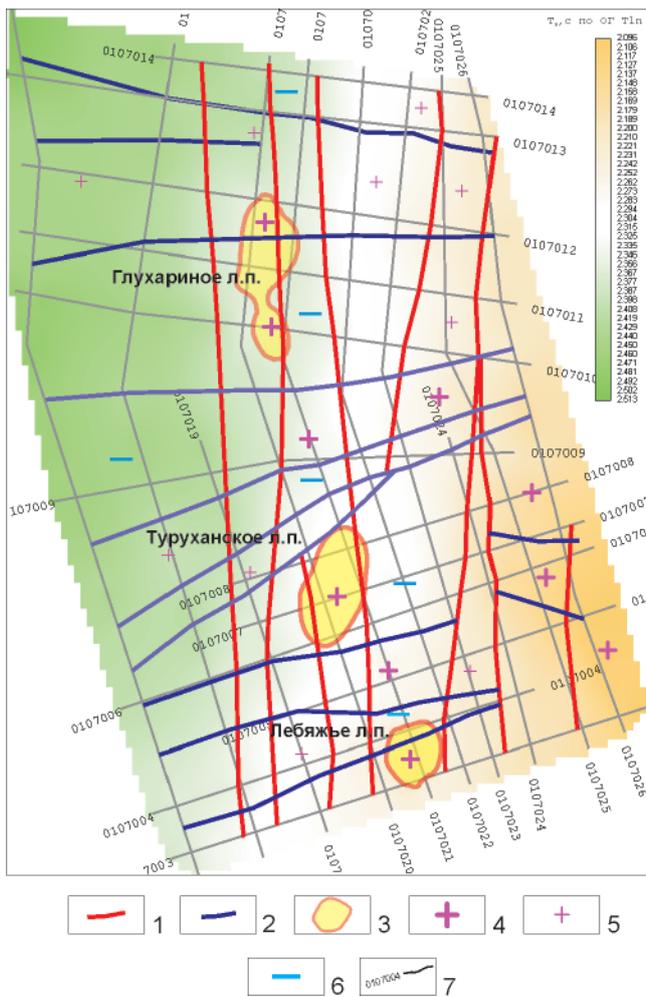


Рис. 3. Связь локальных поднятий с тектоническими нарушениями (Нижнебайхская площадь)

Разломы: 1 – субмеридиональные, 2 – субширотные; 3 – выявленные локальные поднятия; блоки: 4 – наиболее приподнятые, 5 – менее приподнятые, 6 – опущенные; 7 – сейсмические профили МОГТ

проводу «Ванкор – Пурпе», выявление и освоение возможных малых залежей УВ сырья на исследуемой территории может быть экономически оправдано.

Поиск новых объектов выполнялся в рамках регионального интерпретационного проекта, включающего около 10000 км временных разрезов МОГТ-2D, по которым были проведены корреляция и стратиграфическая привязка трех основных отражающих горизонтов (ОГ) в верхней и средней юре: IIa – в подошве яновстанской свиты, T1c – в верхней части точинской, Tm1 – в верхней трети малышевской.

В дальнейшем были выполнены структурные построения, проведен динамический анализ и изучены тектонические нарушения.

Текущая плотность сети профилей теоретически позволяет выявлять локальные поднятия незначительной площади (10–15 км²), однако в реальности выделение таких объектов затруднено из-за наличия зоны многолетнемерзлых пород (ЗММП). Эффекты влияния ЗММП на ито-

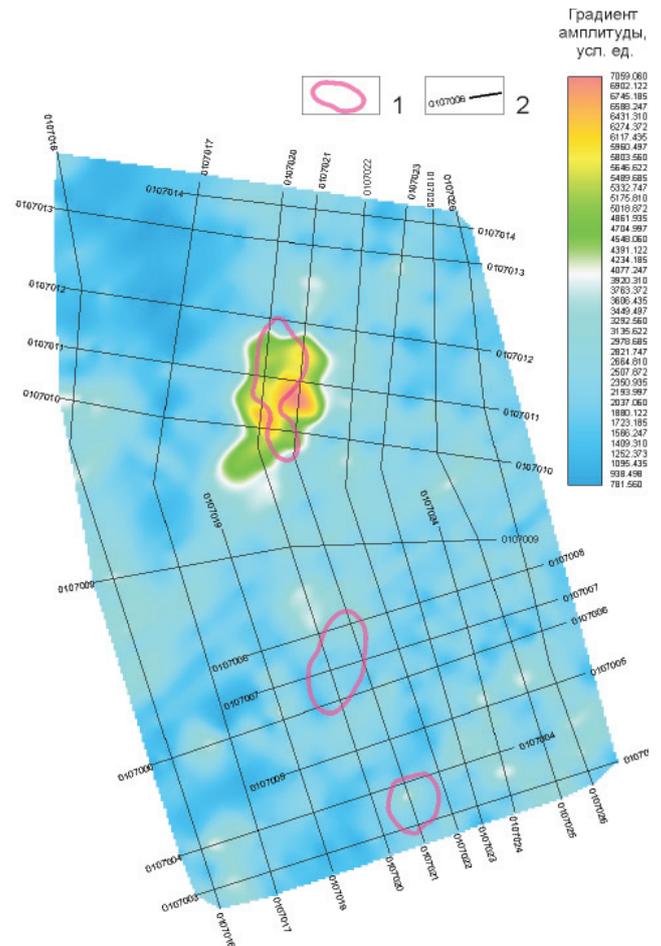


Рис. 4. Карта сейсмического атрибута «градиент амплитуды» по ОГ, приуроченному к пластам сиговской свиты (Нижнебайхская площадь)

1 – малоамплитудные структурные объекты; 2 – сейсмические профили

говые структурные построения могут значительно превышать амплитуды целевых объектов. Современные методики коррекции статических поправок, основанные на итеративной корреляции верхних отражающих горизонтов (ОГ) в процессе обработки, позволяют эффективно минимизировать влияние верхней части разреза. К сожалению, только треть архивных материалов перерабатывалась с использованием современных способов, поэтому вопрос о количестве возможных малоамплитудных поднятий в регионе остается открытым.

Малоамплитудные локальные поднятия

По результатам работ открыты малоамплитудные поднятия: Язевое, Полярное, Северо-Полярное, Глухариное, Лебяжье и Туруханское (см. рис. 2), сосредоточенные в южной и центральной частях региона, где имелись новые полевые материалы 2006–2007 гг. Учитывая распределение объектов и изученность региона сейсморазведкой, можно предположить наличие пропущенных локальных поднятий и на остальной территории НГР. Для их успешного поиска требуется комплексная переработка архивных сейс-

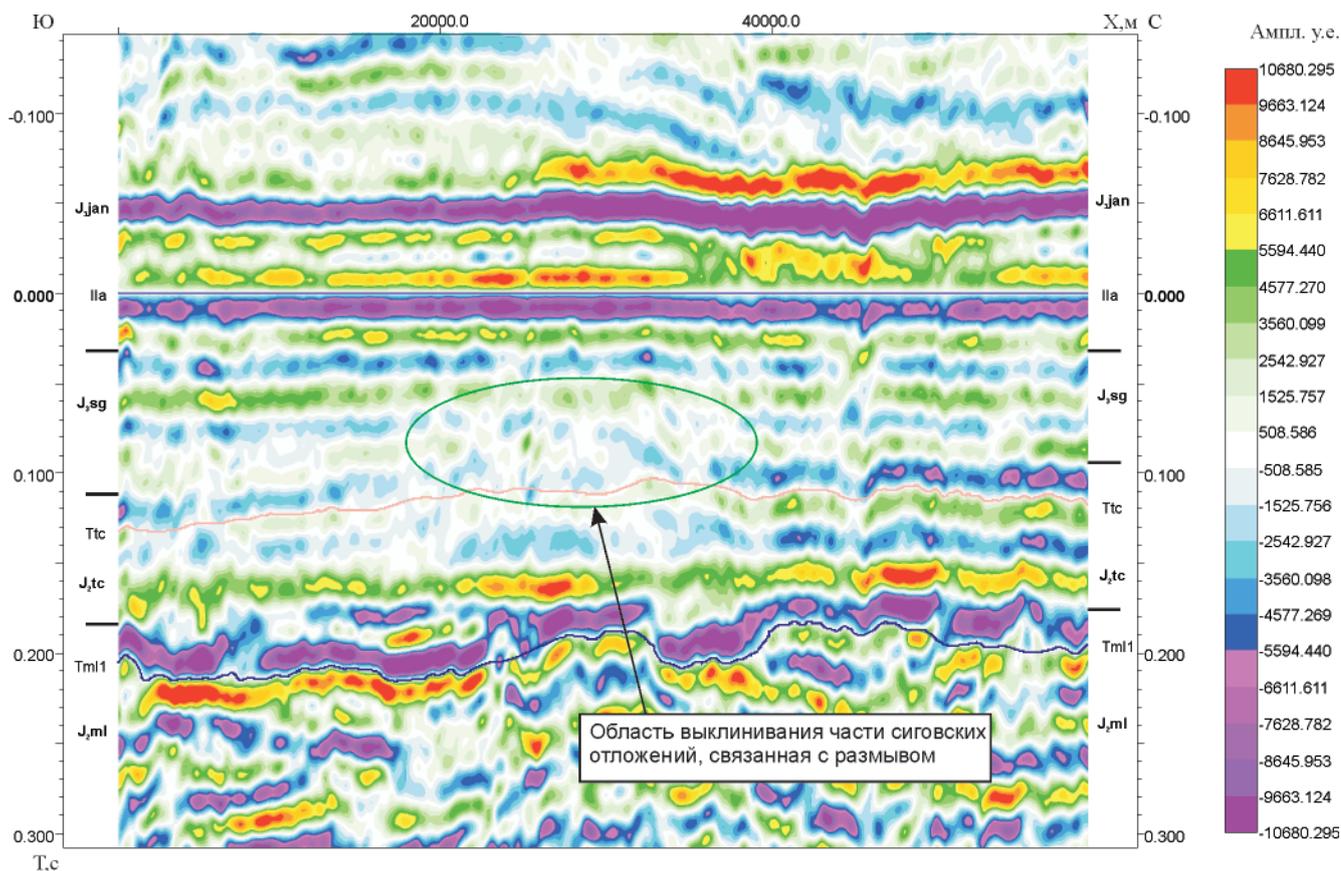


Рис. 5. Отображение в волновом поле внутриформационного разрыва в сиговской свите (профиль 4787014, см. рис. 2)

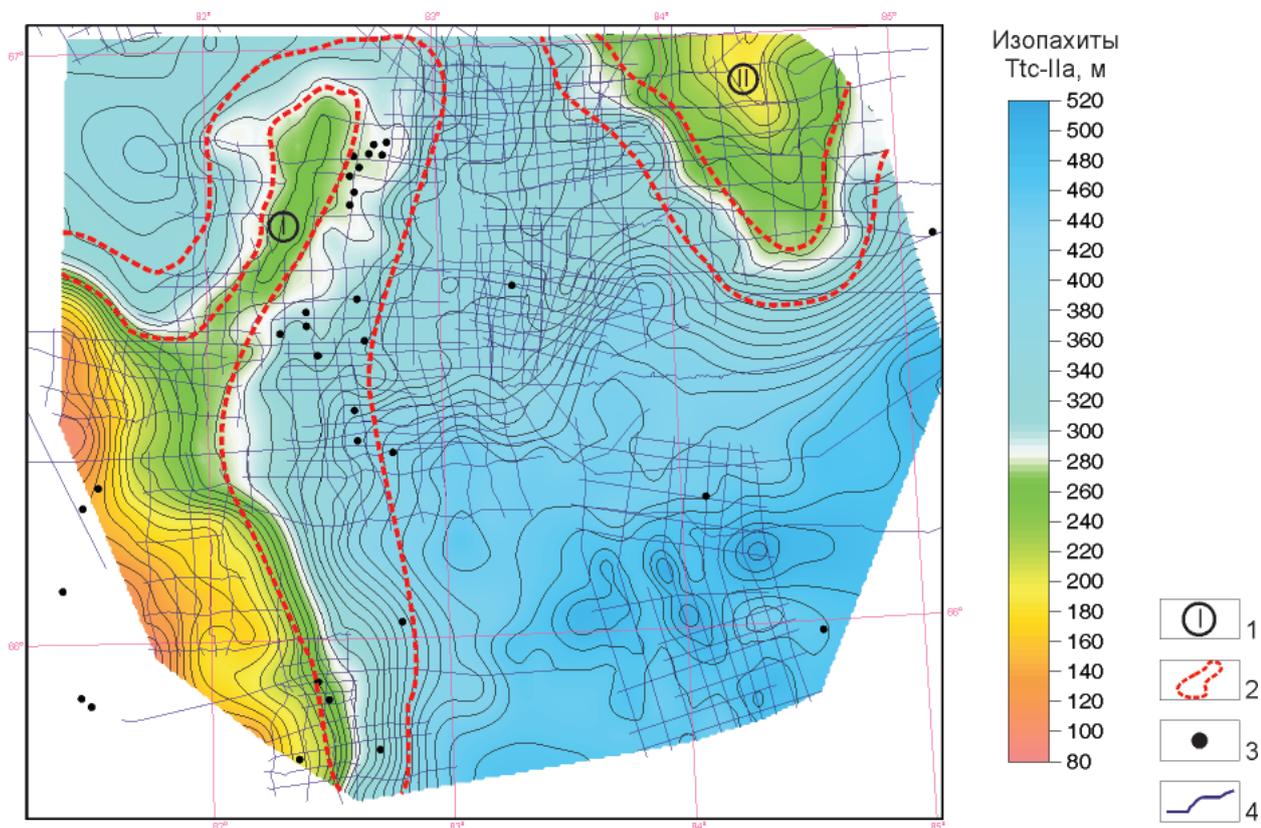
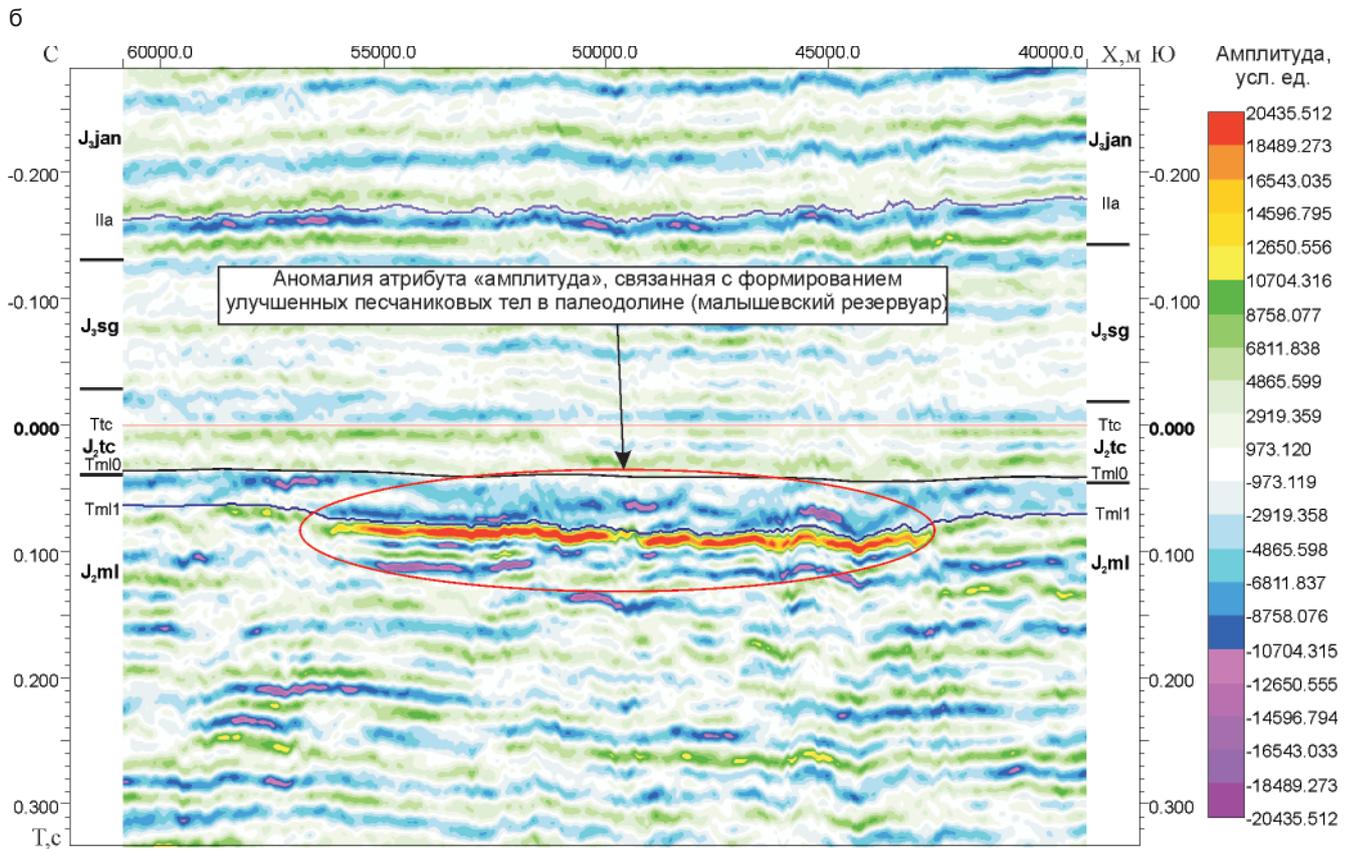
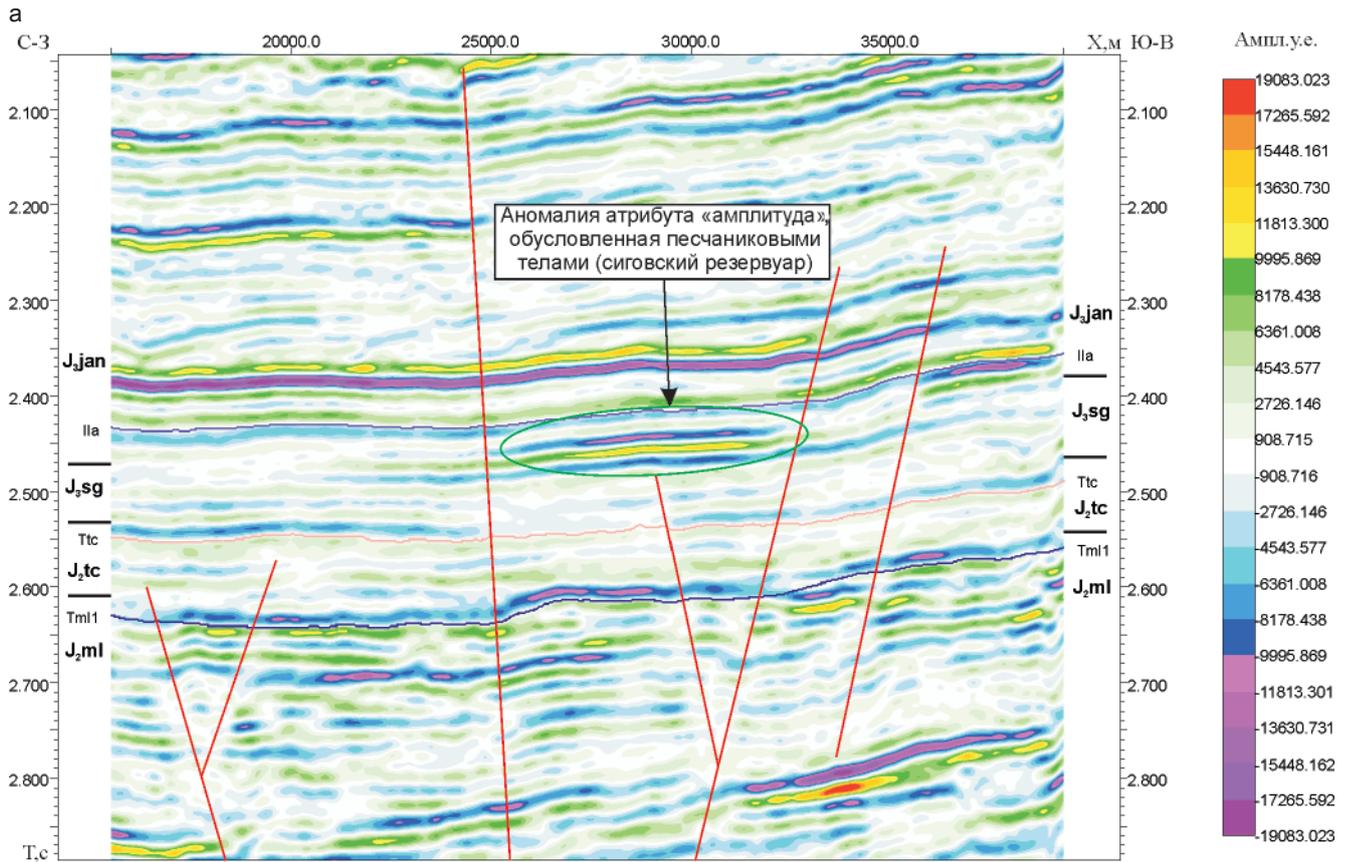


Рис. 6. Карта изопахит в интервале между ОГ Ttc и Ila (сиговская свита и верхняя часть точинской)
 1 – палеоподнятия (I – Мангазейское, II – Хектамайское); 2 – зоны возможного развития структурно-стратиграфических ловушек в отложениях сиговской свиты; 3 – скважины глубокого бурения; 4 – сейсмические профили



мических материалов с использованием современных методик.

Важный фактор поиска и обоснования малоамплитудных объектов – анализ дизъюнктивной тектоники, поскольку зачастую малоамплитудные

поднятия обусловлены структурообразующими разломами. На основе анализа волновой картины временных разрезов выявлены многочисленные малоамплитудные разрывные нарушения в фундаменте, часть из которых проникает в чехол.

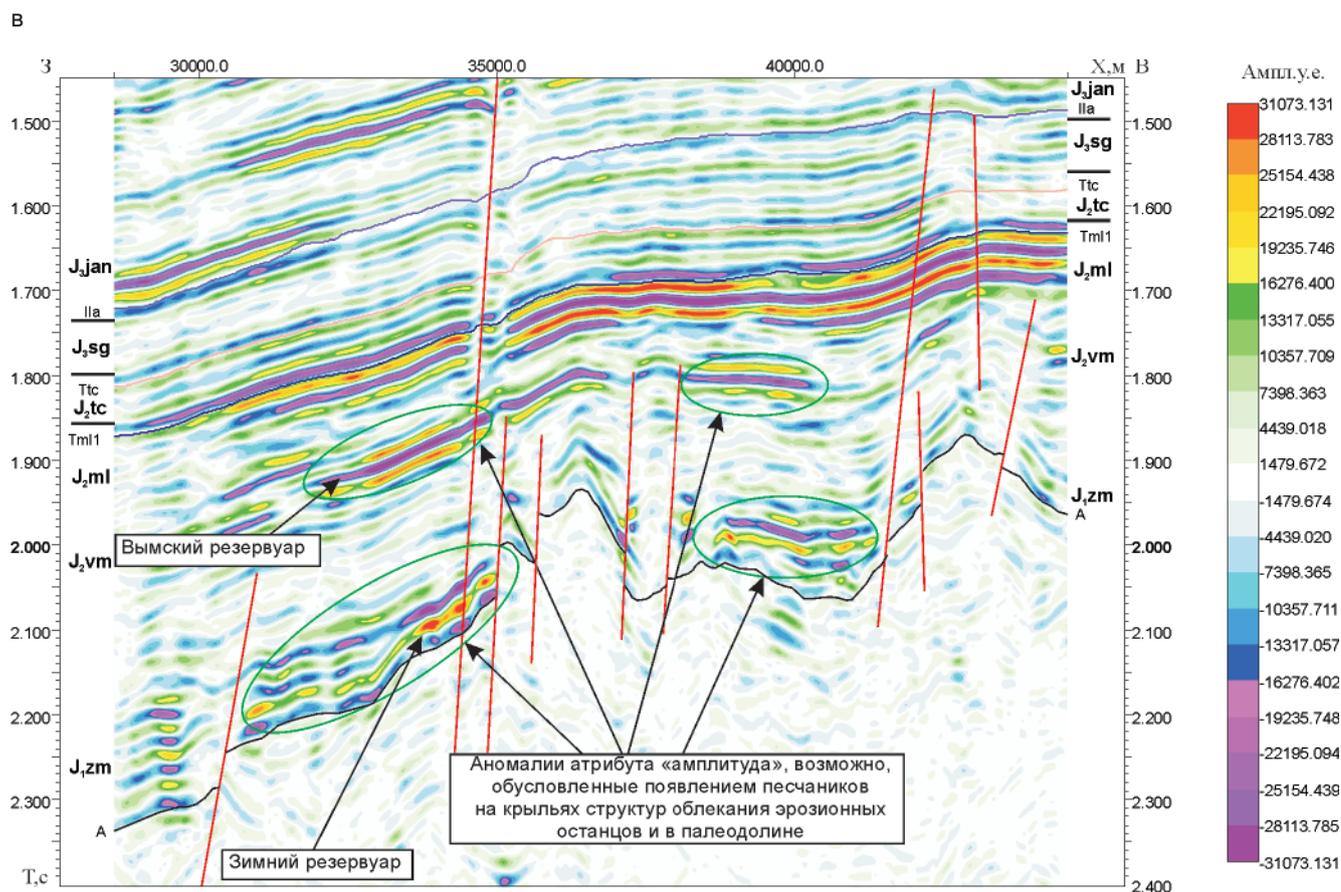


Рис. 7. Отображения в волновом поле: а – возможного неантиклинального объекта в сиговских отложениях (пр. 4107014, см. рис. 2); б – перспективной литологической ловушки в малышевских отложениях (пр. 0107017, см. рис. 2); в – перспективных объектов в отложениях нижней и средней юры (пр. 8002103, см. рис. 2). Красные линии – разломы

Выделяются две группы разломов – субширотные и субмеридиональные. Генезис субмеридиональных разломов, скорее всего, связан с вертикальными движениями блоков фундамента, а субширотных – как с вертикальными движениями, так и с региональными сдвиговыми деформациями. Система субмеридиональных разломов имеет преимущественно ступенчатый характер (восточные блоки приподняты относительно западных), субширотных – клавишную структуру (приподнятые и опущенные блоки чередуются).

Установлено, что локальные поднятия тяготеют к приподнятым блокам фундамента, которые обособлены разломами (рис. 3). Кроме того, наличие разломов вблизи возможных объектов может способствовать миграции УВ из глубинных частей разреза.

Отрицательные результаты, полученные при опробовании Северо-Полярного локального поднятия (Полярная скв. 1), свидетельствуют о том, что прогноз локальных объектов на основании только структурного фактора не может обеспечить достаточного уровня достоверности. Важным средством для уточнения прогноза залежей УВ является динамический (атрибутивный) анализ сейсмической записи.

Установлено, что из всего возможного спектра динамических параметров наиболее все-

го подходят следующие: амплитуда – базовый атрибут, энергия – интегральный атрибут, рассчитываемый по амплитудам в окне, огибающая – один из атрибутов мгновенных преобразований, не зависящий от фазового спектра исходного сигнала, который наиболее подвержен искажениям. Дифференциальные динамические параметры (мгновенная частота) значительно сильнее подвержены влиянию помех в исходном сигнале, что существенно затрудняет анализ атрибута по площади; незначительные фазовые и амплитудные невязки по сети профилей или слабые различия в частотном диапазоне между профилями, обработанными разными партиями, приведут к невозможности интерполировать значения таких динамических параметров между профилями.

Положительные результаты также получаются на основании анализа спектральных характеристик сигнала в локальных перекрывающихся временных окнах. Для спектрального анализа используются медианная частота, преобладающая частота, относительная площадь высокочастотной части спектра. Следует упомянуть и атрибуты AVO [2], рассчитываемые по сейсмограммам до суммирования; данные атрибуты позволяют исследовать характеристики волнового поля, которые при суммировании теряются.



По результатам анализа выявленных малоамплитудных объектов, наиболее перспективно Глухаринское локальное поднятие, в пределах которого выделена локальная аномалия атрибута AVO – «градиент амплитуды» (рис. 4), свидетельствующая о возможном появлении коллекторов в сиговской свите.

Кроме рассмотренных структурных объектов на исследуемой территории возможны неантиклинальные объекты, в первую очередь структурно-литологического типа.

Структурно-литологические ловушки в сиговской свите

Палеорельеф морского дна во время формирования сиговской свиты был сильно дифференцирован. На склонах палеоподнятий, сопряженных с областями наиболее мелкого моря, формировались песчаниковые тела с улучшенными коллекторскими свойствами. При отсутствии структурного замыкания формирование ловушек возможно за счет литологического экранирования из-за карбонатизации песчаников на куполах палеоподнятий. Вследствие кровельного прилегания пластов на сейсмических разрезах подобные обстановки осадконакопления выделяются на основе видимого эффекта углового несогласия (рис. 5). Ловушки описанного типа широко распространены в Западной Сибири в отложениях васюганской свиты, аналогом которой в исследуемом регионе является сиговская свита.

На карте изопахит между ОГ IIa и Ttc оконтурены Мангазейское и Хектамайское палеоподнятия, склоны которых представляют собой первоочередные зоны для выделения перспективных объектов в сиговских отложениях (рис. 6). Новый возможный неантиклинальный объект выделяется к северу от Мангазейского месторождения (рис. 7, а).

Литологические ловушки в малышевской свите

Песчано-алевритовые и глинистые породы малышевской свиты накапливались в прибрежных условиях озера-моря, опресненного мелководья (для свиты характерны конкреции глинистого сидерита) и озерно-болотных (многочисленные растительные остатки и прослои углей в верхах свиты) [1]. Таким условиям свойственна сильная латеральная изменчивость песчаниковых тел, что в сочетании с незначительной (не более 10 м) мощностью отдельных пластов делает возможным существование чисто литологических ловушек.

Отображение в волновом поле возможной литологической ловушки, приуроченной к палеодолине (палеоврезу) в малышевских отложениях представлено на рис. 7, б. На временном разрезе, выровненном на уровень ОГ Ttc, помимо интенсивной аномалии атрибута «амплитуда», наблюдается характерное увеличение времен в интер-

вале между ОГ Tml0 и Tml1, что может говорить о наличии здесь локального изолированного пласта песчаников.

Структурно-литологические ловушки в отложениях средней и нижней юры

В окрестности Хектамайского палеоподнятия, выделенного в процессе исследования сиговского интервала, могут быть перспективными и более древние юрские отложения (вымский, надояхский, шараповский и зимний резервуары), которые залегают здесь на доступных глубинах. Перспективная зона связана с эрозионными останцами палеозойского фундамента, вокруг которых могли сформироваться структурно-литологические ловушки кольцевого типа. В волновом поле возможные ловушки на данных стратиграфических уровнях выделяются по интенсивным аномалиям атрибута «амплитуда» (см. рис. 7, в).

Выводы

Наиболее перспективны в пределах Сидоровского НГР отложения верхней и средней юры, в частности сиговский и малышевский резервуары. В пределах региона работ в них возможны малоамплитудные структурные объекты, поиск которых следует вести на основе комплексирования структурных построений и динамического анализа сейсмических данных. В условиях имеющейся инфраструктуры разработка таких объектов экономически эффективна. Кроме того, в регионе возможны неантиклинальные объекты. В пластах сиговской свиты вероятны структурно-литологические залежи на склонах Хектамайского и Мангазейского палеоподнятий. В пластах малышевской свиты возможны литологические ловушки, которые выявляются на основе динамического анализа и изучения толщин малышевской свиты. В восточной части Сидоровского НГР перспективными могут быть средне- и нижнеюрские отложения в зонах, приуроченных к палеодолинам (аналоги шеркалинской свиты) и эрозионным останцам палеозойского фундамента.

Итак, основные перспективы в Сидоровском НГР связаны с небольшими по размеру ловушками различного генезиса. Для их выявления целесообразно переобработать архивные материалы на основе современных методик с получением высокоразрешающих временных разрезов с интервалом частот 10–80 Гц, а также разрезов атрибутов AVO.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Геологическое** строение и нефтегазоносность нижней – средней юры Западно-Сибирской провинции [Текст] / Ф. Г. Гулари, В. П. Девятов, В. И. Демин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2005. – 156 с.
2. **Shuey, R. T.** A simplification of the Zoeppritz equations [Text] / R. T. Shuey // Geophysics. – 1985. – Vol. 50. – P. 609–614.