УДК 553.98(470.5)

DOI 10.31087/0016-7894-2021-6-47-58

Новые данные о геологическом строении Томской нефтегазоперспективной зоны

© 2021 г. | В.В. Сапьяник, Е.Ю. Лаптева, Е.В. Любутина, А.И. Недоспасов, П.И. Новиков, Н.В. Петрова, А.В. Фатеев, А.П. Хилько

АО «СНИИГГиМС», Новосибирск, Россия; sapjanik@sniiggims.ru; lapteva@sniiggims.ru; lubutina@sniiggims.ru; nedospasov@sniiggims.ru; novikov@sniiggims.ru; petrovanv@sniiggims.ru; fateev@sniiggims.ru; hilko_anatoliy@sniiggims.ru

Поступила 18.01.2021 г.
Доработана 21.01.2021 г.

Принята к печати 09.02.2021 г.

Ключевые слова: ***геологическая модель; геодинамика; районирование; нефть; газ; ресурсы; Западная Сибирь; палеозой; мезозой; кайнозой.***

Аннотация: В статье рассмотрены основные результаты работ по государственному контракту № 58. На основе комплексной интерпретации материалов МОВ-ОГТ (24,7 тыс. км, включая 8,5 тыс. км, обработанных в современных программных комплексах), данных бурения 125 глубоких скважин, дополненных 275 скважинами из сопредельных территорий для уточнения стратификации и нефтегазогеологических параметров разреза, и данных грави- и магнитометрических съемок, уточнено геологическое строение доюрского основания и осадочного чехла восточной части Томской области. Реконструирована история тектонического развития осадочного чехла, что позволило существенно уточнить конфигурацию структур I, II и III порядков, выделить отрицательную структуру II порядка на территории Барабинско-Пихтовской моноклинали, а также установить блоковое строение территории с принципиально разной историей тектонических процессов. По Белоярскому разлому до середины средней юры происходило разделение территории на два блока. Северо-восточный блок испытывал интенсивное и устойчивое прогибание, а для юго-западного блока были характерны восходящие движения; исключение составляла краевая юго-западная часть территории (Бакчарская впадина), испытавшая интенсивное погружение. В позднеюрское время резко снизилась структуроформирующая роль Белоярского разлома. Ориентация тектонических движений и, соответственно, простирание палеоструктур сменилось с юго-западной на северо-восточную. В раннемеловое время на юго-востоке произошел резкий рост структур с образованием единой моноклинали, объединяющей Чулымскую мегатеррасу с Тегульдетской впадиной, Барабинско-Пихтовую моноклиналь и Белоярский мегавал, что обусловило формирование принципиально иных структурных блоков: юго-восточного, интенсивно растущего, и северо-западного, погружающегося. Результаты моделирования процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов сопоставимы с историей тектонического развития территории. Оценка ресурсного потенциала выявленных перспективных объектов по категории $Д_л$ показывает, что наиболее перспективными являются структуры и отдельные площади, унаследованно развивающиеся с позднего палеогена как поднятия. В итоге подчеркнута необходимость завершения региональных исследований на периферии Западно-Сибирской плиты.

Для цитирования: Сапьяник В.В., Лаптева Е.Ю., Любутина Е.В., Недоспасов А.И., Новиков П.И., Петрова Н.В., Фатеев А.В., Хилько А.П. Новые данные о геологическом строении Томской нефтегазоперспективной зоны // Геология нефти и газа. – 2021. – № 6. – С. 47–58. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-6-47-58.

Geological structure of Tomsk oil and gas promising zone: new data

© 2021 | V.V. Sap'yanik, E.Yu. Lapteva, E.V. Lyubutina, A.I. Nedospasov, P.I. Novikov, N.V. Petrova, A.V. Fateev, A.P. Khil'ko

SNIIGGiMS, Novosibirsk, Russia; sapjanik@sniiggims.ru; lapteva@sniiggims.ru; lubutina@sniiggims.ru; nedospasov@sniiggims.ru; novikov@sniiggims.ru; petrovanv@sniiggims.ru; fateev@sniiggims.ru; hilko_anatoliy@sniiggims.ru

Received 18.01.2021
Revised 21.01.2021

Accepted for publication 09.02.2021

Key words: ***geological model; geodynamics; zoning; oil; gas; resources; Western Siberia; Palaeozoic; Mesozoic; Cenozoic.***

Abstract: The paper presents the main working results under the Public Contract No. 58. Geological structure of pre-Jurassic Basement and sedimentary cover is updated for the eastern part of the Tomsk Region on the basis of the following information: integrated interpretation of CMP Reflection survey data (24.7 thousand km including 8.5 thousand km processes using the modern software systems); results of drilling 125 deep wells together with 275 wells from the neighbouring areas to update bedding and geopetroleum parameters of the section; and gravimetry and magnetometry data. The authors reconstructed the tectonic evolution of sedimentary cover, which allowed considerable clarifying configuration of I-st, II-nd, and III-rd order structures, identifying a II-nd order negative structure within the Barabinsky-Pikchtovsky monocline, and determining the blocked structure of the territory with fundamentally differing history of tectonic processes. The Belo-

yarsky Fault divided the area into two blocks until the mid-Middle Jurassic. The north-eastern block was subject to intensive and sustained downwarping while ascending movements; the marginal south-western part of the territory (Bakcharsky depression) experiencing the intensive subsidence was an exception. In the Late Jurassic, the structure-shaping role of the Beloyarsky fault came down sharply. Orientation of tectonic movements and, respectively, paleostructure strikes changed from south-western to north-eastern. In Early Cretaceous time, there was a sharp growth of structures in the south-east accompanied by formation of a single monocline uniting the Chulymsky megaterrace with the Tegul'detsky depression, Barabinsky-Pikchtovsky monocline and the Beloyarsky mega-swell, which resulted in formation of fundamentally different structural blocks, namely: intensively growing south-eastern and subsiding north-western. The results of hydrocarbon generation, migration, and accumulation modelling are comparable to the history of tectonic evolution of the territory. Assessment of $Д_л$ Category resource potential of identified exploration targets shows that structures and individual areas inherited from the Late Palaeogene as uplifts are the most promising. As a result, the need to complete regional studies on the periphery of the West Siberian plate is highlighted.

For citation: Sap'yanik V.V., Lapteva E.Yu., Lyubutina E.V., Nedospasov A.I., Novikov P.I., Petrova N.V., Fateev A.V., Khil'ko A.P. Geological structure of Tomsk oil and gas promising zone: new data. *Geologiya nefti i gaza*. 2021;(6):47–58. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-6-47-58. In Russ.

Введение

Современные работы по геологическому изучению недр в основном нацелены на обнаружение потенциально нефтегазоносных территорий внешнего пояса Западно-Сибирской плиты. Последние характеризуются сложным геологическим строением, отсутствием инфраструктуры и слабой освоенностью ресурсной базы УВ, что определяет риски экономической эффективности большинства выбранных направлений и стадий проведения геолого-разведочных работ в рамках программ геологического изучения нераспределенного фонда недр нефтегазоносных провинций Российской Федерации. Это осложняется существенными временными перерывами в последовательности регионального изучения отдельных территорий и недостаточным составом комплекса современных методов геолого-геофизических исследований. Особенно это касается периферии Западно-Сибирской плиты, где происходит значительное сокращение разреза, содержащего продуктивные горизонты. Здесь отмечается отсутствие залежей УВ в нижнемеловых, а затем и в верхнеюрских отложениях, что объясняется в первую очередь исчезновением надежных региональных покрышек, малыми глубинами залегания и, соответственно, постепенным понижением термической преобразованности ОВ [1, 2].

Вместе с тем на периферии плиты поисковый этап не начат, на территории осуществлены начальные стадии исследований. По мере продвижения к внешнему поясу увеличивается процент недоразведанности перспективных и прогнозных ресурсов в зависимости от общего ресурсного потенциала Западно-Сибирской провинции. Так, в юго-восточных землях он составляет от 15 до 52 %, а в Пайдугинской нефтегазоносной области — уже 90 % и достигает 100 % в Предъенисейской и Елогуй-Туруханской перспективных нефтегазоносных областях. При этом основные ресурсы сосредоточены в отрицательных структурах, составляя около 70 % общего ресурсного потенциала юрского нефтегазоносного комплекса. Общий прирост извлекаемых запасов по категории $С_1$ на восточных территориях Томской области может достигнуть 215,3 млн т усл. УВ [3, 4].

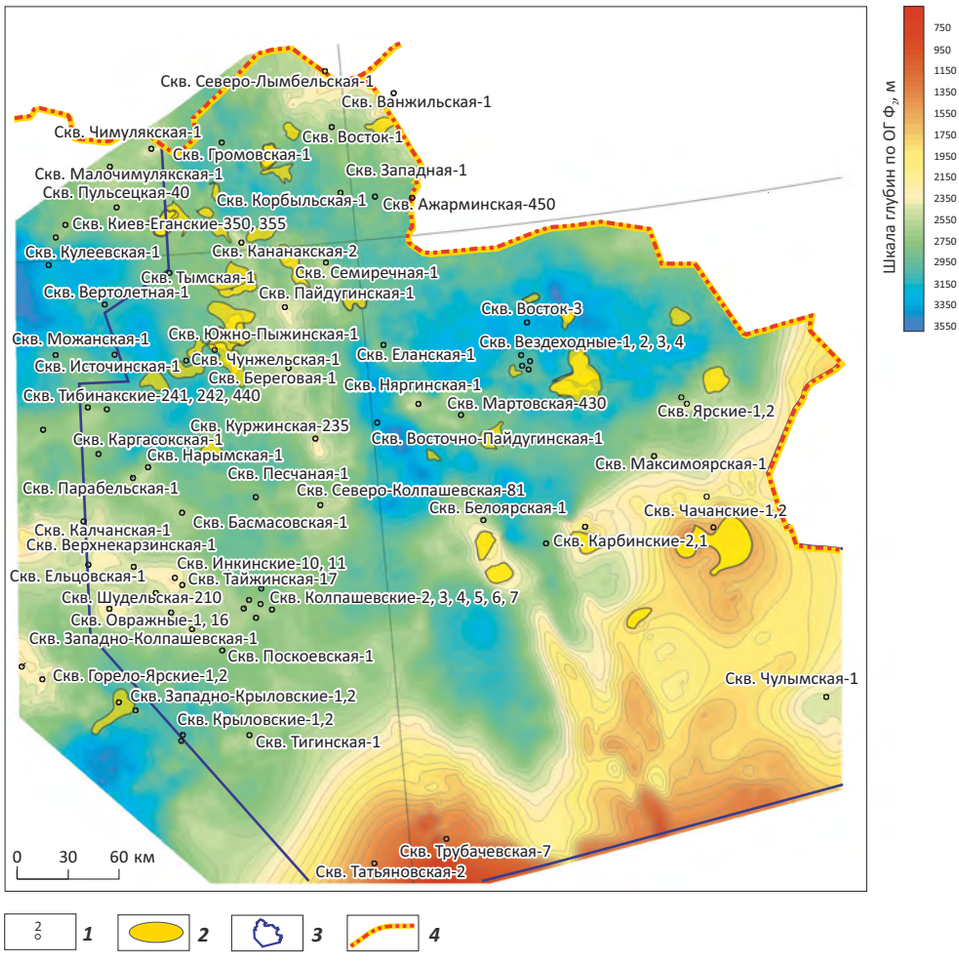
Российским геологическим холдингом выполнены комплексные аэрогеофизические исследования Томской нефтеперспективной зоны для прогноза ее нефтегазоносности и расширения ресурсной базы УВ на периферии юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (государственный контракт № 58). Результатом данных работ является локализация геологических/извлекаемых ресурсов условных УВ, которые оцениваются в 1332,33/433,08 млн т по категории $Д_л$ (рис. 1). Рассматривая среднестатистические данные по эксплуатационным объектам Томской области, локализованные ресурсы можно перевести в оценочные запасы с коэффициентами успешности 0,4–0,65. Таким образом, исходя из оценки локализованных объектов, а также принимая среднее значение (0,5) приведенных выше коэффициентов перевода, накопленный объем прироста запасов восточных территорий Томской области оценивается в пределах 216,5 млн т усл. УВ, что подтверждает прогнозную оценку данной территории, выполненную В.Ю. Морозовым и В.В. Сапьяником в 2018 г. [4].

Приведенная оценка восточной части Томской области обосновывается новыми геологическими результатами, полученными при комплексной интерпретации материалов МОВ-ОГТ (24,7 тыс. км, включая 8,5 тыс. км, обработанных в современных программных комплексах), данных бурения 125 глубоких скважин, дополненных данными бурения 275 скважин из сопредельных территорий для уточнения стратификации и нефтегазогеологических параметров разреза, и данных грави- и магнитометрических съемок.

Модель формирования нефтегазогеологических систем восточной части Томской области

Комплексный подход и взаимоувязанная интерпретация сейсморазведочных, грави- и магнитометрических материалов, выполняемых с учетом геолого-геофизических данных глубокого бурения, включая материалы бурения колонковых скважин, позволили существенно уточнить структурную основу доюрского основания и осадочного чехла восточной части Томской области.

Рис. 1. Схема расположения выявленных перспективных объектов
Fig. 1. Location map of identified exploration targets



1 — скважины и их номера; ***2*** — выявленные перспективные объекты; ***3*** — участок работ; ***4*** — административные границы

1 — wells and their numbers; *2* — identified exploration targets; *3* — study area; *4* — administrative boundaries

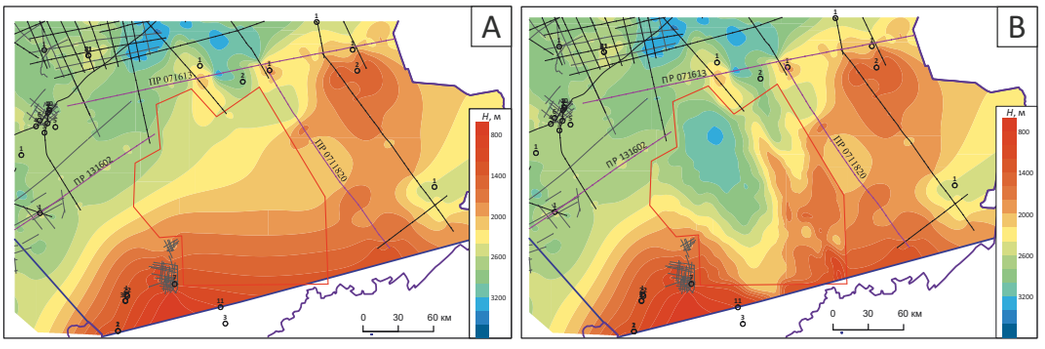
Исходными данными для структурных построений послужили значения времен отражающих горизонтов, которые соответствуют отметкам глубин в точках скважин, определенных по материалам ГИС. Для выбора варианта построения структурных карт анализировались регрессионные зависимости $H(t_0)$ и $dH(dt)$ для различных интервалов разреза. Чтобы в полной мере использовать всю априорную информацию по скважинным данным и по сейсмическому материалу, была использована методика построения структурных карт с учетом вертикального градиента средней скорости.

На участках отсутствия данных сейсморазведки строились карты прогноза глубины залегания структурных поверхностей по данным потенциальных полей. Методика построения основывается на разделении аномалий потенциальных полей (наблюденного поля силы тяжести) таким образом, чтобы локальная составляющая этого поля максимально сопоставлялась с глубиной определенной отражающей сейсмической границы. Основа этого метода разработана в СССР еще в конце 1970-х гг.

Глубина отражающей границы определяется по редкой сети сейсмических профилей с учетом данных по скважинам. В точках этой сети профилей необходимо иметь значения гравитационного и (или) магнитного поля. Путем разделения этого поля на региональную и локальную составляющие находятся корреляционные зависимости между глубиной сейсмической границы и значением локальных аномалий. В случае установления надежной статистической связи значения коэффициентов регрессии распространяются на участки, где отсутствуют материалы сейсморазведки, но проведены гравиметрические (магнитометрические) измерения.

Так, для территории Барабинско-Пихтовской моноклинали выполнены уточняющие структурные построения по кровле доюрского комплекса на основе установленной зависимости аномалий поля

Рис. 2. Фрагмент структурной карты по кровле доюрского основания до (А) и после (Б) учета аномалий гравитационного поля
Fig. 2. Fragment of depth map over the pre-Jurassic Top before (А) and after (Б) the gravity anomalies are taken into account



Профили (***1, 2***): ***1*** — сейсмические МОГТ-2D, ***2*** — использованные для анализа корреляционных зависимостей; ***3*** — область расчета структурной поверхности; ***4*** — административные границы

Survey lines (***1***, ***2***): ***1*** — seismic CDP-2D, ***2*** — used in analysis of correlation dependences; ***3*** — area of structural surface calculation; ***4*** — administrative boundaries

силы тяжести и данных по сейсмическим профилям 131602, 071613 и 0711820 (рис. 2).

В центральной части анализируемого участка по результатам расчета прогнозируется отрицательная структура II порядка (S = 4902 км^2, A = 450 м, L = –2800 м). Субмеридиональная изометрическая направленность данной структуры может свидетельствовать о наличии грабенообразного вреза, осложняющего Барабинско-Пихтовскую моноклиналь западнее Белоярского мегавала.

Для построения геологической модели юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы использовались карты по основным отражающим горизонтам сводного литолого-стратиграфического разреза восточной части Томской области: III, II^а, I^в, T_2, $I_а$, T_3, I^т, $Ф_2$ (рис. 3, 4).

Для восстановления характера палеотектонического развития территории в мезозойском интервале разреза изучались мощности между пятью стратиграфическими уровнями: кровлей доюрского основания, кровлей лайдинского горизонта, кровлей леонтьевского горизонта, подошвой баженовского горизонта и низами викуловского горизонта. В кайнозойском интервале разреза анализировалось три основных горизонта: подошва палеогена (кровля ганькинской свиты верхнего мела), кровля тавдинской свиты верхнего эоцена (подошва олигоцена) и кровля новомихайловской – подошва журавской свит (граница отложений нижнего и верхнего олигоцена) (см. рис. 3). Зоны увеличенных толщин комплексов отвечают участкам, испытавшим тенденцию к относительному погружению, и наоборот.

В результате данных построений выполнен палеотектонический анализ, основанный на изучении мощностей осадков, накопившихся за фиксированные промежутки геологического времени, и проведено структурно-тектоническое районирование (рис. 5, 6).

Территория исследования четко делится глубинным Белоярским разломом северо-западного простирания (северное продолжение Кузнецко-Алатауского глубинного разлома) на два крупных территориально равнозначных блока, граница между которыми проходит через Белоярский мегавал, Варгатскую впадину и далее на север вдоль восточного борта Пайдугинского и Пыль-Карамин-ского мегавалов [5]. Данные блоки принципиально отличаются по составу и возрасту слагающих отложений (см. рис. 4, 6).

На основе палеотектонического анализа осадочных комплексов мезозоя и кайнозоя, которые со стратиграфическим несогласием перекрывают поверхность консолидированных отложений доюрского основания, установлено, что в раннеюрско-байосское (средняя юра) время восточные территории Томской области развивались унаследованно. По Белоярскому разлому территория была разделена на два блока, которые отражают принципиально разные тектонические процессы. Северо-восточный блок испытывал интенсивное и устойчивое прогибание. Максимальная скорость погружения приходилась на Верхнетымскую и Тегульдетскую впадины, несколько медленнее опускался Владимировский мегавыступ. Для юго-западного блока характерны восходящие движения, вследствие которых образовывались обширные денудационные возвышенности. Исключение составляла краевая юго-западная часть территории (Бакчарская впадина), испытавшая интенсивное погружение.

Тектоническое развитие в конце средне-позднеюрского времени характеризуется инверсионной перестройкой. Наиболее интенсивно этот процесс

Рис. 3. Сводный литолого-стратиграфический разрез Томской области (восточная часть)
Fig. 3. Composite lithologic and stratigraphic cross-section, eastern part of the Tomsk Region

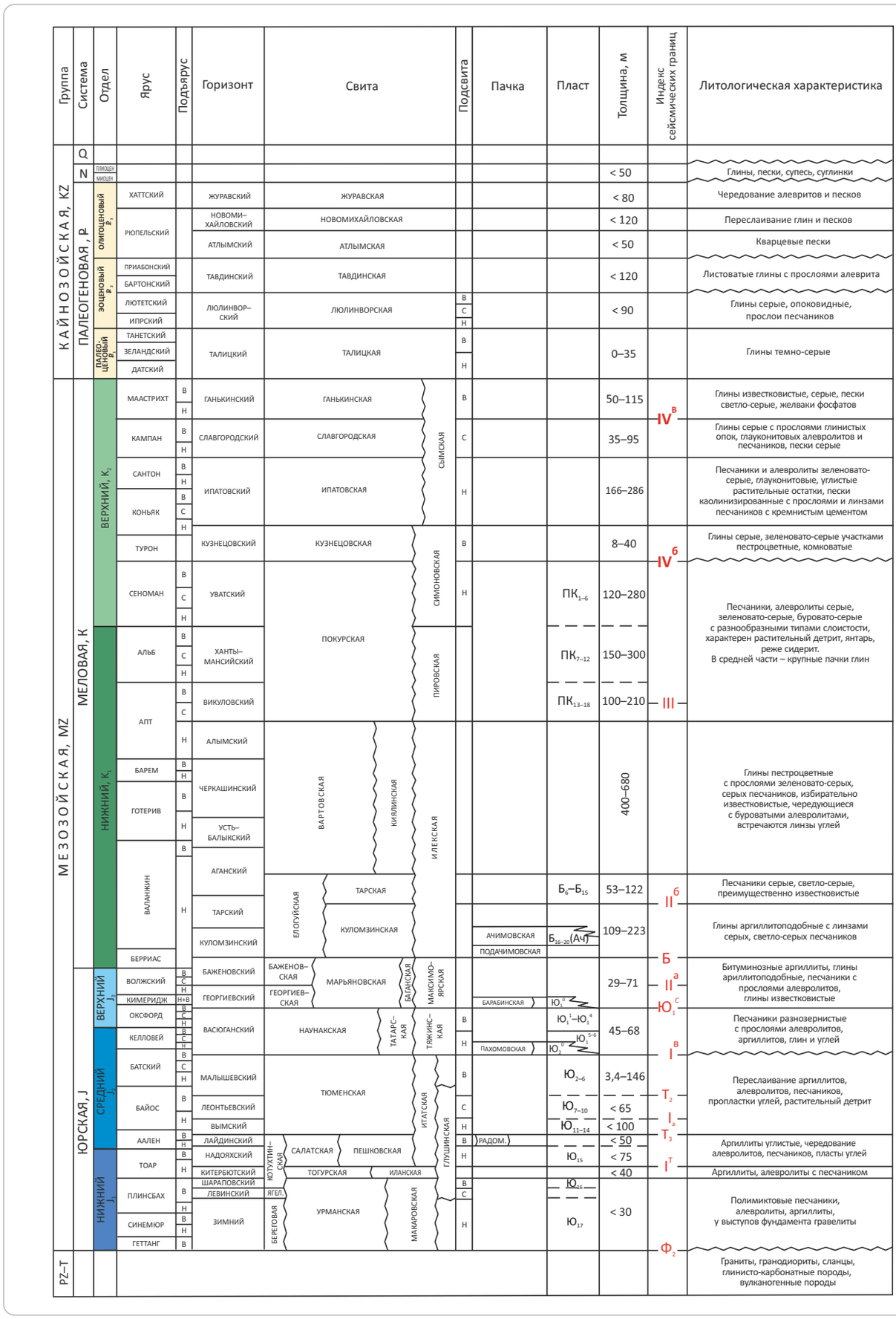
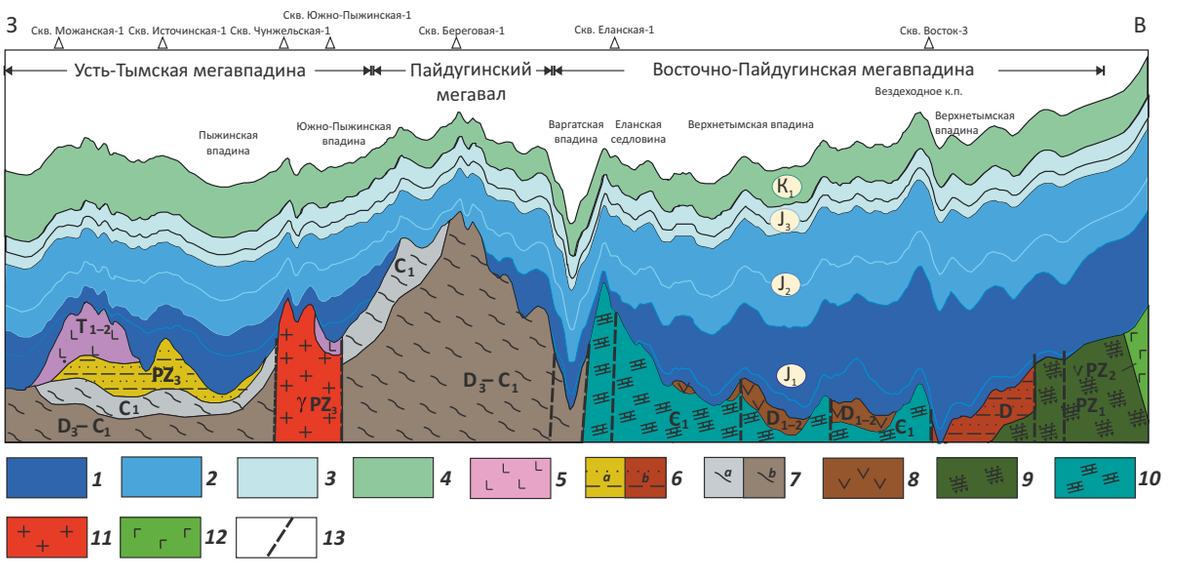


Рис. 4. Модель строения юго-востока Западно-Сибирской геосинеклизы (Томская область)
Fig. 4. Architecture of south-western part of the West Siberian geosyneclise (Tomsk Region)



Осадочный чехол (***1–4***): ***1*** — раннеюрский (J_1), ***2*** — среднеюрский (J_2), ***3*** — позднеюрский (J_3), ***4*** — раннемеловой (K_1); **формации доюрского основания** (***5–12***): ***5*** — базальтовая ($T_{1–2}$), ***6*** — терригенная (а — PZ_3, b — D), ***7*** — аспидная (а — C_1, b — D_3–C_1), ***8*** — андезитовая ($D_{1–2}$), ***9*** — карбонатная ($Є_1$), ***10*** — терригенно-карбонатная (PZ_1), ***11*** — гранитоиды ($γPZ_3$), ***12*** — базиты ($νPZ_2$); ***13*** — разломы

Sedimentary cover (***1–4***): ***1*** — Early Jurassic (J_1), ***2*** — Middle Jurassic (J_2), ***3*** — Later Jurassic (J_3), ***4*** — Early Cretaceous (K_1); **formations of the pre-Jurassic Basement** (***5–12***): ***5*** — basalt ($T_{1–2}$), ***6*** — terrigenous (a — PZ_3, b — D), ***7*** — aspide (a — C_1, b — D_3–C_1), ***8*** — andesite ($D_{1–2}$), ***9*** — carbonate ($Є_1$), ***10*** — terrigenous-carbonate (PZ_1), ***11*** — granitoid ($γPZ_3$), ***12*** — basite ($νPZ_2$); ***13*** — faults

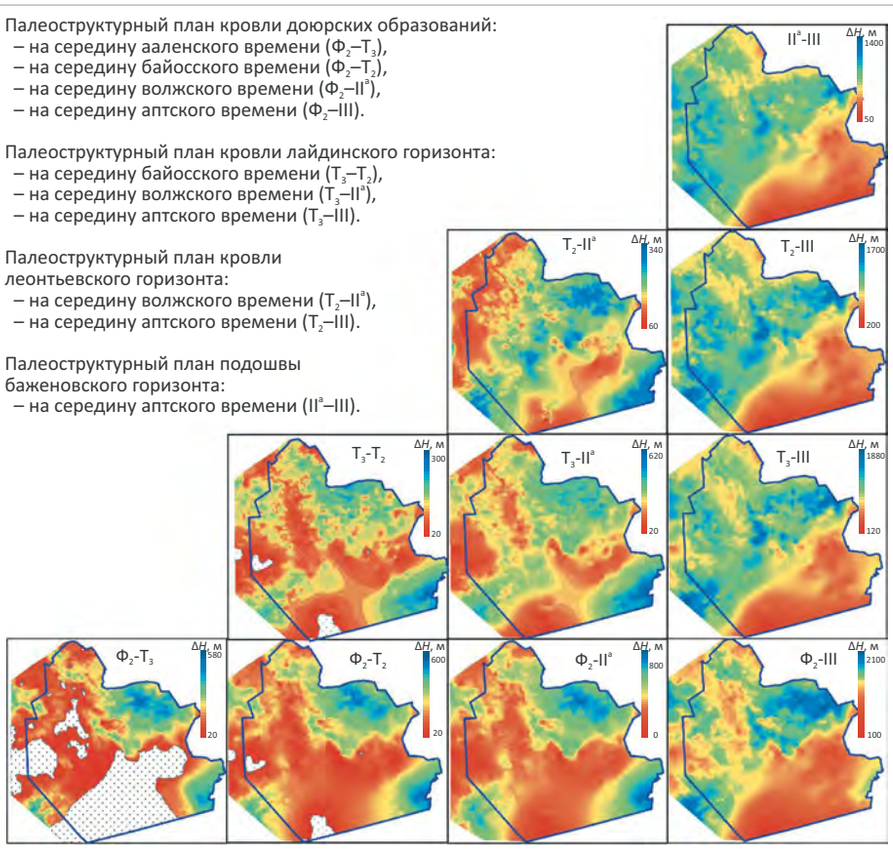
Рис. 5. Схема геодинамического развития юрских осадочных комплексов
Fig. 5. Scheme of geodynamic evolution of the Jurassic sedimentary sequences

Палеоструктурный план кровли доюрских образований:
– на середину ааленского времени ($Ф_2$–T_3),
– на середину байосского времени ($Ф_2$–T_2),
– на середину волжского времени ($Ф_2$–II^a),
– на середину аптского времени ($Ф_2$–III).

Палеоструктурный план кровли лайдинского горизонта:
– на середину байосского времени (T_3–T_2),
– на середину волжского времени (T_3–II^a),
– на середину аптского времени (T_3–III).

Палеоструктурный план кровли леонтьевского горизонта:
– на середину волжского времени (T_2–II^a),
– на середину аптского времени (T_2–III).

Палеоструктурный план подошвы баженовского горизонта:
– на середину аптского времени (II^a–III).



1

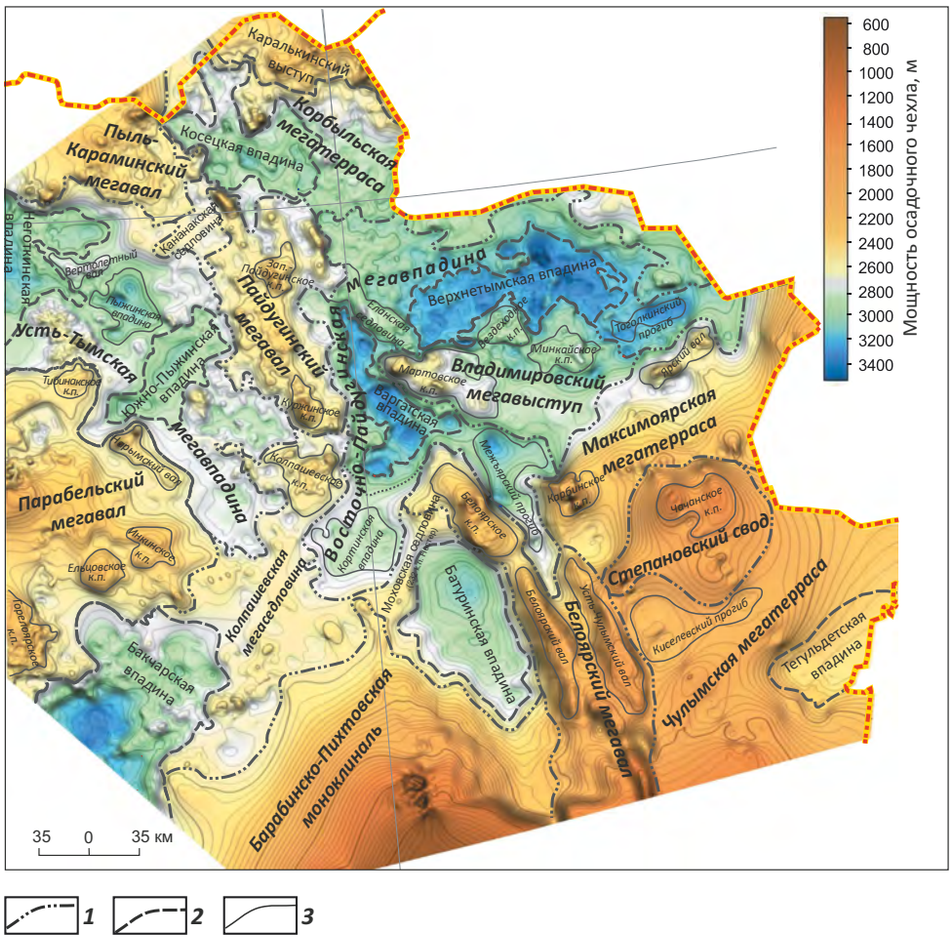
1 — область выклинивания отложений.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

1 — area of deposits pinching-out.

For other Legend items see Fig. 1

Рис. 6. Схема тектонического районирования
Fig. 6. Scheme of tectonic zoning



Границы (***1–3***): ***1*** — структур I порядка, ***2*** — структур II порядка, ***3*** — структур III порядка
Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

Boundaries (***1–3***): ***1*** — I-st order structures, ***2*** — II-nd order structures, ***3*** — III-rd order structures
For other Legend items see Fig. 1

затронул центральную часть территории исследования (относительное погружение): Варгатскую, Крутихинскую впадины и юго-восточную часть Усть-Тымской мегавпадины. В это время резко снижается структуроформирующая роль Белоярского разлома. Ориентация тектонических движений и, соответственно, простирание палеоструктур меняется с юго-западного на северо-восточное.

Впоследствии, в раннемеловое время, тектонические движения также происходили в северо-восточном направлении. При этом центральная и северо-западная части площади исследования испытали интенсивное погружение. И наоборот, на юго-востоке происходил резкий рост структур с образованием единой моноклинали, объединяющей Чулымскую мегатеррасу с Тегульдетской впадиной, Барабинско-Пихтовскую моноклиналь и Белоярский мегавал.

Если до середины средней юры территория изучения была разделена Белоярским глубинным разломом на два блока — северо-восточный и юго-западный, то позже происходит формирование других тектонических блоков: юго-восточного, интенсивно растущего, и северо-западного, погружающегося.

В кайнозойское время в восточной части современной Томской области продолжаются неотектонические движения [6]. В целом наблюдаются увеличенные мощности нижне-среднепалеогеновых отложений на Парабельском, Пыль-Караминском, Пайдугинском мегавалах, а также в северной части Максимоярской мегатеррасы, что свидетельствует об инверсионных движениях на этих структурах в палеоцен-эоценовое время. Соответственно, сокращенные мощности осадков характерны для Владимировского мегавыступа, восточных частей Усть-Тымской (группа Пыжинских отрицательных структур) и Восточно-Пайдугинской (Верхнетымская впадина) мегавпадин, а также для территории Косецкого прогиба.

Незначительные мощности отложений верхнего палеогена наблюдаются на большей территории восточной части Томской области, за исключением южной части Восточно-Пайдугинской мегавпадины и ее продолжения в виде ложбины в сторону Барабинско-Пихтовской моноклинали, а также центральной и восточной частей Владимировского мегавыступа. В последнем случае это свидетельствует об инверсии тектонических движений в этой области (относительное опускание) в позднем олигоцене и ее продолжении в неотектонический этап.

Для сравнения, на левобережье р. Обь — западной части Томской области — всем основным структурам соответствуют сокращенные мощности осадков на поднятиях и, соответственно, увеличенные — в депрессиях.

Анализ основных структурных поверхностей и толщин осадочного чехла выявил следующую закономерность в истории геологического развития рассматриваемого региона:

1) в мезозойскую и кайнозойскую эпохи исследуемая территория неоднократно подвергалась инверсионной перестройке;

2) наиболее благоприятными в отношении нефтегазоносности являются структуры и отдельные площади, унаследованно развивающиеся с позднего палеогена как поднятия.

На основе вышеизложенных результатов исследований были построены модели преобразования нефтематеринских пород во времени и оценены объемы генерации и эмиграции УВ как стандартным объемно-генетическим методом, так и с применением бассейнового моделирования. В процессе последнего учтены современные структурно-тектонические планы по основным горизонтам всего осадочного чехла, а также современный этап эрозии. Основные параметры литотипов рассчитывались на основе петрофизической интерпретации данных глубоких скважин, расположенных на территории работ, с учетом дополнительных скважин, пробуренных в аналогичных структурно-тектонических и палеогеографических условиях на территории всей Томской области (в анализе использовано 400 скважин). Моделирование истории преобразования нефтегазоматеринских толщ выполнялось, исходя из данных о стратиграфии, литологии, петрофизике, геологической, тектонической и тепловой истории бассейна и кинетических данных керогена. При этом установлено, что генерация нефти и газа началась 137–125 млн лет назад, в конце формирования алымского и покурского горизонтов. Практически одновременное начало генерации объясняется относительно небольшими мощностями разреза, разделяющими нефтегазоматеринские толщи, и, напротив, очень значительной мощностью алымского и покурского горизонтов. Небольшой объем эмиграции из пород марьяновской свиты связан с низкой катагенетической зрелостью, а также с тем, что при образовании УВ формируется вторичная органическая пористость, а способность керогена сорбировать УВ до 40 раз превышает этот показатель в осадочных породах. Общая тенденция заключается в том, что начало генерации, как и эмиграции, можно ожидать сначала в наиболее погруженных участках территории исследования, так как помимо фактора глубины, в этих областях выше тепловой поток и содержание органического углерода.

По результатам моделирования процессов миграции и аккумуляции оценен ресурсный потенциал территории исследований: остаточный генерационный потенциал — 155 821,2, генерация — 32 777,2, эмиграция — 12 162, аккумуляция — 719,2 млн т усл. УВ. Полученные данные сопоставимы с общим генерационным потенциалом нефтематеринских толщ, рассчитанным объемно-генетическим методом, который в сумме составил 35 680 млн т усл. УВ.

Основные выводы и результаты

На основе комплексного анализа структурных построений, истории тектонического развития территории, расчетных карт эффективных мощностей, результатов испытаний, заключений ГИС по скважинам, а также с учетом палеогеографической обстановки осадконакопления и результатов бассейнового моделирования закартировано 42 ловушки структурного, структурно-литологического, структурно-стратиграфического типов (см. рис. 1). При этом установлено, что основные перспективы связаны с надояхским горизонтом.

Таким образом, на востоке Томской области локализовано 1332,33/433,08 млн т геологических/извлекаемых ресурсов усл. УВ по категории $Д_л$:

1) по горизонту $М_1$ — 311,1/108,89 млн т;

2) по пласту $Ю_{16}$ — 195,77/58,73 млн т;

3) по пласту $Ю_{15}$ — 490,13/147,04 млн т;

4) по пластам $Ю_{11–14}$ — 150,75/52,76 млн т;

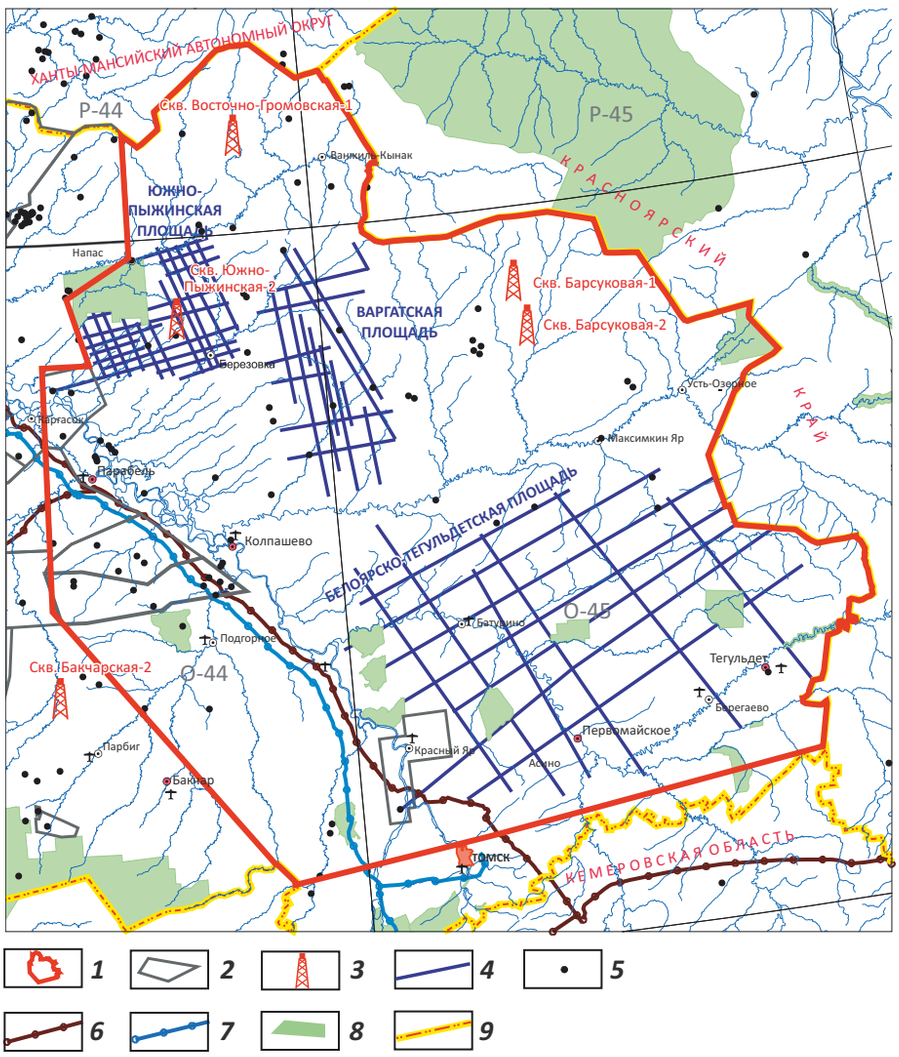
5) по пластам $Ю_{2–6}$ — 88,65/31,03 млн т;

6) по горизонту $Ю_1$ — 95,93/34,63 млн т.

На основании представленных результатов считается целесообразным продолжить региональные исследования восточных территорий Томской области (рис. 7).

Белоярско-Тегульдетская площадь. Необходимо выполнить региональные сейсморазведочные работы МОГТ-2D объемом 2600 км с проведением наземных грави-, магнито-, электроразведочных работ и литогазогеохимической съемки в пределах сочленения Барабинско-Пихтовской моноклинали и Чулымской мегатеррасы, разделенных Белоярским мегавалом, западнее которого прогнозируется развитие отрицательной структуры II порядка по структурной поверхности доюрского основания (см. рис. 2, 6). Планируемые работы необходимы для уточнения положения юго-восточной границы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции

Рис. 7. Схема расположения планируемых геолого-разведочных работ
Fig. 7. Location map of the scheduled geological exploration activities



1 — участок работ; ***2*** — распределенный фонд недр; ***3*** — планируемые скважины; ***4*** — планируемые сейсмические работы; ***5*** — скважины глубокого бурения; ***6*** — действующий нефтепровод; ***7*** — действующий газопровод; ***8*** — природоохранные объекты; ***9*** — граница субъектов Российской Федерации

1 — study area; *2* — allocated fund of subsurface resources; *3* — scheduled wells; *4* — scheduled seismic surveys; *5* — deep wells; *6* — operating oil line; *7* — operating gas main; *8* — protected areas; *9* — boundary of Russian Federation constituent entity

и структурного плана выявленных перспективных объектов. Подтверждение прогнозируемой структуры II порядка (Батуринская впадина) существенно расширит перспективные территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Варгатская площадь. Необходимо выполнить сейсморазведочные работы МОГТ-2D объемом 1100 км с проведением наземных электроразведочных работ и литогазогеохимической съемки в пределах Варгатского прогиба и восточного склона Пайдугинского мегавала, где по результатам бассейнового моделирования оконтурены перспективные зоны нефтегазонакопления. Установленные зоны нефтегазонакопления приурочены к бортам отрицательного рельефа Варгатской впадины, что свидетельствует о наличии положительных структур IV порядка, осложняющих ее рельеф. Это существенно повышает перспективы прогиба, по аналогии с распределением месторождений УВ в отрицательных структурах в восточной части Томской области.

Южно-Пыжинская площадь. Предполагается выполнить сейсморазведочные работы МОГТ-2D объемом 1500 км с проведением наземных электроразведочных работ и литогазогеохимической съемки в зоне сочленения Усть-Тымской мегавпадины и Пайдугинского мегавала. На основе уточненно-

го геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности осадочного чехла и верхней части доюрского основания подготовить объекты на УВ-сырье по категории $Д_0$. По результатам работ в Южно-Пыжинской зоне предлагается бурение параметрической скважины.

Для изучения мезозойских и верхней части палеозойских комплексов доюрского основания и оценки нефтегазогеологических параметров разреза необходимо бурение параметрических скважин: **Южно-Пыжинская-2** глубиной 3150 м, **Бакчарская-2** глубиной 3400 м, **Восточно-Громовская-1** глубиной 2700 м, **Барсуковская-1** глубиной 3500 м, **Барсуковская-2** глубиной 3260 м.

Проектная глубина и точки заложения параметрических скважин позволят вскрыть наиболее полный разрез нефтегазоносных комплексов, а также оценить нефтегазогеологические параметры разнообразно построенных ловушек УВ, сформированных в контрастных структурных планах мезозойского чехла и палеозойского основания в совершенно не изученной зоне, и дать опорную точку для дальнейших исследований неантиклинальных ловушек, осложненных тектоническими элементами, которые широко распространены на периферических территориях Западной Сибири.

Заключение

На основе комплексной интерпретации материалов МОВ-ОГТ (24,7 тыс. км, включая 8,5 тыс. км, обработанных в современных программных комплексах), данных бурения 125 глубоких скважин, дополненных данными 275 скважин из сопредельных территорий для корректировки стратификации и нефтегазогеологических параметров разреза, данных грави- и магнитометрических съемок уточнено геологическое строение доюрского основания и осадочного чехла восточной части Томской области. Реконструирована история тектонического развития осадочного чехла, что позволило существенно уточнить конфигурацию структур I, II и III порядков, выделить отрицательную структуру II порядка на территории Барабинско-Пихтовской моноклинали, а также установить блоковое строение территории с принципиально разной историей тектонических процессов. Белоярский разлом делит территорию на два блока. Северо-восточный блок испытывал интенсивное и устойчивое прогибание, а для юго-западного блока характерны восходящие движения; исключение составляла краевая юго-западная часть территории (Бакчарская впадина), испытавшая интенсивное погружение в ранне-среднеюрское время. В позднеюрское время резко снизилась структуроформирующая роль Белоярского разлома. Направленность тектонических движений и, соответственно, простирание палеоструктур изменились с юго-западного на северо-восточное. В раннемеловое время на юго-востоке произошел резкий рост структур с образованием единой моноклинали, объединяющей Чулымскую мегатеррасу с Тегульдетской впадиной, Барабинско-Пихтовую моноклиналь и Белоярский мегавал, что обусловило формирование принципиально иных структурных блоков: юго-восточного, интенсивно растущего, и северо-западного, погружающегося. Результаты моделирования процессов генерации, миграции и аккумуляции УВ сопоставимы с историей тектонического развития территории. Оценка ресурсного потенциала выявленных перспективных объектов по категории $Д_л$ показывает, что наиболее перспективными являются структуры и отдельные площади, унаследованно развивающиеся с позднего палеогена как поднятия.

Литература

1. *Брехунцов А.М., Монастырев Б.В., Нестеров И.И. (мл.)*. Закономерности размещения залежей нефти и газа Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1001–1012.

2. *Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Лившиц В.Р., Рыжкова С.В*. Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89. – № 11. – С. 1095–1104. DOI: 10.31857/S0869-587389111095-1104.

3. *Сапьяник В.В., Зайцева Ю.Л., Тищенко В.М., Тищенко Г.И., Шеламова Л.А.* Перспективы освоения юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в рамках наращивания ресурсной базы ВСТО // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 45–56.

4. *Морозов В.Ю., Сапьяник В.В.* Актуальные проблемы освоения нефтегазового потенциала Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2018. – № 3. – С. 27–36.

5. *Сурков В.С., Жеро О.Г.* Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.

6. *Новейшая* тектоника нефтегазоносных областей Сибири / Под ред. Н.А. Флоренсова, И.П. Варламова // Тр. СНИИГГиМС. Вып. 285. – М. : Недра, 1981. – С. 12–24.

References

1. *Brekhuntsov A.M., Monastyrev B.V., Nesterov I.I. (Jr.).* Distribution patterns of oil and gas accumulations in West Siberia. *Geology and Geophysics*. 2011;52(8):781–791. DOI: 10.1016/j.rgg.2011.07.004.

2. *Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Livshits V.R., Ryzhkova S.V.* Main directions in the development of Russia's oil sector in the first half of the XXI century. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019;89(6):558–566. DOI: 10.1134/S101933161906008X.

3. *Sapyanik V.V., Zaytseva Yu.L., Tischenko V.M., Tischenko G.I., Shelamova L.A.* Development trends of the South-East of West Siberian oil and gas province within the scope of the ESPO resource base increase. *Geologiya nefti i gaza*. 2012;(1):45–56. In Russ.

4. *Morozov V.Yu., Sapyanik V.V.* Current problems of the Western Siberia petroleum potential unlocking. *Geologiya nefti i gaza*. 2018;(3):27–36. In Russ.

5. *Surkov V.S., Zhero O.G.* Fundament i razvitie platformennogo chekhla Zapadno-Sibirskoi plity [Foundation and development of the platform cover of the West Siberian Plate]. Moscow: Nedra; 1981. 143 p. In Russ.

6. *Noveishaya* tektonika neftegazonosnykh oblastei Sibiri [The latest tectonics of oil and gas Siberia regions]. In: Tr. SNIIGGiMS. Vyp. 285. O.N. Florensova, I.P. Varlamov, eds. Moscow: Nedra; 1981. pp. 12–24. In Russ.

Информация об авторах

Сапьяник Виктор Васильевич

Кандидат геолого-минералогических наук,
Начальник отдела
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: sapjanik@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-5792-7793

Лаптева Елена Юрьевна

Ведущий геолог
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: lapteva@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-7746-1575

Любутина Елена Владимировна

Ведущий геофизик
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: lubutina@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-7508-3926

Недоспасов Александр Иванович

Ведущий геолог
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: nedospasov@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-8923-2278

Новиков Павел Игоревич

Эксперт
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: novikov@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-8466-7184

Петрова Наталья Вячеславовна

Ведущий геофизик
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: petrovanv@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-2796-3822

Фатеев Анатолий Васильевич

Старший эксперт
АО «СНИИГГиМС»,
630091 Новосибирск, Красный пр-т, д. 67
e-mail: fateev@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-9150-9931

Information about authors

Viktor V. Sap'yanik

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of Department
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: sapjanik@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-5792-7793

Elena Y. Lapteva

Leading Geologist
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: lapteva@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-7746-1575

Elena V. Lyubutina

Leading Geophysicist
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: lubutina@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-7508-3926

Aleksandr I. Nedospasov

Leading Geologist
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: nedospasov@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-8923-2278

Pavel I. Novikov

Expert
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: novikov@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0001-8466-7184

Natal'ya V. Petrova

Leading Geophysicist
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: petrovanv@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-2796-3822

Anatolii V. Fateev

Chief Expert
SNIIGGiMS,
67, Krasnyi prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia
e-mail: fateev@sniiggims.ru
ORCID ID: 0000-0002-9150-9931