

УДК 550.8:553.98

DOI: 10.31 660 / 0445-0108-2024-5-11-22

**Перспективы открытия и вовлечения в разработку продуктивных
интервалов доюрского комплекса Западной Сибири**

С. Р. Бембель*, Р. М. Бембель, Д. О. Карпов

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**e-mail: bembel_gsr@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы поиска, прогноза и вовлечения в разработку продуктивных интервалов отложений доюрского комплекса Западной Сибири. В пределах доюрского комплекса выявлены некоторые особенности геологического строения триасовых вулканогенно-осадочных отложений и образований палеозойского фундамента.

В основе построения цифровых геологических моделей триасовых и палеозойских образований, принципиально отличающихся геометрией внутреннего строения открытых в них залежей углеводородов, находится информация 3D сейсмических исследований и ее интерпретация. В залежах триасовых и палеозойских отложений зафиксированы значительные отличия состава и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов пород, принципы создания структурных каркасов их цифровых моделей также отличаются. Данные 3D-сейсморазведки позволяют выполнить корреляцию триасовой толщи и выделить отдельные циклы, границы и геометрия которых используются при создании цифровых трехмерных геологических моделей. При создании моделей залежей углеводородов в палеозойских образованиях, приуроченных к выступам фундамента, на основании интерпретации материалов 3D-сейсморазведки и анализа сейсмических атрибутов, в комплексе с информацией по керну, петрофизике и опробованию скважин, выполняется прогноз развития участков и интервалов повышенной трещиноватости горных пород, являющихся основными интервалами притока в добывающих скважинах.

На примере отдельных разрабатываемых залежей, приуроченных к доюрскому комплексу на месторождениях Западной Сибири, показаны фактические результаты комплексирования геолого-геофизической информации с данными 3D-сейсморазведки, на основе которых выполнена не только оценка геологических запасов углеводородов, но и гидродинамические расчеты по восстановлению истории их разработки, а также рекомендованы местоположения для бурения скважин, их геометрия и интервалы испытаний.

Накопленный опыт разведки и разработки продуктивных залежей доюрского комплекса позволяет оценить геометрию и особенности целевых объектов в этом интервале, выбрать наиболее информативные методы их картирования и способы создания цифровых геологических моделей, являющихся основой проектирования их разработки.

Ключевые слова: геологическое строение, доюрский комплекс, триасовые отложения, образования палеозоя, разрывные нарушения, трещиноватость, нефтегазоносность, залежь, продуктивность, сейсморазведка

Для цитирования: Бембель, С. Р. Перспективы открытия и вовлечения в разработку продуктивных интервалов доюрского комплекса Западной Сибири / С. Р. Бембель, Р. М. Бембель, Д. О. Карпов. – DOI 10.31660/0445-0108-2024-5-11-22 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 5. – С. 11–22.

**Prospects of productive strata of the pre-Jurassic complex of Western Siberia
for the discovery and involvement in the development**

Sergey R. Bembel*, Robert M. Bembel, Daniil O. Karpov

Abstract. The article discusses the prospects of productive strata of deposits of the pre-Jurassic complex of Western Siberia for searching, forecasting and involving in the development. Some features of the geological structure of Triassic volcanic-sedimentary deposits and formations of the Paleozoic basement have been identified within the pre-Jurassic complex. The construction of digital geological models of Triassic and Paleozoic formations, which are fundamentally different in the geometry of the internal structure of the hydrocarbon deposits discovered in them, is based on 3D seismic information and its interpretation. In deposits of Triassic and Paleozoic sediments, significant differences in the composition and filtration-capacitive properties of rock reservoirs have been recorded; the principles for creating the structural frameworks of their digital models are also different. 3D seismic data makes it possible to correlate the Triassic strata and identify individual cycles, the boundaries and geometry of which are used to create digital three-dimensional geological models. When creating models of hydrocarbon deposits in Paleozoic formations confined to basement high areas, based on the interpretation of 3D seismic survey materials and analysis of seismic attributes, in combination with information on core, petrophysics and well testing, a forecast is made for the development of areas and strata of increased fracturing of rocks, which are the main inflow strata in production wells. Using the example of individual developed deposits confined to the pre-Jurassic complex in the fields of Western Siberia, the actual results of integrating geological and geophysical information with 3D seismic data are shown. Based on these results not only an assessment of the geological reserves of hydrocarbons was carried out, but also hydrodynamic calculations were conducted to perform history matching, as well as recommendations were made for the locations for drilling wells, their geometry and test strata. The accumulated experience in exploration and development of productive deposits of the pre-Jurassic complex allows us to assess the geometry and features of objects of interest in this interval, select the most informative methods for their mapping and methods for creating digital geological models that are the basis for designing the development.

Keywords: geological structure, pre-Jurassic complex, Triassic deposits, Paleozoic formations, faults, fracturing, oil and gas potential, reservoir, productivity, seismic exploration

For citation: Bembel S. R., Bembel, R. M. Karpov D. O. (2024). Prospects of productive strata of the pre-Jurassic complex of Western Siberia for the discovery and involvement in the development. *Oil and Gas Studies*, (5), pp. 11-22. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-5-11-22

Введение

Интерес в отношении нижних этажей нефтегазоносности на территории Западной Сибири возрастает с каждым годом. Причиной этого является закономерное снижение текущих геологических запасов углеводородов (УВ) в юрско-нижнемеловом интервале геологического разреза. Ведь именно здесь были открыты и разрабатываются уже несколько десятилетий крупные и средние месторождения нефти и газа [1]. За этот период большинство залежей в нижнемеловом интервале геологического разреза значительно выработаны, а залежи юрской толщи отличаются низкими фильтрационно-емкостными характеристиками и поэтому в большей своей части отнесены к трудноизвлекаемым запасам.

Одна из актуальных задач по восполнению ресурсной базы Западно-Сибирского нефтегазового потенциала — разведка и вовлечение в разработку глубоко залегающих образований доюрского комплекса. В настоящий момент здесь пробурено более 5 000 скважин со вскрытием образований доюрского комплекса, представленных породами палеозойского фундамента и вулканогенно-осадочными породами триаса. При этом

открыто более 50 месторождений нефти и газа, выявлено больше 100 нефте- и газопроявлений [1].

Несмотря на открытие залежей УВ в доюрском комплексе Западной Сибири, степень их вовлечения в эксплуатацию и разработку не высокая. Причины этого связаны со сложным строением резервуара продуктивных залежей, введенных в разработку. Существующие подходы к прогнозу и моделированию фильтрационно-емкостных свойств залежей доюрского комплекса основаны на информации по данным геофизических исследований скважин и керновых исследований. Количество последних очень ограничено в связи со свойствами существенно трещиноватых образцов доюрского комплекса, что затрудняет их отбор.

Кроме этих ограниченных данных наиболее важную информацию о строении и свойствах образований и потенциальных залежей доюрского комплекса могут представлять материалы специальной обработки и интерпретации 3D сейсморазведочных работ [2, 3, 4], благодаря которым на сегодня существуют примеры их эффективного использования на отдельных месторождениях Западной Сибири [2, 5].

Объект и методика исследований

Объектом исследования выступают образования доюрского комплекса Западной Сибири. Опыт разведки и открытия залежей нефти и газа здесь длится с 1950-х годов по настоящее время. Первое газовое месторождение, связанное с образованиями фундамента, было открыто еще в 1953 году в Берёзово. Однако до сих пор у некоторых геологов есть мнение, что залежь газа приурочена к осадочному чехлу.

Дальнейшие геологоразведочные работы, выполненные на территории Западной Сибири, подтвердили перспективы нефтегазоносности образований доюрского комплекса [1]. Начиная с открытия в 1960-х годах залежей нефти и газа в Берёзовском и Шаимском нефтегазоносных районах, на территории только Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО-Югра) к настоящему времени открыто более 159 залежей нефти и газа.

На подготовленных к разработке залежах УВ в доюрском комплексе кроме выполнения достоверной оценки геологических запасов необходимо построение цифровых геологических моделей, которые являются основой проектирования разработки, проведения гидродинамических расчетов и обоснования размещения эксплуатационных скважин. В этом случае следует предварительно определиться с концептуальной геологической моделью залежей и резервуаров. С этой точки зрения, разведываемые и открытые залежи УВ в доюрском комплексе Среднего Приобья Западной Сибири можно условно разделить на две категории. К первой категории относятся залежи, приуроченные к триасовым вулканогенно-осадочным отложениям, ко второй — связанные с локальными выступами палеозойских образований, перекрываемые отложениям тюменской свиты [6, 7].

Кроме существенных отличий в составе и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов пород, слагающих эти категории, которые служат основой построения литологических моделей залежей и распределения ФЕС, в первую очередь необходимо уточнение принципов создания структурного каркаса цифровых моделей, определяемого геометрией этих разных по возрасту и условиям формирования образований.

Например, в пределах уникального Рогожниковского нефтяного месторождения (восточная часть Красноленинского свода) с 2005 года разрабатываются сложнопостроенные залежи нефти в триасовых отложениях, этаж нефтеносности которых оценивается выше 300 метров [4]. Большая часть притоков нефти связана при этом с эффузивными породами.

С точки зрения геометризации *залежей триасовых отложений*, вскрытых в верхней части поисково-разведочными и эксплуатационными скважинами, важную информацию в определении структурного каркаса геологической модели залежей Рогожниковского месторождения содержат материалы 3D сейсмических работ. Так, на временном сейсмическом разрезе (рис. 1) через заполненную вулканогенно-осадочными осадками грабенообразную впадину прекрасно прослеживаются наклонные оси синфазности ниже отражающего горизонта (ОГ) А (кровля доюрского комплекса), выклинивающиеся на его кровлю. По мнению некоторых геологов [4, 8], наблюдаемая волновая картина (рис. 1) соответствует толще переслаивания вулканогенных и вулканогенно-обломочных пород кислого состава [4], образовавшихся в результате серии извержений. Сейсмические материалы позволили выполнить корреляцию триасовой толщи и разбить ее на несколько циклов (рис. 1), границы и геометрия которых были использованы при создании структурного каркаса и распределении ФЕС при создании цифровой трехмерной геологической модели залежей доюрского комплекса.

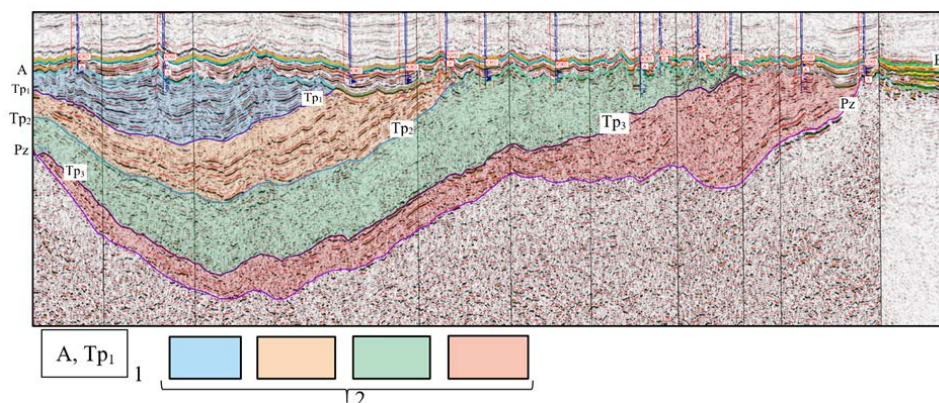


Рис. 1. Фрагмент временного сейсмического разреза через триасовый «грабен» в районе восточной части Красноленинского свода:

1 — индексы отражающих горизонтов; 2 — предполагаемые циклы развития вулканогенно-осадочных пород отложений триаса

Залежи УВ, связанные с выступами *палеозойских образований* (например, на Северо-Варьёганском, Калиновом, Урманском, Малоичском и других месторождениях Западной Сибири), существенно отличаются своим глубинным строением и характером сейсмического волнового поля доюрского комплекса [4, 8], что требует дополнительных изысканий в поисках взаимосвязей с их продуктивностью и оценке запасов.

В отличие от сейсмического образа вулканогенно-осадочных толщ триаса в интервале палеозойских образований ниже ОГ А практически отсутствуют отражающие горизонты на временных сейсмических разрезах.

Ниже представлен временной разрез (рис. 2), характерный для демонстрации проявления в сейсмическом волновом поле локальных выступов палеозойского фундамента. Участок с выявленными залежами нефти расположен на одном из нефтяных месторождений в западной части ХМАО-Югры. Образования доюрского комплекса представлены здесь кристаллическими породами палеозойского фундамента и коры выветривания.

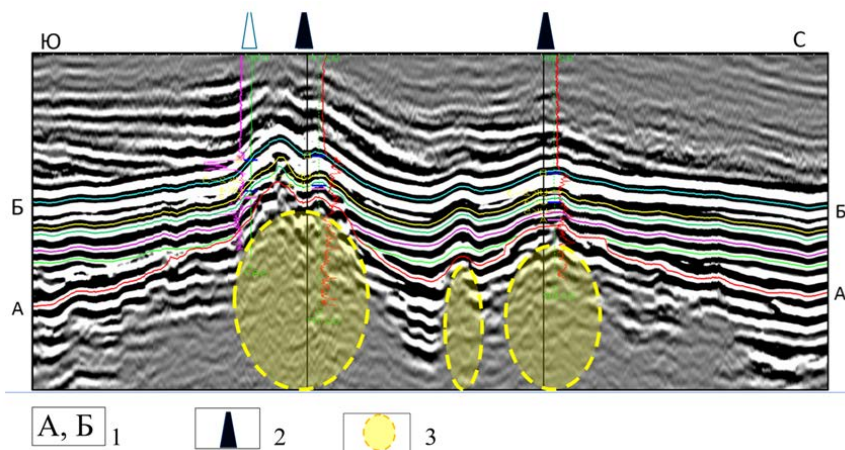


Рис. 2. Фрагмент временного сейсмического разреза через локальные выступы доюрского основания с выявленными залежами нефти

1 — индексы отражающих горизонтов; 2 — местоположение продуктивных скважин; 3 — участки с распространением трещиноватых интервалов горных пород в верхней части доюрского комплекса

Характерной особенностью резервуаров верхней части палеозойских образований, в пределах которых разрабатываются залежи УВ как в Западной Сибири, так и в целом по всему миру является приуроченность работы скважин в основном в трещиноватых интервалах разреза [2, 5]. Опыт геологоразведочных работ и геофизических исследований показал, что участки повышенной трещиноватости горных пород как в плане, так и в разрезе взаимосвязаны с наиболее геодинамически активными зонами земной коры, к которым относятся диапироподобные и ярко выраженные локальные поднятия, выступы и разрывные нарушения [9].

Прогноз участков повышенной трещиноватости горных пород как потенциально продуктивных интервалов основан на комплексном анализе материалов 3D-сейсморазведки с данными керновых, петрофизических исследований, опробования и динамики работы эксплуатационных скважин [5]. Ведущая роль в прогнозе продуктивности палеозойских залежей УВ принадлежит 3D сейсморазведочной информации и ее интерпретации [2, 6].

Экспериментальная часть

С точки зрения создания и прогноза продуктивности интервалов доюрского комплекса наиболее актуальна на сегодня задача построения цифровых геологических моделей залежей, приуроченных к выступам палеозойских образований. Связано это с тем, что, по сравнению с геологическими моделями залежей в триасовых отложениях, где по данным сейсмических исследований реально выполнить достоверный прогноз геометрических особенностей внутренних границ и распределения ФЕС, задача прогноза ФЕС и внутренней геометрии палеозойских резервуаров до сих пор остается нетривиальной [5].

Как было сказано выше, основными продуктивными интервалами верхней части палеозойского фундамента являются трещиноватые интервалы, прогноз которых является необходимым условием для создания достоверных геологических моделей залежей УВ при проектировании размещения скважин и планировании геолого-технических мероприятий (ГТМ) по выработке запасов [5, 6]. В связи с этим создаваемые цифровые геолого-гидродинамические модели таких объектов в настоящее время представляются моделями с двойной пористостью / проницаемостью [5], где кроме выделения участков развития трещиноватых горных пород необходимо выполнить прогноз параметров трещиноватости [5, 10]. Пример использования методов двойной среды и распределения разных типов коллектора при моделировании разрабатываемой нефтяной залежи в палеозойских образованиях фундамента представлен на рисунке 3.

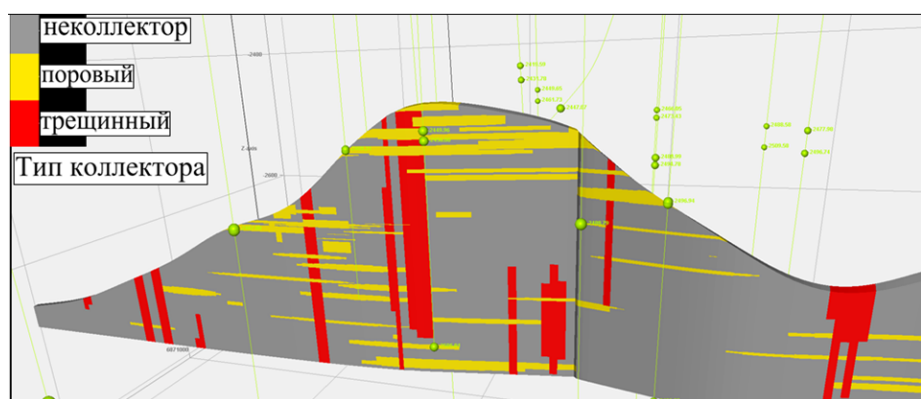


Рис. 3. Один из вариантов распределения проницаемых интервалов в верхней части палеозойских образований: желтый цвет — с матричной пористостью; красный цвет — с трещиноватостью

Практическое использование результатов комплексного анализа материалов исследований керна, петрофизических, промысловых и сейсмических данных позволяет создавать достаточно достоверные цифровые геологические модели для выполнения оценки геологических запасов УВ, а также проведения гидродинамических расчетов по восстановлению истории уже разрабатываемых залежей [2, 5].

На основе опыта выполненных работ по анализу интерпретации данных опробования поисково-разведочных и эксплуатационных скважин в интервале верхней части палеозойских образований на одном из месторождений Краснотеннинского свода Западной Сибири с данными атрибутивных расчетов материалов 3D-сейсморазведки [2, 5] авторами были получены интересные результаты, позволяющие выполнить прогноз распределения продуктивных интервалов как по площади участка, так и в разрезе. Таким образом, полученные результаты позволили выделить особенности распределения продуктивных интервалов палеозойских образований с глубиной до 300 м от кровли доюрского комплекса (рис. 4).

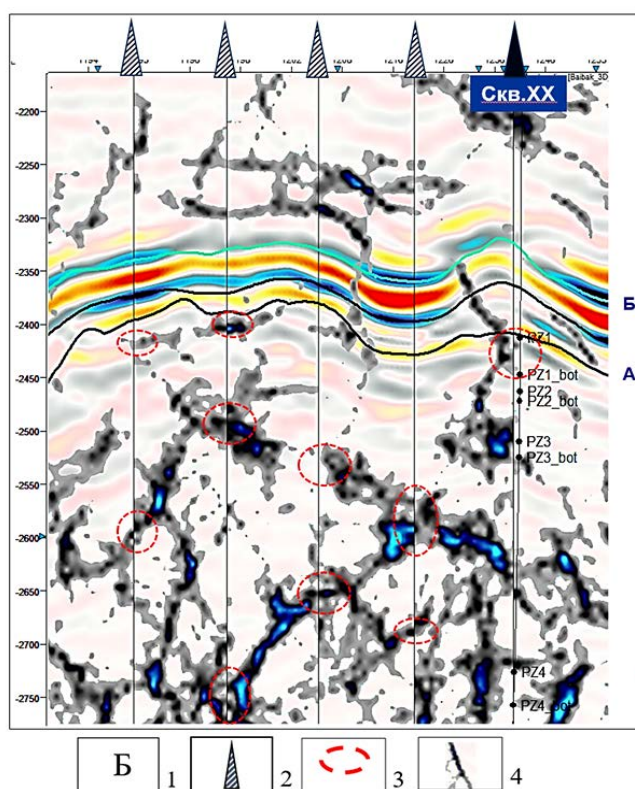


Рис. 4. Фрагмент разреза куба сейсмических атрибутов с проектным положением вскрытия объекта PZ: 1 — индекс отражающего горизонта; 2 — положение проектных скважин; 3 — фактический интервал притока УВ в пробуренной скважине XX и прогнозный интервал в проектных скважинах; 4 — вероятные флюидоподводящие разломы (каналы)

Выявленные аномалии в разрезе куба сейсмических атрибутов являются перспективными с точки зрения проектирования размещения эксплуатационного фонда скважин и уточнения их проектной глубины, геометрии и интервалов перфорации для вовлечения в разработку этого достаточно сложного и трудно прогнозируемого продуктивного на нефть и газ резервуара палеозойского фундамента. Сопоставление аномалий сейсмических атрибутов как в плане, так и в интервалах перфорации уже пробуренных скважин подтверждают выявленные взаимосвязи продуктивности палеозойских образований с прогнозными участками повышенной трещиноватости горных пород, а также вероятными каналами глубинной миграции УВ [9, 11].

Результаты и обсуждение

Поиск, разведку и выделение продуктивных интервалов в отложениях доюрского комплекса предлагается выполнять по результатам комплексирования геолого-геофизической информации, содержащей сведения о литолого-стратиграфическом расчленении разреза и корреляции разрезов скважин с полным комплексом каротажа, об особенностях изменения ФЕС, петрофизических и геофизических данных, опробованиях и динамике работы поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, интерпретации материалов специальной обработки сейсмических 3D-исследований.

Подходы к геометризации и созданию цифровых геолого-гидродинамических моделей залежей в триасовых вулканогенно-осадочных отложениях и метаморфических образованиях палеозойского фундамента имеют существенное различие. Однако основными факторами, влияющими на локализацию и формирование продуктивных интервалов и залежей, служат активные геодинамические процессы, выраженные в зафиксированных разрывных нарушениях и сопутствующих им зонам дробления и трещиноватости горных пород [12].

Продуктивные на нефть и газ залежи (участки) и интервалы верхней части палеозойских образований, зафиксированные на отдельных залежах и месторождениях Западной Сибири, достаточно уверенно выделяются с использованием материалов 3D-сейсморазведки, что позволяет эффективно применять получаемые сведения об особенностях геологического строения доюрских образований при их разбуривании и вовлечении в разработку [5].

В некоторых добывающих скважинах, находящихся в эксплуатации на объектах палеозойских образований, отмечается резкая изменчивость динамики их работы, что, по всей вероятности, указывает на взаимосвязь с субвертикальными каналами повышенной трещиноватости горных пород, по которым идет поступление флюидов. Некоторыми геологами такие залежи принято называть «жилыми» [13].

Выводы

Открытие и вовлечение в разработку продуктивных интервалов нижних этажей геологического разреза Западной Сибири, относящихся

к доюрскому комплексу, требуют не только проведения дополнительных геологоразведочных работ и геофизических исследований различного направления, но и перехода концептуальных представлений о формировании ловушек, залежей и месторождений нефти и газа на принципиально иные идеи, связанные с концепцией дегазации и глубинной нефти. Эффективность работ по разведке и разработке сложнопостроенных залежей определяется полнотой геолого-геофизической информации, на основе которой формируются геологические представления о концептуальной модели, и происходит создание цифровой геологической модели залежей и месторождений нефти и газа.

Накопленный опыт разведки и разработки продуктивных залежей доюрского комплекса позволяет оценить геометрию и особенности целевых объектов в этом интервале, выбрать наиболее информативные методы их картирования и способы создания цифровых геологических моделей, являющихся основой проектирования их разработки.

Поиск участков повышенной продуктивности интервалов в палеозойском фундаменте, прогноз и уточнение их положения на основе комплексного анализа геолого-геофизической информации с обязательным привлечением атрибутного анализа материалов 3D-сейсморазведки позволяют в настоящее время подбирать набор геолого-технических мероприятий по выработке запасов УВ на разрабатываемых залежах этого интервала геологического разреза.

Список источников

1. Проблемы поиска и разведки промышленных скоплений нефти и газа в трещинно-кавернозных массивных породах доюрского комплекса Западной Сибири / В. Л. Шустер, С. А. Пуланова, А. В. Самойлова, В. Б. Левянт. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2011. – № 2. – С. 26–33.
2. Бембель, С. Р. Перспективы нефтегазоносности доюрских отложений на примере одного из месторождений Красноленинского свода / С. Р. Бембель, А. И. Цепляева. – Текст : непосредственный // Геокрым-2015. Проблемы нефтегазовой геологии и геофизики. Материалы V международной научно-практической конференции ЕАГО, 18–22 мая 2015 г. – Тверь : Герс, 2015. – С. 283–285.
3. Хромова, И. Ю. Миграция дуплексных волн – метод картирования трещиноватых зон тектонического генезиса / И. Ю. Хромова. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2008. – № 3. – С. 37–47.
4. Строение и прогноз коллекторов доюрского комплекса на одном из участков Елизаровского прогиба Фроловской мегавпадины по данным сейсморазведки 3D в условиях отсутствия скважинной информации / А. И. Хисамутдинова, П. А. Алексеева, А. Ф. Романчук [и др.]. – DOI 10.17353/2070-5379/38_2021. – Текст : электронный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2021. – Т. 16, № 4. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2021/38_2021.html

5. Бембель, С. Р. Петрофизическая интерпретация геофизических исследований скважин и геологическая модель объекта, сложенного метаморфическими породами / С. Р. Бембель, В. А. Ефимов. – Текст : непосредственный // Петрофизика сложных коллекторов : проблемы и перспективы 2015 : сборник статей / сост. Б. Н. Еникеев. – Москва : ЕАГЕ Геомодель, 2015. – С. 96–116.
6. Бембель, С. Р. Геологические модели и перспективы нефтегазоносности территории восточной части Красноленинского свода / С. Р. Бембель. – DOI 10.24887/0028-2448-2022-11-74-78. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 11. – С. 74–78.
7. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности доюрских отложений центральной части Западно-Сибирской плиты / А. В. Тугарева, Г. А. Чернова, Н. П. Яковлева, М. Л. Мороз. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017. – № 5. – С. 58–66.
8. Строение и стратификация триас-юрских образований севера Западной Сибири / А. А. Нежданов, В. В. Огибенин, М. В. Мельникова, А. С. Смирнов. – Текст : непосредственный // ROGTEC. – 2014. – № 8. – С. 62–69.
9. Бембель, С. Р. Разведка локальных залежей углеводородов на основе их взаимосвязи с геодинамикой среды в Среднем Приобье / С. Р. Бембель. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 12. – С. 90–94.
10. Белоновская, Л. Г. Трещиноватость горных пород и разработанные во ВНИГРИ основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа / Л. Г. Белоновская. – Текст : непосредственный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006. – № 1. – С. 1–11.
11. Валяев, Б. М. Проблема генезиса нефтегазовых месторождений : теоретические аспекты и практическая значимость / Б. М. Валяев. – Текст : непосредственный // Генезис углеводородных флюидов и месторождений / отв. ред. А. Н. Дмитриевский, Б. М. Валяев. – Москва : ГЕОС, 2006. – С. 14–22. – Текст : непосредственный.
12. Моделирование геологического строения и механизмов формирования и размещения скоплений нефти и газа в доюрских комплексах Западной Сибири / А. Н. Дмитриевский, В. Л. Шустер, С. А. Пуланова, А. В. Самойлова. – Текст : электронный // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. – 2012. – № 2 (6). – URL: http://oilgasjournal.ru/vol_6/dmitrievsky.html.
13. Попков, В. И. Жильные залежи углеводородов: условия формирования и методика поисков и разведки / В. И. Попков // Генезис углеводородных флюидов и месторождений / отв. ред. А. Н. Дмитриевский, Б. М. Валяев. – Москва : ГЕОС, 2006. – С. 277–285. – Текст : непосредственный.

References

1. Shuster, V. L., Punanova, S. A., Samoilova, A. V., & Leviant, V. B. (2011). Problems of searching and exploring for commercial oil and gas accumulations in fracture-cavernous massive rocks of Pre-jurassic complex of West Siberia. *Geologiya nefti i gaza*, (2), pp. 26-33. (In Russian).
2. Bembel', S. R., Ceplyaeva, S. R. (2015). Perspektivy neftegazonosnosti doyrskikh otlozhenij na primere odnogo iz mestorozhdenij Krasnoleninskogo svoda. "Geokrym-2015. Problemy neftegazovoj geologii i geofiziki". Materialy V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii EAGO. Tver', Gers Publ., pp. 283-285. (In Russian).

3. Khromova, I. Yu. (2008). Migration of duplex waves-a method for mapping of fracture zones of tectonic genesis. *Geologiya nefi i gaza*, (3), pp. 37-47. (In Russian).
4. Khisamutdinova, A. I., Alekseeva, P. A., Romanchuk, A. F., Miroshnichenko, D. E., & Kerusov, I. N. (2021). The structure and characteristics forecast of the pre-jurassic's reservoir rocks on one of studied area of the Elizarov trough of the Frolov megadepression according to 3D seismic data in the absence of borehole information. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 16 (4). (In Russian). Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2021/38_2021.html
5. Bembel', S. R., Efimov, V. A. (2015). Petrophysical interpretation of well logging and geological model of the object, comprised of metamorphic rocks. Moscow, EAGE Geomodel' Publ., pp. 96-116. (In Russian).
6. Bembel', S. R. (2022). Geologicheskie modeli i perspektivy neftegazonosti territorii vostochnoj chasti Krasnoleninskogo svoda. *Neftyanoe hozyajstvo*, (11), pp. 74-78. (In Russian). DOI: 10.24887/0028-2448-2022-11-74-78
7. Tugareva, A. V., Chernova, G. A., Yakovleva, N. P., & Moroz, M. L. (2017). Geological structure and oil and gas potential of the pre-jurassic deposits of the central part of the West Siberian plate. *Oil and gas studies*, (5), pp. 58-66. (In Russian).
8. Nezhdanov, A. A., Ogibenin, V. V., Mel'nikova, M. V., & Smirnov, A. S. (2014). Stroenie i stratifikaciya trias-yurskih obrazovaniy severa Zapadnoj Sibiri. *ROGTEC*, (8), pp. 62-69. (In Russian).
9. Bembel', S. R. (2013). Exploration of local hydrocarbons deposits based on their relationship to the geodynamics in the Middle Ob. *Neftyanoe hozyajstvo*, (12), pp. 90-94. (In Russian).
10. Belonovskaya, L. G. (2006). Treshchinovatost' gornyh porod i razrabotannye vo VNIGRI osnovy poiskov treshchinnyh kollektorov nefi i gaza. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, (1), pp. 1-11. (In Russian).
11. Valyaev, B. M. (2006). Problema genezisa neftegazovyh mestorozhdenij: teoreticheskie aspekty i prakticheskaya znachimost'. *Genezis uglevodorodnyh flyuidov i mestorozhdenij*. Moscow, GEOS Publ., pp. 14-22. (In Russian).
12. Dmitrievskij, A. N., Shuster, V. L., Punanova, S. A., & Samojlova, A.V. (2012). Modeling of geological structure and mechanism of forming oil and gas pools in pre-jurassic deposits of West Siberia. *Georesursy. Geoenergetika. Geopolitika*, 2 (6). (In Russian). Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2021/38_2021.html
13. Popkov, V. I. (2006). Zhil'nye zalezhi uglevodorodov: usloviya formirovaniya i metodika poiskov i razvedki. *Genezis uglevodorodnyh flyuidov i mestorozhdenij*. Moscow, GEOS Publ., pp. 277-285. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Бембель Сергей Робертович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, bembel_gsr@mail.ru	Sergey R. Bembel, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, bembel_gsr@mail.ru
---	---

Бембель Роберт Михайлович,
доктор геолого-минералогических наук,
консультант кафедры прикладной гео-
физики, Тюменский индустриальный
университет, г. Тюмень,

Карпов Даниил Олегович, аспи-
рант кафедры геологии месторожде-
ний нефти и газа, Тюменский индус-
триальный университет, г. Тюмень

Robert M. Bembel, Doctor of Geol-
ogy and Mineralogy, Consultant at the De-
partment of applied Geophysics, Industrial
University of Tyumen,

Daniil O. Karpov, graduate student
at the Department of Geology of Oil and
Gas Fields, Industrial University of Tyu-
men

Статья поступила в редакцию 20.07.2024; одобрена после рецензирования
11.09.2024; принята к публикации 22.09.2024.

The article was submitted 20.07.2024; approved after reviewing 11.09.2024;
accepted for publication 22.09.2024.