

НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Оригинальная статья

УДК 553.98

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.04>

Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности отложений триаса в зоне сочленения Вилюйской синеклизы и Алданской антеклизы

М.М. Тахватулин^{1,2} ✉

1 – Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, Россия, 630091, Новосибирск, Красный пр-т, д. 67

2 – Новосибирский государственный университет, Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2

Аннотация. *Цель работы.* Уточнение геологического строения отложений триаса в зоне сочленения Вилюйской синеклизы и Алданской антеклизы и выделение перспективных с точки зрения нефтегазоносности зон и объектов исследуемых триасовых отложений. *Материалы и методы.* В исследовании были использованы ранее опубликованные литературные источники, данные каротажа глубоких скважин, стратиграфические разбивки, результаты опробований интервалов триасовых отложений в глубоких скважинах. Скважинные данные использовались для комплексного анализа новых материалов сейсморазведки, полученных в ходе сейсморазведочных работ за последние 10 лет. *Результаты.* Анализ описания керн и каротажных диаграмм позволил составить полное представление о литологическом составе отложений и обстановках формирования продуктивных свит триаса. Стратиграфические разбивки были привязаны в точках скважин к сейсмическим временным разрезам. На основе прослеженных сейсмических горизонтов построены структурные карты и карты толщин триасового комплекса. Оконтурированы зоны выклинивания недежлинской, мономской и таганджинской свит. По сейсмическим данным были выделены и протрассированы разрывные нарушения. При комплексном анализе всех полученных результатов в ходе интерпретации скважинных и сейсмических данных выделены перспективные нефтегазоносные зоны и объекты вблизи линий выклинивания. *Выводы.* Неджелинская свита распространена на значительно меньшей площади, чем остальные свиты триаса. Площади распространения таганджинской и мономской свит совпадают. В зоне выклинивания высока вероятность наличия песчаных отложений – потенциальных коллекторов, которые, сокращаясь в толщинах, формируют литологически ограниченные ловушки для углеводородов. В западной и северной частях исследуемой территории перспективы нефтегазоносности связаны с антиклинальными структурами, осложненными разрывными нарушениями. Контурные перспективных зон и объектов могут послужить для уточнения направления дальнейших геологических и геофизических исследований территории на нефтегазоносность.

✉ Тахватулин Матвей Михайлович, m.takhvatulin@ngs.ru

© Тахватулин М.М., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: Вилюйская синеклиза, Алданская антеклиза, триасовые отложения, неджелинская свита, таганджинская свита, мономская свита, перспективы нефтегазоносности, Республика Саха (Якутия)

Финансирование: источники финансирования отсутствовали.

Для цитирования: *Тахватулин М.М.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности отложений триаса в зоне сочленения Вилюйской синеклизы и Алданской антеклизы // Актуальные проблемы нефти и газа. 2025. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.04>

Введение

Вилюйская синеклиза – крупный геологический объект, который расположен в центральной части Якутии. Объектом исследования являются триасовые отложения Вилюйской синеклизы. Вблизи района исследования к этим отложениям приурочены промышленные залежи газа и газового конденсата. В центральных районах Якутии в последние десять лет проведены значительные объемы сейсморазведочных исследований. Интерпретация этих материалов вкупе со скважинными данными дает возможность уточнить геологическое строение и оценить перспективы нефтегазоносности территории. Промышленные залежи в исследуемых отложениях триаса открыты в пределах Хапчагайского мегавала – крупной положительной тектонической структуре в центральной части Вилюйской синеклизы. Учитывая наличие поблизости работающих газопроводов и развитой инфраструктуры, целесообразным является выделение новых перспективных объектов для дальнейших исследований. Наблюдается повышенный интерес компаний недропользователей к этой территории в последние годы (рис. 1).

В центральной части Вилюйской синеклизы залежи в триасовых отложениях приурочены к антиклинальным поднятиям. При этом многими исследователями перспективы бортовых частей синеклизы, в частности южного борта, граничащего

с Алданской антеклизой, связывались с зонами выклинивания продуктивных свит триаса. Высказывались предположения о возможном формировании неструктурных залежей в этих зонах сокращения толщин [1–3]. Линия выклинивания отложений триаса проводилась, основываясь на материалах немногочисленных скважин, и в меньшей степени на сейсмических данных, по причине их низкой информативности. Новые сейсмические данные лучшего качества позволяют достоверно определить области сокращения толщин, и выделить связанные с этими областями нефтегазоперспективные зоны. Кроме этого, с помощью комплексной интерпретации скважинной и сейсмической информации могут быть выделены антиклинальные поднятия на территории южного борта, которые по аналогии с уже открытыми залежами на Хапчагайском мегавалу могут являться структурными ловушками для газа и газового конденсата в породах триаса. Анализируя ранее опубликованную информацию [4–6], было сформулировано предположение, что формирование положительных структур может быть связано с реактивацией древних разломов, которые образовались в позднем девоне и были перекрыты пермскими и триасовыми отложениями. Интерпретация новых сейсмических разрезов может помочь подтвердить данную гипотезу.

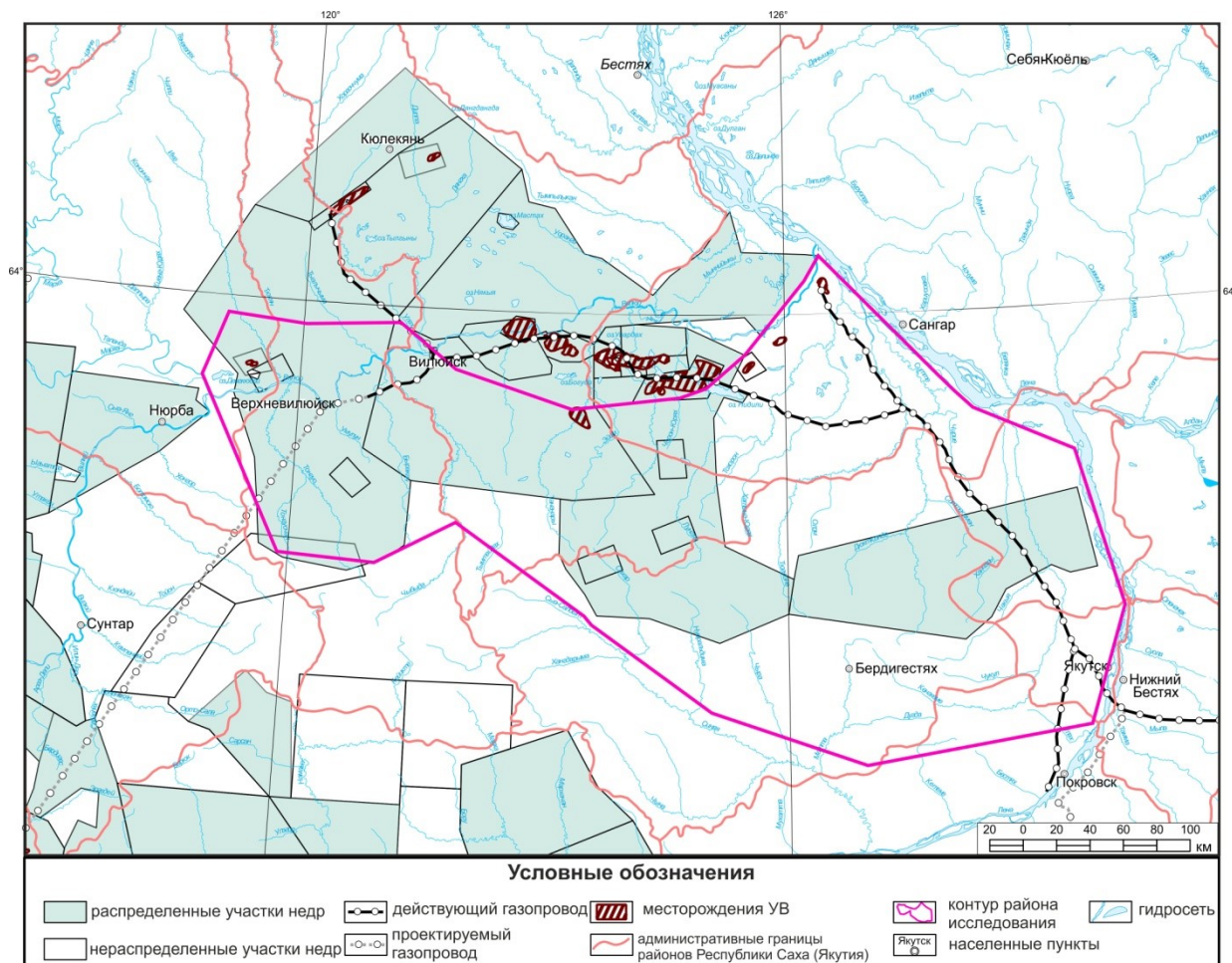


Рис. 1. Карта района исследования

Fig. 1. Map of the study area

Источник: по материалам АО «СНИИГиМС» на 01.10.2024

Source: based on SNIIGiMS data as of 1 October 2024

Целью работы является уточнение геологического строения отложений триаса в зоне сочленения Вилуйской синеклизы и Алданской антеклизы и выделение перспективных с точки зрения нефтегазоносности зон и объектов для исследуемых отложений. Выделяемые зоны и объекты, могут помочь в определении приоритетных направлений поиска новых залежей на данной территории.

История исследования триасовых отложений Вилуйской синеклизы

Первые сведения о нефти на территории Вилуйской синеклизы

датируются концом XV – началом XVI веков. Местными жителями были обнаружены выходы нефти на водоразделе между реками Вилуей и Ленуей, а также на притоках Вилуеи. На северо-западе встречались «горючие камни» и «дурно пахнущая жидкость». В начале XX века были проведены геологические исследования. На основе анализа геологического и тектонического строения Сибирской платформы были предложены наиболее перспективные для поисков углеводородов территории, среди которых находилась Вилуйская синеклиза.

В середине XX века были обоснованы перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений Предверхоанского прогиба и Виллойской синеклизы. В 60-е годы геолого-геофизические исследования выявили несколько положительных структур, на которых были пробурены поисковые и разведочные скважины [7].

Значительный вклад в изучение геологического строения Виллойской синеклизы внесли пробуренные Виллойская, Намская, Бахынайская опорные скважины, а также структурно-поисковая Якутская скважина. Первый приток газа с конденсатом был получен из скважины на Усть-Виллойской площади в 1956 г. Основные материалы по данным глубокого бурения были обобщены в 60-х годах прошлого века. Была подтверждена нефтегазоносность мезозойских отложений. Основные силы было решено направить на более глубокое изучение Предверхоанского прогиба и Виллойской синеклизы. В 1960 г. было открыто Собохаинское месторождение газа и газового конденсата. Бурение позволило выявить важные особенности строения зоны сочленения Виллойской синеклизы и Предверхоанского краевого прогиба. Было установлено сокращение толщин, исчезновение многолетнемерзлых пород в русле Лены, уплотнение пород, наличие разломов разных видов [7, 8].

Одно из важнейших достижений проведенных работ – открытие крупной структуры – Хапчагайского мегавала, который расположен в центре Виллойской синеклизы. Его значительные размеры, высокая амплитуда, наличие в его пределах антиклинальных структур позволили рекомендовать его для поисковых и разведочных работ. Были открыты крупные газовые и газоконденсатные месторождения – Средневиллойское, Бадаранское, Неджелинское, Толонское, Мастахское,

Нижневиллойское. Постепенно происходило расширение площади геологоразведочных работ, а также вовлечение в изучение новых стратиграфических горизонтов. В 1984–1986 гг. была пробурена самая глубокая на тот момент скважина в Сибири – Средневиллойская скважина № 27 глубиной 6519 м. Она вскрыла наиболее полный разрез отложений мела, юры, триаса и перми [8].

Промышленное освоение месторождений природного газа было начато с Усть-Виллойского месторождения в 1986 г. На базе этого месторождения был обустроен полноценный промысел и проложен магистральный газопровод длиной 292 км до города Якутска. Сформировавшийся Виллойский газовый комплекс включал в себя систему газопроводов, которые и по сей день обеспечивают газом районы центральной Якутии [8].

К концу 80-х годов активные геологоразведочные работы были закончены. К этому времени центральные районы синеклизы, где расположен Хапчагайский мегавал и большая часть месторождений, были детально изучены. В то же время, бортовые зоны оказались изучены в гораздо меньшей степени, а малое количество кондиционных данных не позволяло подтвердить перспективность территории. До середины 2010-х годов, региональные исследования не затрагивали Виллойскую синеклизу, после чего, начиная с 2013 г., были проведены значительные объемы геофизических исследований, в том числе наиболее важные с точки зрения уточнения геологического строения отложений сейсморазведочные работы. Нефтегазовые компании проявляют свою заинтересованность к участкам недр как в пределах уже хорошо изученных районов синеклизы, так и расположенных на южном борту в зоне сочленения с Алданской антеклизой.

На сегодняшний день на территории синеклизы пробурено 373 скважины. В пределах района исследования пробурено 102 скважины. Общая

протяженность сейсмических профилей, рассмотренных в работе, составляет 8300 км, плотность сейсморазведки – 0,087 км/км² (рис. 2).

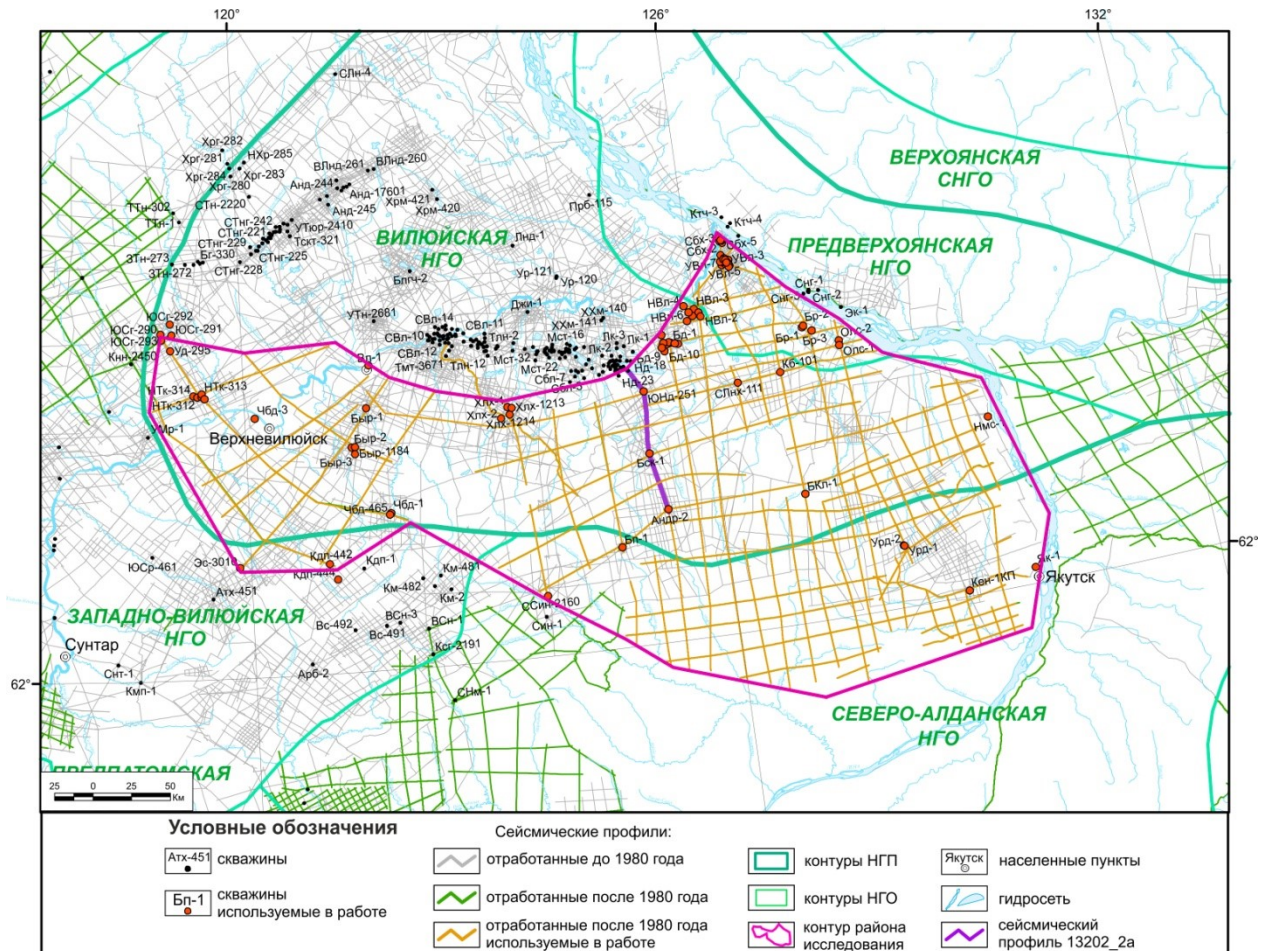


Рис. 2. Карта изученности бурением и сейсморазведкой зоны сочленения Вилюйской синеклизы и Алданской антеклизы

Fig. 2. Well and seismic study map of the Vilyui syncline and the Aldan anteclise junction zone

Источник: по материалам АО «СНИИГГиМС»

Source: based on SNIIGiMS data

Геологическое строение триасовых отложений

Стратиграфия и обстановки осадконакопления

Осадочный чехол Вилюйской синеклизы представлен отложениями рифейского, вендского, палеозойского, мезозойского, кайнозойского возраста,

залегающими на кристаллическом фундаменте. Максимальная толщина чехла в центральной части достигает 14 км и уменьшается в направлении ее бортов (западном, южном, северном). Фундамент представляет собой комбинацию интрузивных, эффузивных пород разной степени метаморфизма [7].

Отложения триаса с перерывом залегают на пермских.

Стратиграфия триаса восточных районов Сибирской платформы развивалась с середины прошлого века. В 1981 г. была сформирована стратиграфическая схема триасовых отложений. Позже данная схема и сопутствующее районирование были доработаны. В результате Вилюйская зона была разделена на несколько районов, различающихся по строению разреза [9]. Площадь исследования находится в пределах Средневилюйского района.

Разрез триаса представлен отложениями четырех свит, описанными ниже (снизу вверх) [9].

Неджелинская свита (индский ярус) представлена пестроцветными аргиллитами, алевролитами. Содержит прослой песчаников, туфоалевролитов, туфов. Встречаются пластовые тела эффузивов, в основном тяготеющие к северо-западной части синеклизы. Породы от зелено-серых до красновато-коричневых. Толщина меняется от 60 до 100 м [9].

Таганджинская свита (индский ярус) сложена песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов, местами конгломератами и брекчиями. Наблюдаются туфопесчаники, туфоалевролиты, туфы. Песчаники различной зернистости. Значительная толщина, при небольшом временном промежутке, указывает на большую скорость поступления и захоронения осадочного материала. Подтверждением этому служат и редкие органические остатки. Толщина до 500–600 м [3, 9].

Мономская свита относится к оленекскому ярусу. Состоит из пестроцветных аргиллитов со слоями алевролитов. Аргиллиты местами пятнистые с линзами песчаников, туфопесчаников. Встречаются

сколки вулканического стекла, базальтов. Толщина до 220 м [3, 9].

Тулурская свита (охватывает стратиграфический интервал от верхней части оленекского яруса до рэтского яруса) сложена разномерными песчаниками до гравелитов. Между песчаными слоями располагаются малые по толщине прослой алевролитов и аргиллитов. Встречаются брекчии, конкреции пирита и сидерита, остатки растений. Толщина достигает 730 м [3, 9].

На породы триаса со слабо-выраженным несогласием ложатся юрские отложения.

Одной из главных особенностей трех свит нижнего триаса – неджелинской, таганджинской и мономской – является наличие в их разрезах большого количества вулканогенно-осадочных пород, что отвечает общим палеообстановкам на границе пермской и триасовой систем, свойственным территории всей Сибирской платформы.

Большинство исследователей считают [3, 9], что в триасе основными источниками сноса терригенного материала являлись Анабаро-Оленекское поднятие, Анабарский свод и северный склон Алданской антеклизы. Состав обломков пород в терригенных отложениях указывает, что размывались породы гранитного ряда, а также метаморфические и эффузивные породы.

Исследователями [3] также установлено, что в триасовое время скорость седиментации на территории Вилюйской синеклизы была очень высокая. Об этом свидетельствуют значительные толщины нижнетриасовых отложений (800–1000 м), накопившихся за небольшой отрезок геологического времени. Все эти факторы обусловили сложное литологическое строение разреза и неоднородное распространение по площади осадочных тел.

Несмотря на большую скорость поступления материала, тот факт, что для всех четырех свит триаса имеется одна закономерность распределения толщин – сокращение в южном направлении к борту синеклизы – указывает на то, что поверхность бассейна прогибалась быстрее, чем материал успевал поступать, и погружалась стабильно на протяжении всего триасового периода.

Неджелинская и мономская свиты своим более глинистым составом демонстрируют, что в момент их накопления территория Вилульской синеклизы затапливалась за счет подъема уровня моря. Сохранение тренда сокращения толщин для более песчаных таганджинской и тулурской свит указывает на то, что изменения в литологическом составе в меньшей степени связаны с тектоническими процессами. В тектоническом плане территория стабильно погружалась, а литологические изменения связаны с колебаниями уровня моря и составом поступающего от источников сноса материалом.

Основываясь на исследованиях, выполненных ранее [3, 6, 9], анализе каротажа скважин в интервалах залегания свит нижнего триаса и распределения толщин по территории, можно сделать вывод, что наиболее вероятными факторами формирования отложений данных свит, были временные и постоянные потоки в прибрежно-морской обстановке.

Во время накопления осадков неджелинской свиты уровень моря был высоким, распределение тел песчаников в центральной части Вилульской синеклизы происходило незакономерно и контролировалось палеорельефом, с учетом резких границ палеобассейна и направления

переноса материала, наибольшее количество песчаных осадков могло накапливаться вдоль береговых линий, то есть вдоль бортов Вилульской синеклизы, которые за счет стабильного погружения наследуются в современном структурном плане. Вышесказанное справедливо и для мономской свиты, с поправкой на большее ее распространение по площади.

Разрез таганджинской свиты мало подвержен изменениям по площади (за исключением сокращения в объеме), вероятнее всего из-за того, что береговая линия за счет падения уровня моря смещена в восточном направлении. Песчаники значительных толщин и, вероятно, с высокими коллекторскими характеристиками распространены на всей территории Вилульской синеклизы.

Тектоника

Вилульская синеклиза – отрицательная структура осадочного чехла восточной окраины Сибирской платформы. Район работ располагается в пределах ее сочленения с положительной структурой – Алданской антеклизой, а также охватывает восточные окончания трех структур: Ыгыатинской и Кемпендяйской впадин и Сунтарского поднятия (рис. 3).

Интенсивная история тектонического развития территории проявляется в полном разрезе осадочного чехла, в котором, начиная с рифея, присутствуют породы каждой системы. Верхняя мантия в районе Вилульской синеклизы имеет сниженную относительно всей платформы плотность вещества. Это подтверждается результатами исследования гравитационных аномалий в пределах платформы [10]. Отмечается сниженная толщина консолидированной коры [11].

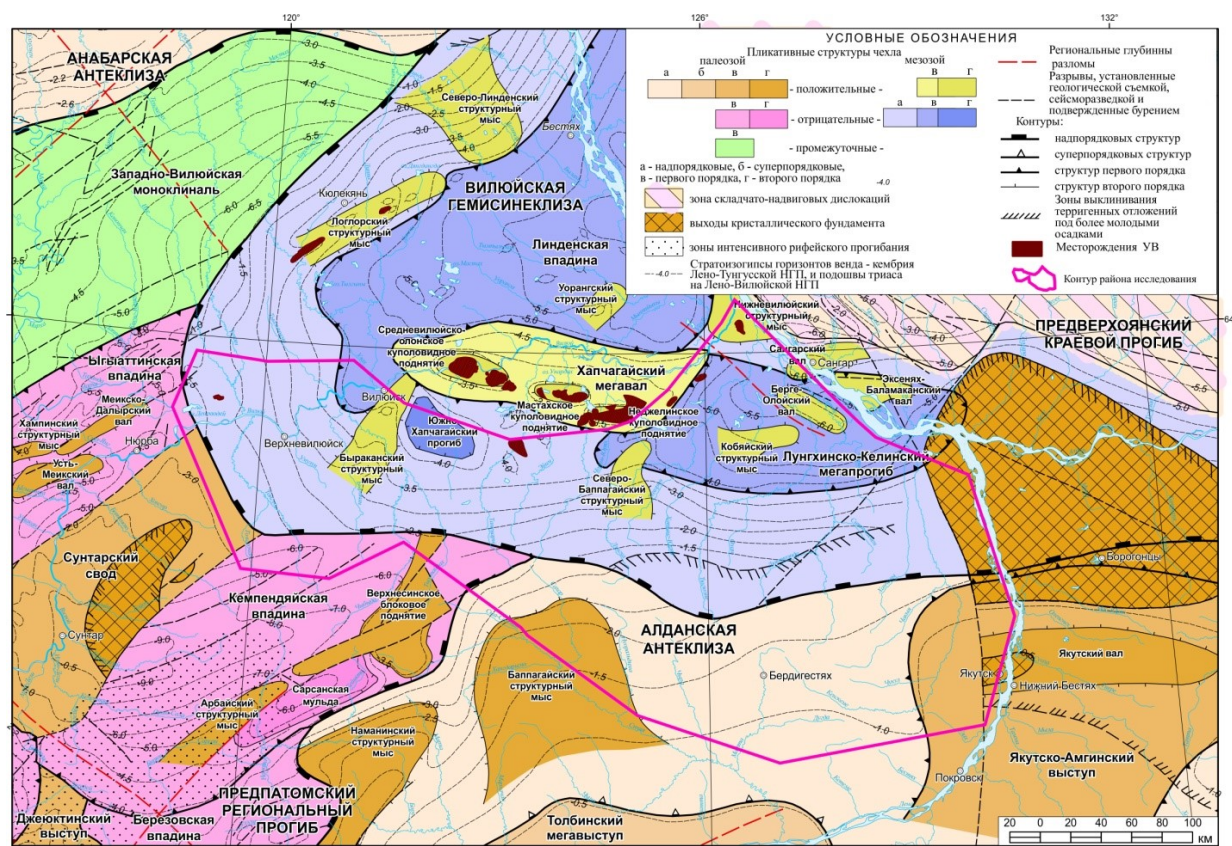


Рис. 3. Фрагмент тектонической карты нефтегазоносных провинций Сибирской платформы

Fig. 3. Fragment of tectonic map of the oil and gas provinces of the Siberian Platform

Источник: Тектоническая карта нефтегазоносных провинций Сибирской платформы.

Масштаб 1:5 000 000 / Под ред. В.С. Старосельцева. Новосибирск: СНИИГиМС, 2018

Source: Staroseltsev V.S., ed. *Tectonic Map of the Oil and Gas Provinces of the Siberian Platform*. Scale 1:5,000,000. Novosibirsk: SNIIGiMS, 2018. (In Russ.)

В позднем протерозое на месте Вилуйской синеклизы присутствовал прогиб, предположительно связанный с рифтовыми протерозойскими структурами. Контуры части структур уже были проявлены. Венд-силурийский комплекс отложений характеризуется наличием протяженного регионального прогиба. Прогиб оканчивался на северо-востоке Вилуйской впадиной, которая охватывала значительную часть восточной окраины Сибирской платформы [10]. В ходе исследований, проведенных в последние десятилетия XX века, в структуре фундамента под Вилуйской синеклизой выделяется Нюрбинский позднепротеро-

зойский складчатый пояс. Состав его по материалам керна скважин представлен метаморфическими породами, что обосновано керном, результатами аэромагнитных и палеомагнитных исследований. Отмечается и утонение коры в этом районе, что связывается с формированием пассивной континентальной окраины и рифтогенезом. На уровне отложений нижнего палеозоя выделяется зона прогибания с толщиной отложений до 5 км¹.

¹ Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 571 с.

Одним из важнейших моментов в тектоническом развитии Виллойской синеклизы является рифтогенез на уровне позднего девона. На этом этапе сформировались контуры Западно-Виллойских структур – Ыгыаттинская и Кемпендяйская впадины, Сунтарский свод. Образовались значительные системы разрывных нарушений, разделяющие данные структуры. История формирования рифтовой системы начинается со среднего девона. Основанием для этого заключения является факт отсутствия отложений среднего девона на большей части территории. Отложения раннего девона представлены карбонатно-глинистыми породами небольшой мощности. Предполагается, что в среднем девоне происходил общий подъем территории. Одновременно с этим формировались пояса даек и происходило внедрение пластовых интрузий. Позднее происходило излияние базальтов. Общий подъем подтверждается увеличением толщины базальтовых покровов в южном и северном направлениях. За счет образования разломов обособляется Кемпендяйская впадина. В пределах Кемпендяйской впадины проходила, как предполагается, ось рифта западной части. В восточной части рифтовая долина могла быть приурочена к Линденской впадине [4].

Активность разломных зон вероятно сохранялась, как минимум, до позднего карбона, так как разрывные нарушения секут все более ранние отложения. Амплитуды смещений по разломам изменяются в довольно широких пределах – от 25 м до 2,5 км. Большая часть определена как сбросы. Под пермско-мезозойским чехлом, в направлении Предверхоанского краевого прогиба, могут присутствовать захороненные поднятия, которые могли быть унаследованы в структурных планах пермских и мезозойских отложений [2, 4].

Преимущественно северо-восточное простирание разрывных нарушений и положительных структур, сохраняется в западной части Виллойской синеклизы. Однако в восточной части синеклизы, пограничной с Предверхоанским краевым прогибом, простирание как структурных элементов, так и разрывных нарушений сменяется на северо-западное.

Одним из вариантов объяснения причин формирования рифтовых структур, является предположение о вращении блоков фундамента восточной части Сибирской платформы [5].

В пермский и триасовый периоды Виллойская синеклиза оформилась в современных границах. Происходило стабильное погружение территории и заполнение поступающими осадками. С начала юры и мела весь регион претерпевал давление с востока, вызванное образованием на востоке Верхоянского складчатого пояса². Под давлением в западной части исследуемой территории разрывные нарушения девонского заложения могли претерпевать реактивацию и образовывать над собой антиклинальные структуры и более молодые сети разломов. Данный факт подтверждается материалами сейсморазведки.

Объяснения развития Виллойской синеклизы и смежных с ней западных структур подтверждаются как в ранних публикациях [1, 2], так и в новых [5, 12].

Нефтегазоносные комплексы

Район исследования располагается в юго-западной части Виллойской нефтегазоносной области, входящей в состав Лено-Виллойской нефтегазоносной провинции. Также, на юге, он захватывает северную часть Северо-Алданской нефтегазоносной области.

² Там же.

В осадочном чехле Вилуйской синеклизы выделяются три нефтегазоносных комплекса: верхнепермский-нижнетриасовый, нижнетриасовый, нижнеюрский. Под нефтегазоносным комплексом понимается комбинация из проницаемых пород (коллектора) и непроницаемых, перекрывающих или окружающих его, пород (флюидоупоров). Наибольшее количество запасов относится к залежам триаса [6, 8].

Верхнепермско-нижнетриасовый нефтегазоносный комплекс распространен на всей территории Вилуйской синеклизы. Коллектор представлен песчаными и алевролитовыми пластами тарагайской свиты верхней перми. Флюидоупором выступает неджелинская свита нижнего триаса. Ее толщина меняется от 60 до 80 м [6].

Интерес представляет важная с точки зрения нефтегазоносности особенность неджелинской свиты – наличие в ее разрезе изолированных песчаных линз, в которых севернее района исследования открыты газовые и газоконденсатные залежи. Таким образом, неджелинская свита может выступать как самостоятельный перспективный объект.

Нижнетриасовый нефтегазоносный комплекс распространен на всей территории Вилуйской синеклизы. Коллектор представлен песчаными пластами таганджинской свиты. Это мелко- и крупнозернистые песчаники, алевролиты, содержащие туфовое вещество. В песчаных пластах таганджинской свиты открыты залежи на всех месторождениях Хапчагайского мегавала. Флюидоупор – мономская свита, которая состоит из аргиллитов, мелкозернистых алевролитов. Осадки, связанные с вулканической деятельностью,

улучшают экранирующие свойства мономской свиты [3, 6, 8]. Как и в неджелинской, в мономской свите также присутствуют линзы песчаников, содержащие залежи углеводородов. Залежи в основном газоконденсатные.

Все свиты триаса сокращаются в толщинах в южном направлении. В первую очередь это связано с палеорельефом бассейна осадконакопления, что дает возможность предполагать литологическое замещение триасовых песчаных пластов на непроницаемые глинистые и алевролитовые разности в зонах выклинивания. Определенный вклад вносят и процессы эрозии, которым подвергались породы до начала отложения юрских осадков. Исходя из этого, в зонах выклинивания отложений триаса могут встречаться как литологически, так и стратиграфически ограниченные ловушки.

Источником углеводородов на исследуемой территории служат пермские отложения, которые содержат большое количество пластов угля и пластов с высоким содержанием смешанного органического вещества. Основными производимыми пермскими толщами углеводородами являются газ и газоконденсат [6, 13]. Наибольшего погружения пермские породы достигают в Лунгхинско-Келинском мегапрогибе и Южно-Хапчагайском прогибе, расположенных в северной части зоны сочленения Вилуйской синеклизы и Алданской антеклизы. В пределах этих погруженных участков происходило образование углеводородов в ходе преобразования органического вещества. Начало генерации по оценкам специалистов [14] приходится на ранний триас и продолжалось вплоть до юрского периода.

Методы исследования

Для выполнения исследования были использованы данные по 102 скважинам, в частности материалы каротажа, преимущественно радиоактивного и электрического, описание керн, результаты проведенных испытаний отложений триасового стратиграфического уровня и результаты сейсморазведочных работ 2D. Общая длина сейсмических профилей составила 8300 погонных километров, они покрывают исследуемую территорию равномерно (см. рис. 2).

С использованием данных ГИС и стратиграфических разбивок разрезов скважин выполнена межскважинная корреляция, построены корреляционные схемы. Триасовые отложения перекрываются юрскими, в подошве которых выделяются пачки высокорadioактивных аргиллитов, которые также отличаются высокими показаниями на кривых электрического каротажа. Ниже триасовых пород залегают пермские. Радиоактивность пермских пород в целом выше триасовых. Они содержат в своем разрезе угольные маркирующие пласты.

В процессе исследования была выполнена привязка стратиграфических границ к сейсмическим временным разрезам. В ходе привязки использовался акустический каротаж и данные вертикального сеймо-профилирования. Выделены основные отражающие сейсмические горизонты (ОГ):

- U – кровля юрских отложений;
- U₂ – кровля сунтарского флюидоупора;
- UT – кровля триасовых отложений;
- TP – кровля пермских отложений;
- P_bot – подошва пермских отложений, которая на юге сопоставляется

с кровлей кембрийских отложений, на западе – с границей пермских и девонских пород;

- F – поверхность фундамента.

Наиболее важными для характеристики геологического строения отложений триаса и оценки перспектив их нефтегазоносности являются отражающие горизонты UT и TP. Горизонт UT прослеживается по отрицательной фазе, в некоторых случаях он слабо выражен в волновом поле, что может быть связано с небольшой разницей в плотности между породами триаса и перекрывающими их юрскими отложениями. Горизонт TP приурочен к положительной фазе и ярко выражен на разрезах, в связи с чем прослеживается однозначно.

В ходе анализа сейсмических разрезов были выделены дизъюнктивные нарушения, которые были прослежены по площади. Смещения по разрывным нарушениям в большинстве случаев незначительные.

По результатам корреляции ОГ построены карты изохрон кровли и подошвы триаса. С помощью зависимостей время–глубина, получены структурные карты данных стратиграфических поверхностей. Они позволили получить карту общих толщин отложений триаса. Из нее с помощью линейных зависимостей рассчитаны отдельно карта толщин неджелинской свиты и совместная карта толщин таганджинской и мономской свит.

Основываясь на полученных наборах карт, построенных корреляционных схемах, сети разломов, а также с учетом опубликованных ранее материалов [15–17], были выделены перспективные зоны вблизи выклинивания триасовых отложений и объекты, связанные с антиклинальными структурами, схожими по строению с поднятиями Хапчагайского мегавала.

Результаты и обсуждение

На основе проведенной межскважинной корреляции подтверждено уменьшение толщин вплоть до полного отсутствия нефтегазоносных отложений в южном и юго-западном направлениях. При этом в разрезах сохраняются пласты песчаников-коллекторов, которые могут содержать залежи углеводородов (рис. 4).

Неджелинская свита выклинивается раньше остальных и, соответственно, распространена на меньшей территории.

Таганджинская и мономская свиты распространены более широко, и наиболее вероятно, их линии выклинивания будут совпадать. Большая по толщинам таганджинская свита сокращается в южном направлении значительно, в то время как мономская свита в том же направлении сокращается в меньшей степени.

При анализе дел скважин установлено, что при испытании продуктивных пластов триаса были получены притоки воды, газа или их смесь.

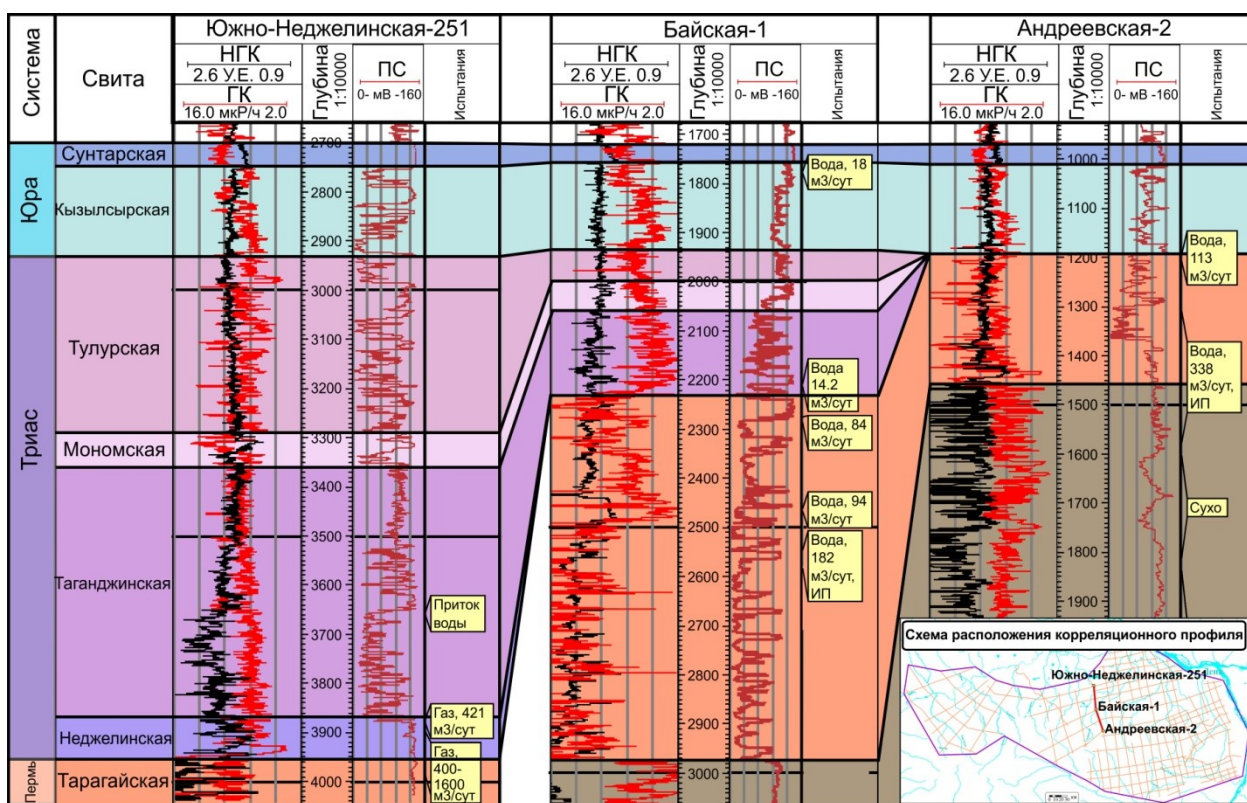


Рис. 4. Схема межскважинной корреляции триасовых отложений в зоне сочленения Вилуйской синеклизы и Алданской антеклизы

Fig. 4. Interwell correlation scheme of the Triassic deposits in the junction zone of the Vilyui syncline and the Aldan antecline

Проведенный анализ литературных источников [3, 6, 12], в которых описываются предполагаемые обстановки осадконакопления свит триаса и проведенная корреляция разрезов скважин позволили установить закономерности

распространения песчаных коллекторов. Для неджелинской и мономской свит с большой вероятностью в бортовых зонах Вилуйской синеклизы вблизи зон выклинивания предполагается наличие песчаных пропластков-коллекторов.

В отложениях таганджинской свиты песчаные пласты-коллекторы вскрыты на всей площади. Нефтегазоперспективные зоны на данной территории располагаются вблизи выклинивания нефтегазоносных свит нижнего триаса. Для формирования зон нефтегазонакопления вблизи выклинивания продуктивных пластов необходимы следующие условия – плавное воздымание структурного плана в направлении сокращения толщин и надежное перекрытие флюидоупорами сверху и снизу для обеспечения сохранности залежей. Свойства флюидоупоров мономской и неджелинской свит триаса ухудшаются в направлении бортовой части синеклизы. Однако за счет высокого содержания туфового материала в составе при небольших амплитудах ловушек и не слишком крутого падения подклинивающихся слоев им удастся удерживать углеводороды, что обеспечивает образование залежей. В подошвенной части перекрывающих триасовые отложения в зонах выклинивания отложениях нижней юры выделяются пачки аргиллитов. Их суммарная толщина достигает 12 м. Нижнеюрские аргиллиты могут выступать как флюидоупор для подклинивающихся пластов коллекторов триаса (рис. 4).

В данных нефтегазоперспективных зонах залежи могут быть приурочены к литологически и стратиграфически ограниченными ловушкам [18]. В случае с литологическим экранированием, песчаные проницаемые пласты будут ограничиваться замещением на глинистые и алевролитовые породы. Стратиграфическое ограничение возможно в зонах эрозии пород триаса, где они перекрываются юрскими отложениями. Структурный план играет

здесь второстепенную роль, по причине отсутствия амплитудных положительных структур. Зоны выклинивания располагаются на моноклинальных склонах синеклизы.

При выделении подобных зон, связанных с развитием неструктурных ловушек, сейсмические данные становятся необходимыми. Они позволяют установить наличие выклинивания отложений на временных разрезах и закартировать по площади [19]. На сейсмических разрезах, проинтерпретированных в данной работе, наблюдается картина выклинивания, схожая с полученным результатом на схеме корреляции по скважинам (рис. 5).

Для картирования зоны выклинивания по площади с использованием полученных при корреляции поверхностей кровли и подошвы отложений триаса была построена карта толщин отложений триаса.

Перспективно нефтегазоносные объекты отложений триаса в зоне сочленения Вилуйской синеклизы и Алданской антеклизы связаны с локальными антиклинальными поднятиями. В положительных структурах для накопления углеводородов наиболее важным фактором являются перекрывающие непроницаемые породы-покрышки. Наличие флюидоупоров и пластов коллекторов в триасе подтверждается анализом скважинной информации.

В западной части южного борта синеклизы положительные структуры формировались над разломами позднедевонского заложения, которые были реактивированы под действием формирования восточнее территории исследования Верхоянского складчатого пояса в позднеюрское, раннемеловое время.

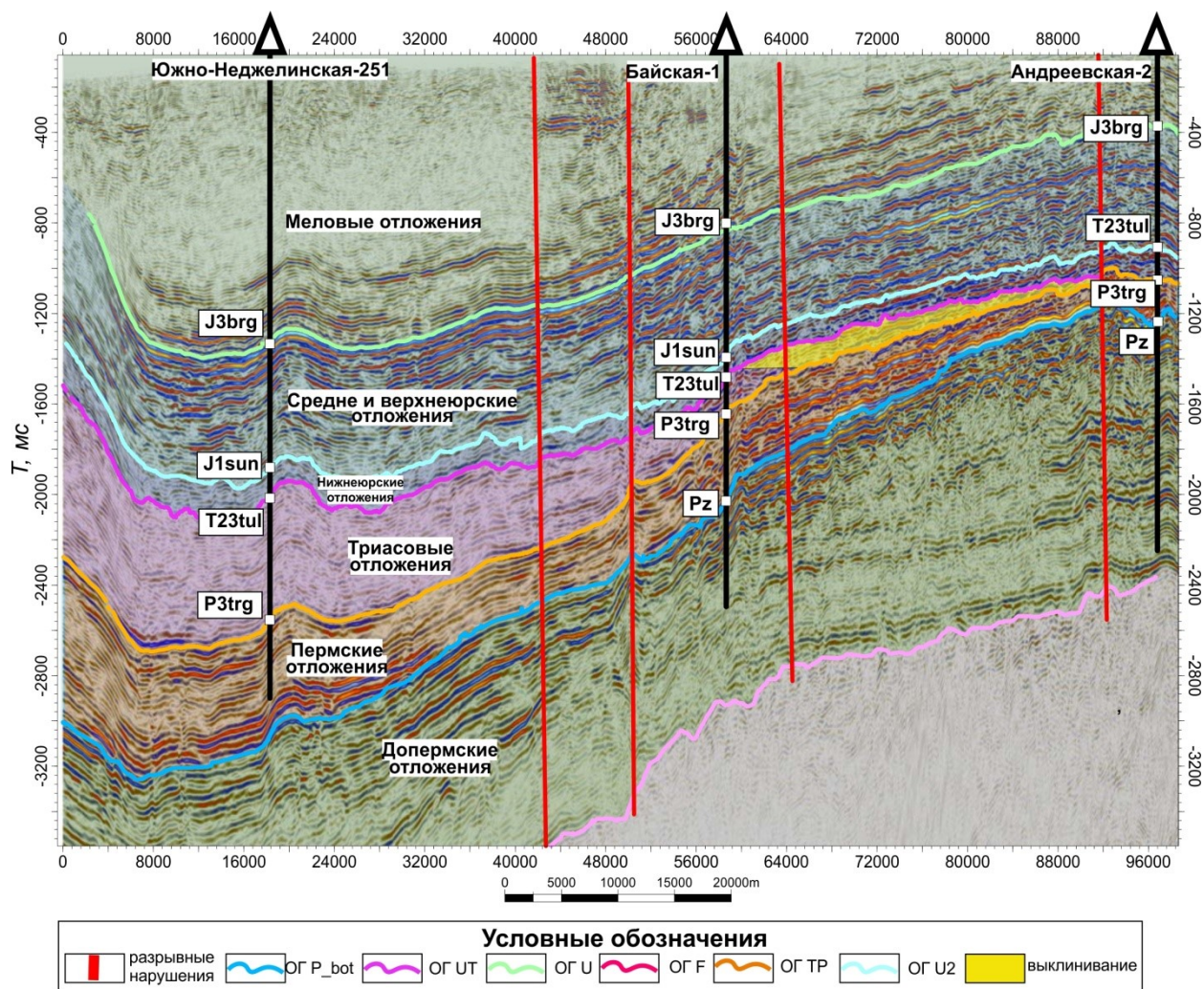


Рис. 5. Сейсмогеологический разрез по профилю 13202_2a с выделенным выклиниванием отложений триаса (положение профиля – см. рис. 2)

Fig. 5. Seismogeological section along survey 13202_2a with highlighted wedging-out of the Triassic deposits (for seismic survey position see Fig. 2)

На сейсмических временных разрезах в интервалах двух наиболее «глубоких» поверхностей P_bot и F разрывные нарушения выделяются по разрыву осей синфазности и снижению динамических характеристик. Разрывные нарушения пермского и более молодого возраста раскрываются чередой мелких дизъюнктивов. Примером образования положительной структуры над разломами древнего заложения является Нижне-тюбянское поднятие (рис. 6). В плане нарушения имеют северо-восточное простираие, унаследованное от структур

позднедевонского рифтогенеза. Мелкие и хаотично распространенные разломы верхней части разреза по региональной сетке профилей проследить не представляется возможным.

Форма и характер смещений блоков пород по разломам (преимущественно сбросы и сдвиги) подтверждают их связь с процессами рифтогенеза. Вынесенные на карту перспективных объектов разрывные нарушения на деле отражают линейные области формирования череды разломов более мелкого порядка в триасовых отложениях.

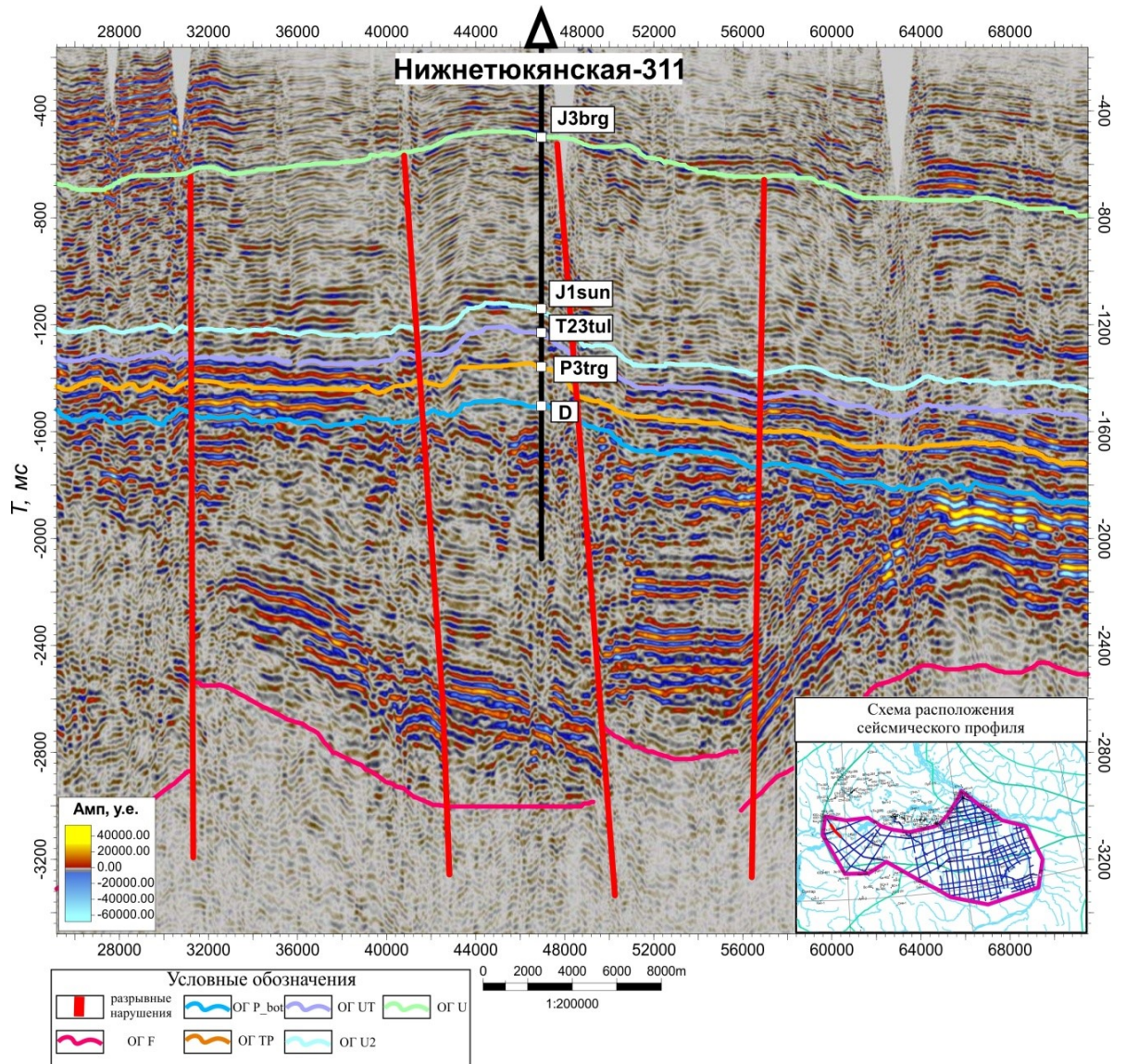


Рис. 6. Фрагмент временного сейсмического разреза 160812 с разрывными нарушениями и положительной структурой

Fig. 6. Fragment of seismic time section 160812 with faults and positive structure

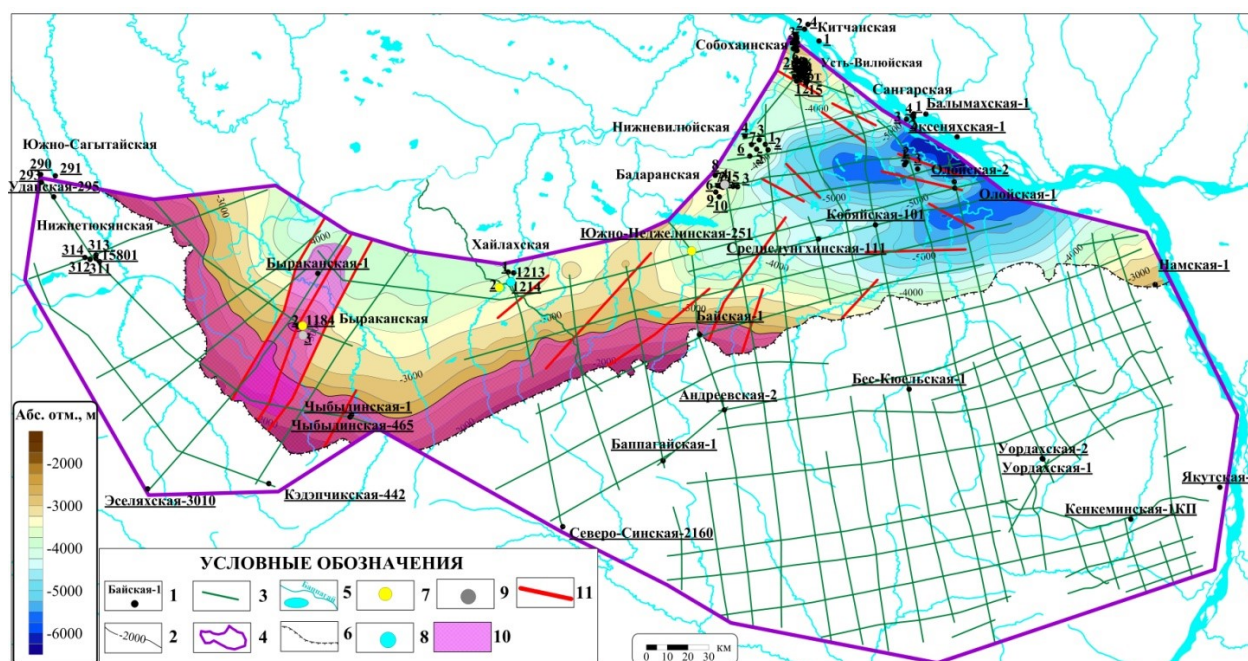
В восточной части перспективные положительные структуры расположены в контуре Лунгинско-Келинского мегапрогиба. В отличие от положительных структур на западе они имеют бескорневую природу, что подтверждается сейсмическими исследованиями [20]. Данные структуры валообразного типа преимущественно северо-западного простирания образовались под действием складчатых процессов вдоль окраины Сибирской платформы в позднеюрскую-раннемеловую эпохи.

Все положительные структуры, выделяемые как перспективные объекты, осложнены разрывными нарушениями. По сейсмическим разрезам смещение по разломам незначительное, влияние на прогнозируемые ловушки по имеющейся информации достоверно определить затруднительно. На подобных структурах Западной Сибири разломы являются либо экранами для залежей, либо путями миграции и фактором разрушения залежей [21].

Нефтегазоперспективные зоны и объекты были выделены для недежлинской свиты, (имеются песчаные линзы с доказанной нефтегазоносностью), и для нижнетриасового нефтегазоносного комплекса, состоящего из таганджинской и мономской свит.

Недежлинская свита распространена менее чем на половине площади исследования. В восточной части граница выклинивания проходит в районе борта Лунгхинско-Келинского мегапрогиба. В этом случае кровля недежлинской свиты воздымается с градиентом 65 м на километр. При таком градиенте подъема и с учетом аномально высоких пластовых давлений в песчаных линзах недежлинской свиты на месторождениях Хапчагайского мегавала [6] маловероятно образование неантикли-

нальных залежей, так под действием давления углеводороды перемещаются вверх по разрезу. В центральной и западной частях южного борта Вилюйской синеклизы поверхность кровли свиты воздымается плавно, с градиентом 25–30 метров на километр. Выделяется перспективная зона вдоль линии выклинивания, которой она оконтуривается с внешней стороны, а с внутренней – изогипсой -2600 м. Изогипса подобрана, исходя из представлений о наличии песчаных линз в разрезе свиты вблизи линии выклинивания. В западной части выделяются две протяженные вдоль разрывных нарушений зоны, связываемые с положительными структурами, которые нет возможности более детально закартировать при данной плотности сейсморазведки (рис. 7).



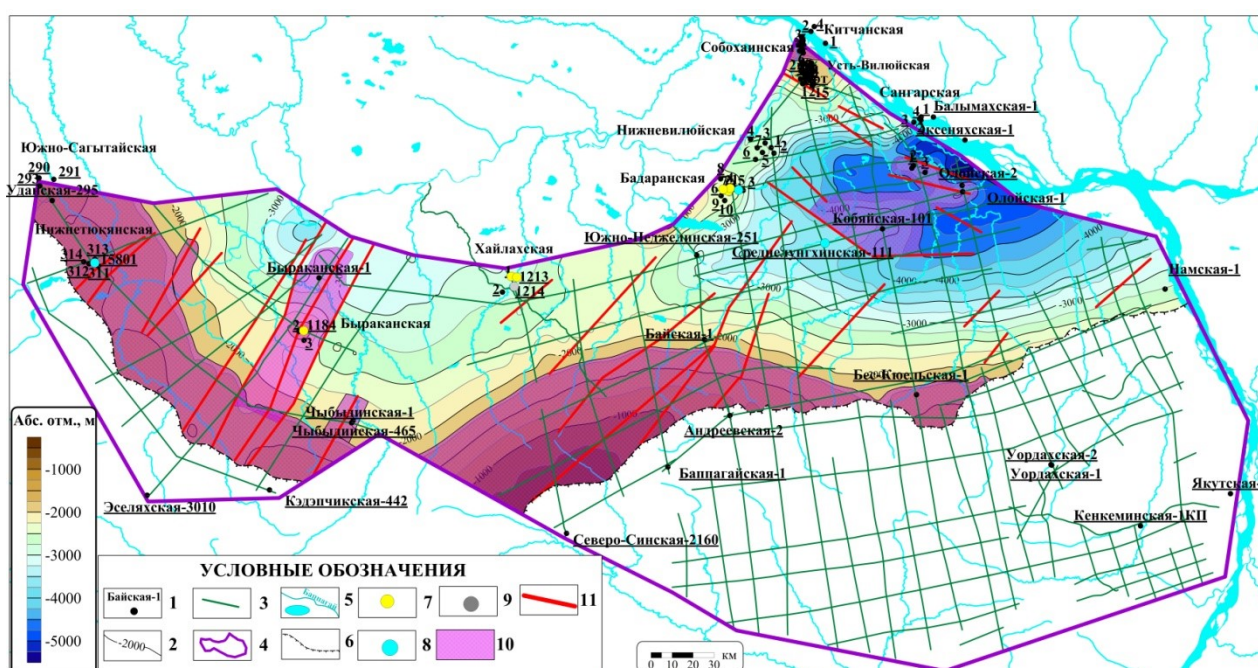
1 – скважины глубокого бурения; 2 – изогипсы; 3 – сейсмические профили; 4 – контур района работ; 5 – гидросеть; 6 – линия выклинивания недежлинской свиты; 7 – скважины с притоком газа; 8 – скважины с притоком воды; 9 – сухие скважины; 10 – перспективные зоны; 11 – разломы

Рис. 7. Карта перспективных зон нефтегазоносности недежлинской свиты триаса

Fig. 7. Map of zones with high oil and gas potential for the Triassic Nedzheli Formation

Таганджинская и мономская свиты распространены значительно шире. Принцип выделения перспективных зон тот же, что применялся к неджелинской свите. Зону, связанную с сокращением толщин, с одной стороны ограничивает линия выклинивания свит, а с другой – изогипса -1800 м. Одна достаточно широкая зона выделяется в западной части, другая – в центральной, в восточной части – лишь небольшая зона вблизи глубокой скважины Бес-Кюельской-1.

В центральной части зона охватывает достаточно ярко выраженное поднятие, севернее глубокой скважины Северо-Синской-2160. Также выделяется серия перспективных объектов, связанных с поднятиями (рис. 8). Толщины свит в выделенной перспективной зоне выклинивания достигают суммарно 200 м. Перспективные положительные структуры ограничивались замкнутыми изогипсами и линиями разломов.



1 – скважины глубокого бурения; 2 – изогипсы; 3 – сейсмические профили; 4 – контур района работ; 5 – гидросеть; 6 – линия выклинивания таганджинской и мономской свит; 7 – скважины с притоком газа; 8 – скважины с притоком воды; 9 – сухие скважины; 10 – перспективные зоны; 11 – разломы

Рис. 8. Карта перспективных зон нижнетриасового нефтегазоносного комплекса

Fig. 8. Map of zones with high oil and gas potential for the Lower Triassic petroleum complex

Заключение

В ходе исследования проанализировано геологическое строение триасовых отложений зоны сочленения Виллойской синеклизы и Алданской антеклизы. Для трех свит нижнего триаса нефтегазоносность в пределах Виллойской

синеклизы подтверждена наличием месторождений газа и газоконденсата. С точки зрения перспектив нефтегазоносности данные отложения являются высокоперспективными. В разрезах имеются песчаники – коллекторы высокого качества.

Неджелинская и мономская свиты, которые являются региональными флюидоупорами, помимо этого содержат и линзы песчаников, которые также могут выступать как коллекторы. Данный факт дает возможность рассматривать эти свиты как отдельные объекты для прогноза нефтегазоносности.

По материалам скважин подтверждено выклинивание триасовых отложений в пределах зоны сочленения Вилюйской синеклизы и Алданской антеклизы. Интерпретация сейсмических данных позволила закартировать зоны выклинивания нефтегазоносных свит триаса по площади.

Первый тип нефтегазоперспективных зон выделяется вблизи линий выклинивания свит триаса, где могут формироваться литологически и стратиграфически ограниченные ловушки. В разрезах неджелинской и мономской свит в этих зонах предполагается увеличение количества песчаных пропластков, за счет близости к границам палеобассейна осадконакопления.

Перспективные объекты второго типа связаны с антиклинальными поднятиями, так как именно к ним приурочены открытые в пределах Вилюйской нефтегазоносной области залежи в отложениях нижнего триаса. В западной части южного борта Вилюйской синеклизы, антиклинальные структуры формируются над разломами, которые были образованы в ходе

позднедевонского рифтогенеза. Данные разломы, претерпели реактивацию в связи с формированием вдоль восточной окраины Сибирской платформы Верхоянского складчатого пояса на рубеже юрского и мелового периодов, и позже в раннемеловую эпоху образования Предверхоянского прогиба. Данные процессы послужили и причиной образования вытянутых положительных структур в восточной части исследуемой территории. Все образованные структуры осложнены разрывными нарушениями, секущими пермские, триасовые и юрские отложения. Определить, какое – положительное или отрицательное – влияние на сохранность залежей оказали дизъюнктивы, по имеющимся данным не представляется возможным.

Выделенные перспективные зоны и объекты указывают направления для проведения дальнейших геологоразведочных и исследовательских работ на отложения нижнего триаса. Повышение плотности сейсмических профилей или бурение глубокой скважины в районе сокращения толщин отложений триаса позволят получить более детальное представление о строении выклинивающихся отложений. Учитывая повышающийся к восточным районам Сибирской платформы, триасовые отложения Вилюйской синеклизы с доказанной газоносностью могут являться хорошим фундаментом для составления программы будущих исследований.

Вклад автора

М.М. Тахватулин – концепция, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка и редактирование текста.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список источников

1. Лено-Виллюйская нефтегазоносная провинция: Сб. статей / Отв. ред. Г.С. Фрадкин. М.: Наука, 1969. 283 с.
2. Фрадкин Г.С., Болдырев М.В., Гайдук В.В. и др. Тектоническое положение и природа Виллюйской синеклизы // Геология и геофизика. 1984. Т. 25, № 1. С. 38–50.
3. Казаков А.М. Фациально-генетическая модель и литостратиграфия нижнетриасовых отложений Виллюйской синеклизы и Западного Верхоянья // Верхний палеозой и триас Сибири: Сб. научных трудов. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. С. 49–56. (Труды института геологии и геофизики. Вып. 732).
4. Гайдук В.В. Виллюйская среднепалеозойская рифтовая система. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. 128 с.
5. Мигурский А.В. Геодинамика юга Сибирской платформы и нефтегазоносность // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2019. № 2(38). С. 35–50. <https://doi.org/10.20403/2078-0575-2019-2-35-50>
6. История нефтегазообразования и нефтегазонакопления на востоке Сибирской платформы: Сб. статей / Под ред. Н.В. Черского. М.: Наука, 1986. 167 с.
7. Геология нефти и газа Сибирской платформы: Сб. статей / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. М.: Недра, 1981. 552 с.
8. Конторович А.Э., Гребенюк В.В., Фрадкин Г.С. и др. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири: В 8 вып. Вып. 4. Лено-Виллюйский бассейн. Новосибирск: ОИГГМ, СНИИГГиМС, 1994. 108 с.
9. Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири: В 9 кн. Кн. 6. Триасовая система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. 322 с.
10. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры нефтегазоносных провинций Сибирской платформы / Под ред. В.С. Суркова. М.: Недра, 1987. 204 с. (Труды Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья).
11. Башарин А.К., Фрадкин Г.С. Лено-Виллюйский нефтегазоносный бассейн: строение и тектоническая эволюция // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 1. С. 22–33.
12. Фролов С.В., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. и др. Особенности строения, осадочные комплексы и углеводородные системы Лено-Виллюйского нефтегазоносного бассейна // Георесурсы. 2019. Т. 21, № 2. С. 13–30. <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.13-30>
13. Федорович М.О., Космачева А.Ю., Поспеева Н.В. Одномерное моделирование нефтегазоносных систем (бассейновое моделирование) в разрезе скважины Толонского месторождения Республики Саха (Якутия) // Нефтяное хозяйство. 2020. № 5. С. 31–35. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2020-5-31-35>
14. Федорович М.О., Космачева А.Ю. Прогноз нефтегазоносности Виллюйской гемисинеклизы на базе интерпретации геолого-геофизических материалов и технологии бассейнового моделирования (Республика Саха (Якутия)) // Георесурсы. 2023. Т. 25, № 1. С. 81–94. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.1.9>

15. *Ситников В.С., Прищепина О.М., Кушмар И.А., Погодаев А.В.* Перспективы нефтеносности южной части Вилюйской синеклизы // Разведка и охрана недр. 2014. № 7. С. 22–28.
16. *Ситников В.С., Кушмар И.А., Прищепина О.М., Погодаев А.В.* О возможном открытии на юге Вилюйской синеклизы нового нефтеносного района (Сибирская платформа) // Геология нефти и газа. 2013. № 4. С. 2–12.
17. *Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А.* и др. Новейший прогноз и актуализация освоения нефтегазовых объектов Вилюйской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т. 12, № 1. С. 10. https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017
18. *Пуланова С.А.* Актуальность картирования неантиклинальных ловушек и особенности их классификаций // Актуальные проблемы нефти и газа. 2020. Вып. 3(30). С. 13–25. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2020-30.art2>
19. *Шустер В.Л.* Проблемы выявления неантиклинальных ловушек углеводородов и подходы к их решению // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 4(27). С. 12. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art12>
20. *Сафронов А.Ф., Берзин А.Г., Фрадкин Г.С.* Тектоническая природа локальных поднятий Вилюйской синеклизы // Геология нефти и газа. 2003. № 4. С. 20–28.
21. *Жилина И.В., Кузнецов Р.О.* Нефтегазоносность верхнеюрских и меловых отложений Западной Сибири и дизъюнктивная тектоника // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 4(39). С. 58–67. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art5>

Информация об авторе

Матвей Михайлович Тихватулин – научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия; аспирант, Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия; SPIN-код: 3494-8646, <https://orcid.org/0009-0002-9866-2493>; e-mail: m.takhvatulin@g.nsu.ru

Поступила в редакцию 14.11.2024

Принята к публикации 17.03.2025

NEW METHODS AND TECHNOLOGIES OF STUDYING THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF OIL AND GAS BASINS

Original article

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.04>

Geological structure and oil and gas potential of the Triassic deposits in the junction zone of the Vilyui syncline and the Aldan antecline

Matvey M. Takhvatulin^{1,2} ✉

1 – Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 67 Krasny Ave., Novosibirsk, 630091, Russia

2 – Novosibirsk State University, 2 Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russia

Abstract. *Objective.* To clarify the geological structure of the Triassic deposits in the junction zone of the Vilyui syncline and the Aldan antecline and to identify promising zones and objects for the studied Triassic deposits in terms of oil and gas potential. *Materials and methods.* The study used previously published sources, deep well logging data, adjusted stratigraphic breakdowns and the results of testing the intervals of the Triassic deposits in deep wells. The well data were used for a comprehensive analysis of new seismic exploration data obtained during seismic exploration work over the past 10 years. *Results.* Analysis of core description data and well logging records allowed us to describe the lithological structure of the productive Triassic deposits and assume the sediment formation environments. Adjusted stratigraphic breakdowns were tied to seismic time sections at well points. Reflecting seismic horizons were correlated with stratigraphic boundaries. Structural surfaces and thickness maps of the Triassic complex were constructed based on the seismically traced horizons. Wedging-out zones of the Nedzheli, Tagandzha and Monom formations were outlined. Faults were identified and traced using seismic data. A comprehensive analysis of all well and seismic data, obtained during interpretation, identified promising oil and gas zones and objects near the wedging-out lines. *Conclusions.* The Nedzheli Formation is distributed over a significantly smaller area than other Triassic formations. The areas of distribution of the Tagandzha and Monom formations coincide. In the pinch-out zone, there is a high probability of sand deposits that can serve as hydrocarbon reservoirs. The wedging-out zone is highly likely to contain sand deposits, which are potential reservoirs that, by decreasing thickness, form lithologically limited traps for hydrocarbons. In the western and northern parts of the study area, the oil and gas potential is associated with anticlinal structures complicated by faults. The contours of promising zones and objects can serve to clarify the direction of further geological and geophysical studies of the territory for oil and gas potential.

Keywords: Vilyui syncline, Aldan antecline, Triassic deposits, Nedzheli Formation, Tagandzha Formation, Monom Formation, oil and gas potential, Sakha Republic (Yakutia)

Funding: the work received no funding.

✉ Matvey M. Takhvatulin, m.takhvatulin@g.nsu.ru

© Takhvatulin M.M., 2025



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

For citation: Takhvatulin M.M. Geological structure and oil and gas potential of the Triassic deposits in the junction zone of the Vilyui syncline and the Aldan anticline. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2025. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2025.04>

Author contributions

Matvey M. Takhvatulin – idea, data collection, data analysis and interpretation, text preparation and editing.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests.

References

1. Fradkin G.S., ed. *Lena-Vilyui Oil and Gas Province*. Moscow: Nauka, 1969. 283 p. (In Russ.).
2. Fradkin G.S., Boldyrev M.V., Gayduk V.V. et al. Tectonic setting and nature of the Vilyui syncline. *Geologiya i geofizika*. 1984. Vol. 25, No. 1. P. 38–50. (In Russ.).
3. Kazakov A.M. Facies-genetic model and lithostratigraphy of Lower Triassic deposits of the Vilyui syncline and Western Verkhoyansk. In: Dagit A.S., Dubatolov V.N., eds. *The Upper Palaeozoic and Triassic of Siberia: Collected Papers*. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 1989. P. 49–56. (Transactions of the Institute of Geology and Geophysics. Vol. 732). (In Russ.).
4. Gayduk V.V. *Vilyui Middle Paleozoic Rift System*. Yakutsk: Yakutsk Branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1988. 128 p. (In Russ.).
5. Migurskiy A.V. Geodynamics of the south of the Siberian platform and oil-and-gas potential. *Geology and Mineral Resources of Siberia*. 2019. No. 2(38). P. 35–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.20403/2078-0575-2019-2-35-50>
6. Cherskiy N.V., ed. *History of Oil and Gas Formation and Oil and Gas Accumulation in the East of the Siberian Platform: Collected Papers*. Moscow: Nauka, 1986. 167 p. (In Russ.).
7. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Trofimuk A.A., eds. *Geology of Oil and Gas of the Siberian Platform: Collected Papers*. Moscow: Nedra, 1981. 552 p. (In Russ.).
8. Kontorovich A.E., Grebenyuk V.V., Fradkin G.S. et al., eds. *Oil and Gas Basins and Regions of Siberia*. Vol. 4. *Lena-Vilyuisky Basin*. Novosibirsk: OIGGM, SNIIGGiMS, 1994. 108 p. (In Russ.).
9. Kazakov A.M., Konstantinov A.G., Kurushin N.I. et al. *Stratigraphy of Oil and Gas Basins in Siberia*. Book 6. *Triassic System*. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, GEO Branch, 2002. 322 p. (In Russ.).
10. Surkov V.S., ed. *Mega-Complexes and Deep Structure of the Earth's Crust of Oil and Gas Provinces of the Siberian Platform*. Moscow: Nedra, 1987. 204 p. (Transactions of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources). (In Russ.).
11. Basharin A.K., Fradkin G.S. Leno-Vilyui oil and gas basin: structure and tectonic evolution. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*. 2005. No. 1. P. 22–33. (In Russ.).
12. Frolov S.V., Karnyushina E.E., Korobova N.I. et al. Features of the structure, sedimentary complexes and hydrocarbon systems of the Leno-Vilyui oil and gas basin. *Georesursy*. 2019. Vol. 21, No. 2. P. 13–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.13-30>

13. Fedorovich M.O., Kosmacheva A.Yu., Pospeeva N.V. One-dimensional petroleum system modeling (basin modeling) in a well section of Tolonskoye field in the Republic of Sakha (Yakutia). *Neftyanoe khozyaystvo – Oil Industry*. 2020. No. 5. P. 31–35. (In Russ.). <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2020-5-31-35>
14. Fedorovich M.O., Kosmacheva A.Yu. Prediction of oil and gas occurrence in the Vilyui hemisineclise according to interpretation of geological and geophysical data and basin modeling (Republic of Sakha (Yakutia)). *Georesursy*. 2023. Vol. 25, No. 1. P. 81–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.18599/grs.2023.1.9>
15. Sitnikov V.S., Prishchepa O.M., Kushmar I.A., Pogodaev A.V. Petroleum potential prospects of southern part of Vilyusky syneclise. *Razvedka i okhrana nedr*. 2014. No. 7. P. 22–28. (In Russ.).
16. Sitnikov V.S., Kushmar I.A., Prishchepa O.M., Pogodaev A.V. On the possible discovery of new oil-bearing region in the south of the Vilyui syneclise (Siberian platform). *Geologiya nefi i gaza*. 2013. No. 4. P. 2–12. (In Russ.).
17. Sitnikov V.S., Alekseev N.N., Pavlova K.A. et al. Newest forecast and development updating of Vilyuiskaya syncline petroleum objects. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2017. Vol. 12, No. 1. P. 10. (In Russ.). https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017
18. Punanova S.A. The relevance of mapping non-anticlinal traps and features of their classifications. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2020. No. 3(30). P. 13–25. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2020-30.art2>
19. Shuster V.L. The problems of identification of non-anticlinal hydrocarbon traps and approaches to their solution. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2019. No. 4(27). P. 12. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art12>
20. Safronov A.F., Bersin A.G., Fradkin G.S. Tectonic nature of local uplifts of Vilyuy syneclise. *Geologiya nefi i gaza*. 2003. No. 4. P. 20–28. (In Russ.).
21. Zhilina I.V., Kuznetsov R.O. Oil and gas content of the Upper Jurassic and Cretaceous deposits of Western Siberia and fault tectonics. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2022. No. 4(39). P. 58–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art5>

Information about the author

Matvey M. Takhvatulin – Researcher, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia; Postgraduate, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-9866-2493>; e-mail: m.takhvatulin@g.nsu.ru

Received 14 November 2024

Accepted 17 March 2025