

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 02.07.2024 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

EDN: ADAELM

УДК 551.242.51:553.98

Жарков А.М., Песков Д.В., Мартынов А.В.

Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия, Zharkov_AM@pers.spmi.ru

КРАЕВЫЕ СИСТЕМЫ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ - ОСНОВНЫЕ ЦЕНТРЫ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Краевые части древних платформ характеризуются повышенными мощностями осадочных отложений. Толщина осадочного чехла варьирует от 1-2 км до 5-8 км. Открытия последних десятилетий доказывают большой нефтегазовый потенциал краевых частей древних платформ, нефтегазоносность которых известна в широком стратиграфическом интервале. В общем виде выделяется два типа краевых систем: активная и пассивная. Наиболее длительный этап формирования краевых систем приходится на пассивную стадию, в условиях которой накапливается большой объем органического и каменного материала. Важным фактором при оценке нефтегазоносности краевых систем выступает время контакта, что может приводить к разрушению сформированных углеводородных систем. Представлена латеральная модель строения осадочного чехла краевых систем.

Ключевые слова: осадочный чехол, краевая система древней платформы, генерация углеводородов, нефтегазоносность краевой системы платформы.

Для цитирования: Жарков А.М., Песков Д.В., Мартынов А.В. Краевые системы древних платформ - основные центры генерации углеводородов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №3. - https://www.ngtp.ru/rub/2024/25_2024.html EDN: ADAELM

В результате планомерного истощения традиционных месторождений углеводородов (УВ) [Sorrell et al., 2010; Bentley, 2002] и роста потребления энергоносителей [Litvinenko, 2020] стоит необходимость восполнения ресурсов нефти и газа [Якуцени и др., 2009]. Возможность открытия скоплений УВ связана в том числе с краевыми системами, на долю которых приходится большая часть доказанных запасов древних платформ [Арчegov, 2012].

С нефтегазоносностью краевых систем связаны месторождения крупнейших нефтегазоносных бассейнов мира: Ориноко [Chen et al., 2018], Атабаска [Benyon et al., 2016], Персидский залив [Pirouz et al., 2011] и др. Наиболее значимые открытия краевых систем на территории России выявлены в пределах южной части Сибирской платформы (Ярактинское, Дулисьминское, Верхнечонское месторождения УВ [Мельников и др., 2011]). В пределах Восточно-Европейской платформы часть исследователей связывает формирование гигантского Ромашкинского месторождения Волго-Уральской краевой системы с миграцией УВ из пород рифейского возраста [Соборнов, 2023]. Существуют перспективы открытия крупных месторождений УВ в пределах Верхоянской [Мигурский, Якупова, 2017] и

Анабаро-Ленской [Еремин, Шабалин, 2017] краевых систем. Приведённые обстоятельства позволяют считать, что изучение строения краевых систем весьма актуально и имеет большое практическое значение.

Строение отдельных фрагментов и нефтегазоносность краевых систем анализировались многочисленными исследователями. Авторами предпринята попытка рассмотреть этот объект комплексно. Активное изучение краевых систем началось в середине прошлого столетия. Большой вклад в изучение внесли выдающиеся ученые геологи - Н.С. Шатский, А.Д. Архангельский, Ю.М. Пушаровский, В.В. Белоусов [Крылов, 2010; Данилов, 2010]. Подавляющая часть статей затрагивает краевые прогибы [Арчegov, 2012; Соборнов, 2023; Крылов, 2010; Данилов, 2010] и входящие в их состав предгорные бассейны [Sinclair, 1997; DeCelles, Giles, 1996; Paul, 1988; Beaumont, 1981] или рассматривается с позиции протекающих тектонических процессов [DeCelles 2011; Naylor, Sinclair, 2008; Bradley 2008].

Строение осадочного чехла древних платформ

Древние платформы в результате многократных этапов развития осадочного чехла, завершающихся кристаллизацией отложений, сформировали массивный гранитно-гнейсовый фундамент толщиной 15-20 км.

Отложения краевых систем формируются по контуру древних платформ за счет сноса осадков при денудации центрального поля. Под центральным полем древних платформ понимается относительно выровненная поверхность кристаллического цоколя, отвечающая площади платформы, обычно показываемой на тектонических картах и ограниченной наклонным, под углами до 30-40 градусов, склоном, простирающимся до кровли подстилающих базальтов.

Осадконакопление начинается с формирования коры выветривания по породам, слагающим кристаллический фундамент центрального поля платформы, и процесса его денудации. В результате последнего образуются терригенные осадки, выносимые в область развития краевых систем, где накапливаются песчаники, в основании которых залегают пласты, обладающие хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами (с пористостью до 16-25%). Песчаники перекрываются глинистыми отложениями, содержащими повышенные концентрации органического вещества (до 4-10% [Баженова, 2016]), то есть данные тонкодисперсные отложения являются нефтегазоматеринскими толщами при достижении органического вещества катагенетической зрелости. В то же время верхние горизонты рассматриваемой глинистой формации играют роль региональной покрывки, удерживающей генерируемые УВ в пределах вышеупомянутых базальных песчаников.

На этом этапе длительностью сотни миллионов лет в условиях пассивной континентальной окраины отлагаются значительные глинистые толщи, обогащенные органическим веществом, формируется базальный структурно-формационный комплекс (БСФК) [Жарков, 2004].

Следующий этап осадконакопления происходит в условиях трансгрессии. Море затопляет платформу, и в условиях мелководья накапливаются отложения карбонатного структурно-формационного комплекса (КСФК) с формированием значительных по масштабам карбонатных платформ. К КСФК приурочены породы, обогащенные органическим веществом: доманиковая на Восточно-Европейской платформе и куонамская на Сибирской платформе формации [Prischera et al., 2022]. По периферии центрального поля рассматриваемых платформ в результате перераспределения нагрузок на кристаллический цоколь накапливающейся осадочной толщи формируется система поднятий. В теплом климате в таких зонах формируются одиночные и барьерные рифовые постройки (например, большой барьерный риф Австралии [Jell, Webb, 2012]).

В дальнейшем усиливается тектоническая активность планеты, активно формируются терригенные осадки, в меньшей степени эффузивные и карбонатные отложения. Накапливается толща терригенного структурно-формационного комплекса (ТСФК), завершающая современный цикл развития осадочного чехла платформ. За период формирования рассмотренного осадочного комплекса центрального поля платформ в краевых системах накапливаются толщи глинистых отложений, умеренно обогащенных органическим веществом, поскольку временной интервал накопления последних был несравненно меньшим.

Модели строения краевых систем

Под термином краевая система понимается переходная зона от платформы к океану с утонченным гранито-гнейсовым основанием. Формирование краевых систем начинается с момента распада суперконтинента и заканчивается новым циклом его развития, вследствие чего в пределах древних платформ выделяется два типа краевых систем: пассивная (рис. 1), приуроченная к распаду; и активная (рис. 2), связанная с генерацией суперконтинента.

Пассивная краевая система формируется в условиях свободного фациального развития и сложена следующими комплексами отложений:

- к основанию краевых систем приурочен комплекс преимущественно верхнепротерозойских отложений, выделенный под наименованием БСФК и сложенный циклически построенными песчано-глинистыми отложениями. По мере продвижения к внешнему завершению краевых систем доля глинистых отложений значительно возрастает;

- выше залегает толща, являющаяся аналогом КСФК, представленная отложениями преимущественно палеозойского возраста, которая так же замещается глинистыми осадками. Обозначенная фациальная изменчивость обуславливается генезисом карбонатов, формирование которых не происходит на больших глубинах. Отложения как правило залегают со структурным и стратиграфическим несогласием (рис. 3);

- завершают формирование краевых систем платформ стратиграфические аналоги отложений ТСФК, которые в краевых частях платформы, где преобладают застойные фациальные обстановки, представлены глинистыми породами.



Рис. 1. Схема геологического строения пассивных краевых систем древних платформ

1 - песчаники БСФК; 2 - алевриты БСФК; 3 - аргиллиты БСФК; 4 - складчатые фрагменты осадочного чехла; 5 - доманиковые отложения КСФК; 6 - комплекс плитчатых карбонатных отложений; 7 - галогенные отложения КСФК; 8 - барьерные рифы; 9 - отложения краевой системы; 10 - песчаники (а) и интрузивы (б) ТСФК; 11 - отложения молассового комплекса; 12 - надвиговая структура; 13 - аргиллиты флиша; 14 - породы кристаллического фундамента; 15 - мантийные базальты; 16 - разломы; 17 - границы структурно-формационных комплексов.

Активные краевые системы (см. рис. 2), сформированные в коллизионную стадию, имеют более сложное строение и зональное распределение отдельных элементов.

В классическом понимании непосредственно контакт плит характеризуется блоковым строением, представляющим собой горно-складчатое сооружение. Наиболее возвышенное положение занимает комплекс орогенных блоков, представленный породами гранитно-гнейсового фундамента, поднятыми на поверхность складчатыми толщами краевых частей и флишевыми отложениями.

Затем после коллизионной стадии наступает режим платформенной стабилизации.

Горно-складчатое сооружение разрушается и постепенно превращается в равнину. На данном этапе выделяют две обстановки: горную (флиш) и равнинную (речные долины, озера, пологие склоны).

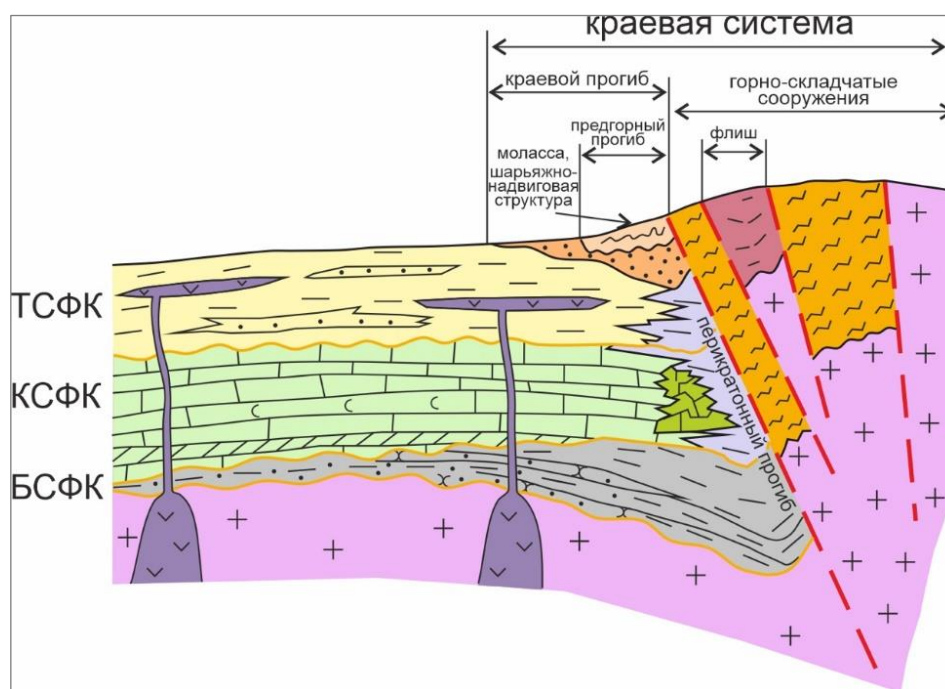


Рис. 2. Схема геологического строения активной краевой системы древних платформ
Усл. обозначения см. на рис. 1.

Перед горно-складчатой системой формируется предгорный прогиб, отделяющий орогенную часть краевой системы от платформы, сложенный в значительной мере более грубыми терригенными осадками в сравнении с отложениями подстилающего перекратонного прогиба. В основании краевых прогибов находятся глубоководные терригено-кремнистые, лагунно-морские серо- и красноцветные осадки, отвечающие нижней молассе. В верхней части разреза (верхняя моласса) возрастает доля континентальных отложений.

Для этой части рассматриваемого структурного комплекса характерны шарьяжно-надвиговые структуры, направленные на территорию платформы, примером которых являются надвиги центрального и южного Урала, амплитуда перемещения последних составляет десятки километров.

Основная фаза формирования краевых систем древних платформ приходится на стадию формирования пассивной окраины, когда с поверхности центрального поля на краевые склоны платформ сбрасываются осадки, образованные в результате процесса пенеплиннизации, формируя мощные толщи осадочных отложений, что подтверждается изучением сейсмических профилей (рис. 4).

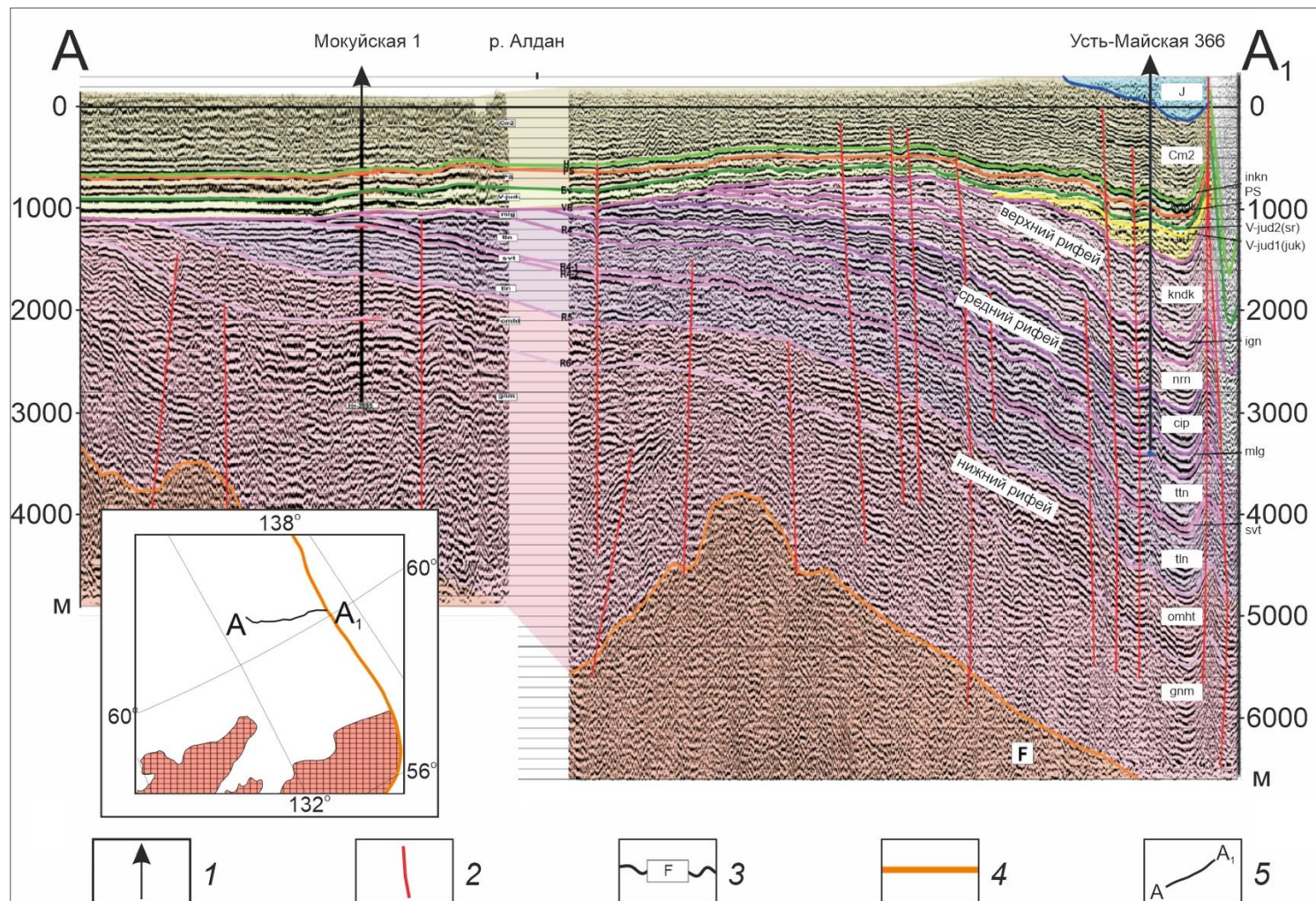


Рис. 3. Глубинный геолого-геофизический разрез по маршруту MR_ALDAN_5 ([Шишкин и др., 2010] с упрощениями авторов)

1 - скважины; 2 - разрывные нарушения; 3 - отражающие горизонты (*F* - кровля фундамента; *R₆* - кровля гонамской свиты; *R₅* - кровля омахтинской свиты; *R₄₋₂* - кровля талынской свиты; *R₄₋₁* - кровля светлинской свиты; *R₄* - кровля тоттинской свиты; *R₃₋₁* - кровля малгинской свиты; *R₃* - кровля ципандинской свиты; *R₂* - кровля нерюенской свиты; *R₁* - кровля ингиканской свиты; *VR* - венд-рифей; *M1* - кровля юкандинской свиты венда; *Bv* - кровля устьюдомской (саранинской) свиты венда; *PS* - кровля пестроцветной свиты нижнего кембрия; *H* - кровля униканской свиты нижнего-среднего кембрия; *ЮТ* - граница раздела кембрий-юра); 4 - граница Сибирской платформы; 5 - линия профиля.

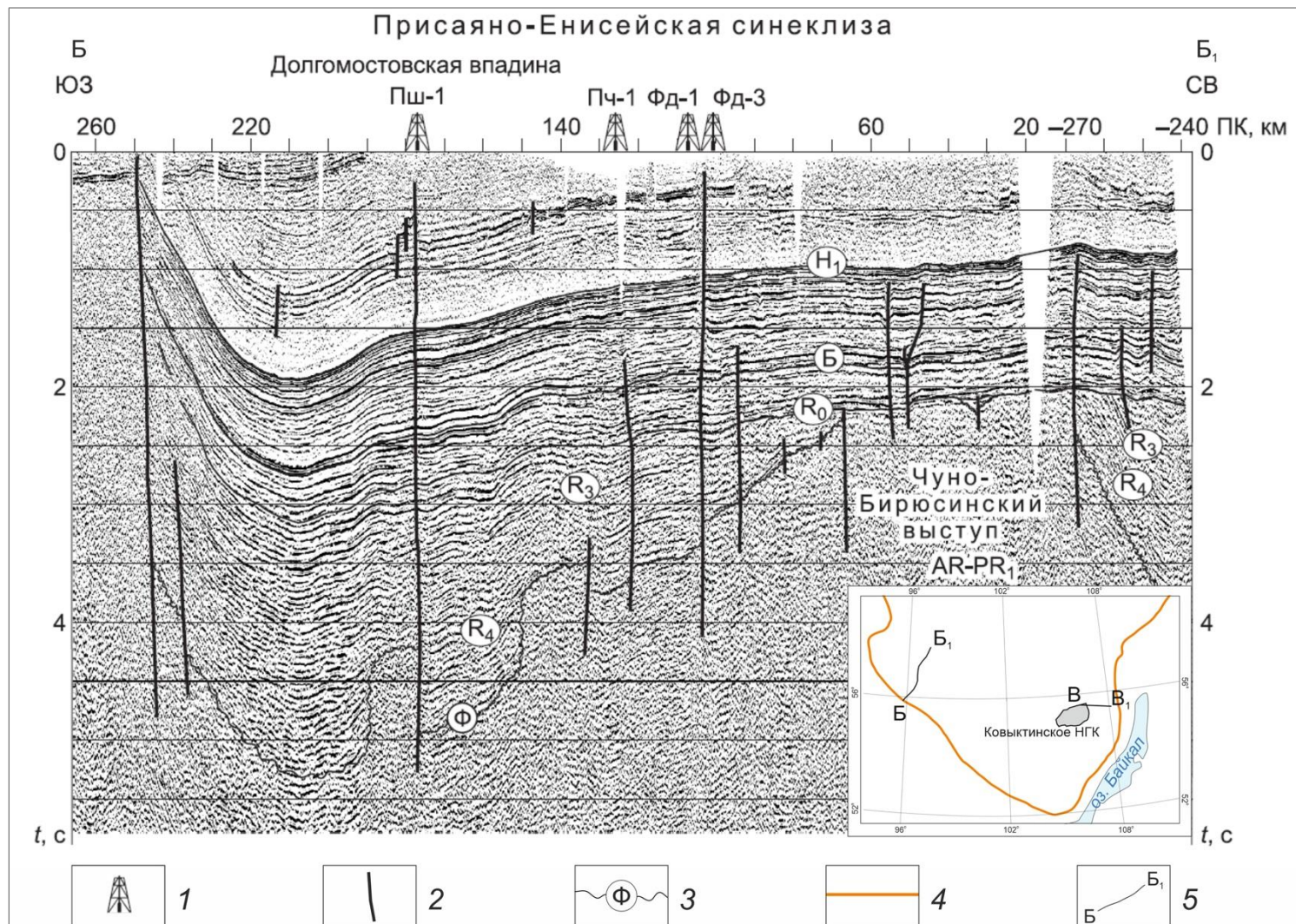


Рис. 4. Временной разрез по профилю Карабула - Восточный Саян [Вальчак и др., 2011]

1 - скважины; 2 - разрывные нарушения; 3 - отражающие горизонты (Φ - кровля кристаллического фундамента; R_2 - R_4 - внутририфейские отражающие горизонты; R_0 - эрозионной поверхности рифея; Б - кровля тэтэрской свиты венда - нижнего кембрия; Б - кровля тэтэрской свиты венда - нижнего кембрия); 4 - граница Сибирской платформы; 5 - линия профиля.

Оценка нефтегазоносности краевых систем

Оценивая нефтегазоносность краевых систем, следует отметить, что слагающие их отложения погружались в процессе геологического развития на значительные глубины, следовательно, органическое вещество в их составе достигало катагенетической зрелости и полностью реализовало свой потенциал генерации УВ. Очевидно, в этом случае надо оценивать возможности аккумуляции нефти и газа. Как отмечалось выше, в основании осадочных комплексов отмечаются пласты песчаников, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. Соответственно миграция УВ осуществлялась по пластам песчаников вверх по восстанию континентального склона (рис. 5). В зонах выклинивания выше обозначенных песчаников отмечаются многочисленные битумные проявления на севере Сибирской платформы [Каширцев и др., 2010]. В южной части в зонах выклинивания базальных горизонтов открыта серия месторождений УВ (рис. 6). В пределах Енисейско-Саянской краевой системы отложения рифейского возраста представлены красноцветными косослоистыми песчаниками, формирование которых проходило в условиях активной континентальной окраины.

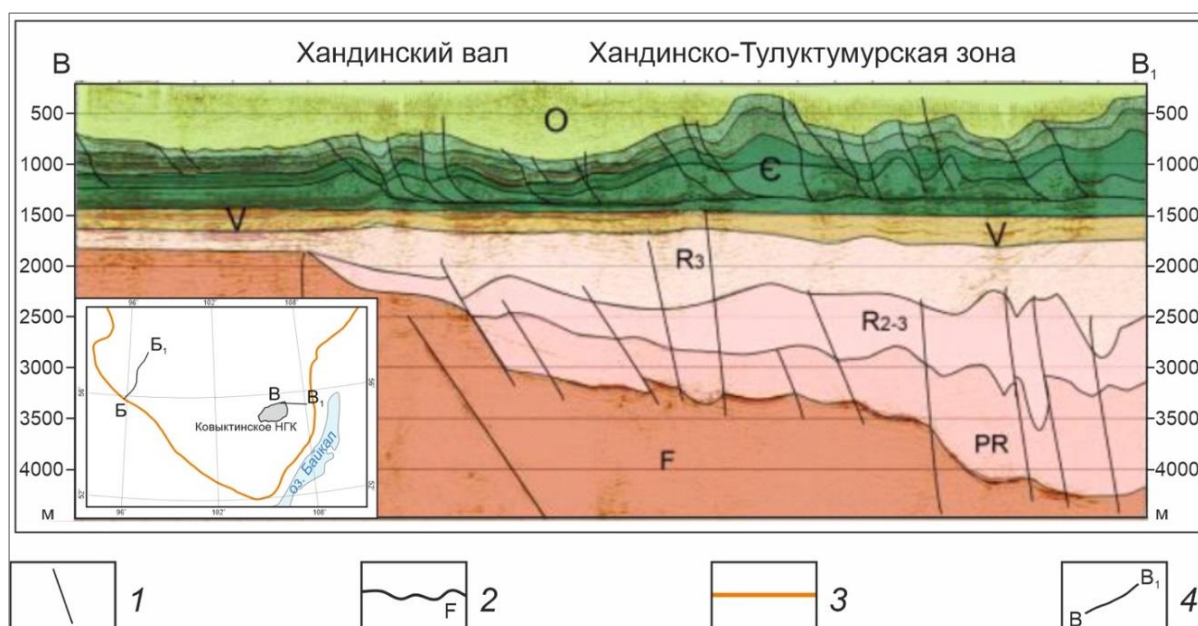


Рис. 5. Глубинный разрез через юго-восточную часть Сибирской платформы
[Мисюркеева, 2022]

1 - разрывные нарушения; 2 - отражающие горизонты (F - фундамент; PR - протерозой; R₂₋₃ - средний-верхний рифей; R₃ - верхний рифей; V - венд; Э - кембрий; О - ордовик); 4 - граница Сибирской платформы; 5 - линия профиля.

Стоит отметить, что в пределах краевых частей Восточно-Европейской и Сибирской платформ на различных этапах их развития протекали коллизионные процессы. Таким образом, необходимо реконструировать историю геологического развития краевых систем с учетом их плитотектонической эволюции.

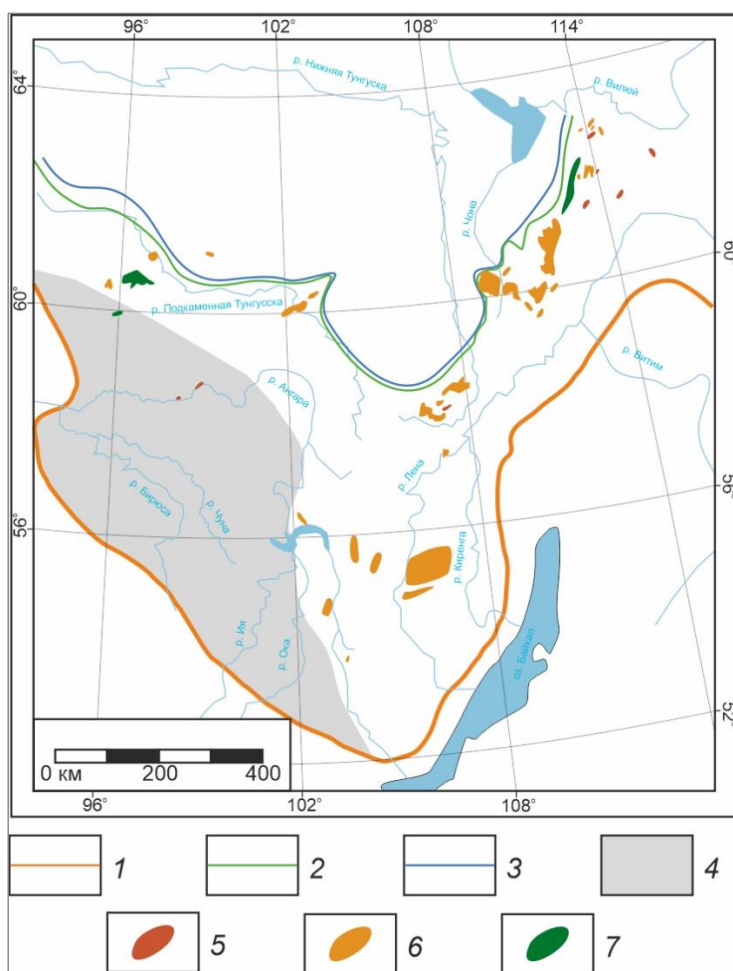


Рис. 6. Контур регионального выклинивания песчаных пластов южной части Сибирской платформы

1 - границы платформы; 2 - контур регионального выклинивания хамакинского горизонта и его аналогов; 3 - контур регионального выклинивания талаханского горизонта и его аналогов; 4 - зона развития красноцветных отложений; 5 - газовые месторождения; 6 - газоконденсатные, нефтегазоконденсатные, газонефтяные и нефтегазовые месторождения; 7 - нефтяные месторождения.

В том случае, когда активная краевая система формировалась значительно позже процессов генерации и миграции УВ, то поиски скоплений нефти и газа сводятся к зоне выклинивания отложений базального терригенного комплекса и структурам, приуроченным к этим отложениям, на континентальном склоне. Нефть и газ успевают мигрировать в более отдалённые участки краевой системы, слабо охваченные дренированием. Примером могут служить вышеупомянутые Ярактинское, Верхнечонское месторождения юга Сибирской платформы.

В случае совмещения во времени обозначенных процессов или более раннего столкновения платформ, совпадающего с образованием активной краевой системы, сгенерированные УВ флюиды будут рассеиваться по зонам тектонических нарушений. Вследствие этого возможно формирование новой системы УВ, приуроченной к надвиговой зоне [Кузнецов и др., 2018; Рапацкая, Иванов, 2008].

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что только древние платформы обладают краевыми системами, образование которых происходит на протяжении всего периода их развития. При оценке нефтегазоносности краевых систем необходимо учитывать ряд факторов:

1. В условиях пассивных краевых систем происходит обильное накопление осадочного материала, обогащённого органическим веществом, последовательное достижение катагенетической зрелости последним обуславливает волновую миграцию генерируемых УВ вверх по региональному склону краевой части платформы;

2. Основной зоной нефтегазонакопления на древних платформах, не зависимой от формирования платформенного осадочного чехла, является контур выклинивания базальных песчаников, залегающих в основании краевых систем;

3. Необходимо учитывать время формирования активной окраины. В том случае, когда возникновение активных окраин, время формирования которых совпадает с генерацией УВ, приводит к разрушению скоплений УВ, связанных с БСФК, и выносу нефти и газа за пределы осадочного чехла. Примером может служить Мезенская синеклиза Восточно-Европейской платформы;

4. Разломно-блоковая тектоника, приуроченная к заключительной части формирования активной краевой системы, обуславливает переток части флюидов в линзы коллекторов краевого прогиба и образование небольших скоплений УВ. Примером могут служить выявленные месторождения в шарьяжно-надвиговых структурах Предверхожанского краевого прогиба Усть-Вилуйское и Собо-Хаинское.

Литература

Арчegov В.Б. Блоковая делимость земной коры и нефтегазоносность: теория и методика исследований // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2012. - Т.7. - № 2. - http://www.ngtp.ru/rub/8/22_2012.pdf

Баженова Т.К. Нефтегазоматеринские формации древних платформ России и нефтегазоносность // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2016. - Т. 11. - № 4. - https://ngtp.ru/rub/1/45_2016.pdf DOI: [10.17353/2070-5379/45_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2016)

Баженова Т.К., Маргулис Л.С. Нефтегазообразование в Алдано-Майском бассейне Сибирской платформы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2014. - Т. 9. - № 4. - https://ngtp.ru/rub/1/44_2014.pdf DOI: [10.17353/2070-5379/44_2014](https://doi.org/10.17353/2070-5379/44_2014)

Вальчак В.И., Евграфов А.А., Горюнов Н.А., Бабинцев А.Ф. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности рифейского комплекса пород юго-западной части Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 2011. - Т. 52. - № 2. - С. 289-298.

Данилов В.Н. Геологическое строение краевых прогибов. Общие черты и отличия // Вести газовой науки. - 2010. - Т. 5. - № 2. - С. 269-279.

Еремин Н.А., Шабалин Н.А. Нефтегазовый потенциал северной части Сибирской платформы // Актуальные проблемы нефти и газа. - 2017. - Т.19. - № 4. - С. 8.

Жарков А.М. Закономерности строения осадочного чехла древних платформ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2004. - № 2-3. - С. 4-6.

Каширцев В.А., Конторович А.Э., Иванов В.Л., Сафронов А.Ф. Месторождения природных битумов на северо-востоке Сибирской платформы (Российский сектор Арктики // Геология и геофизика. - 2010. - Т. 51. - № 1. - С. 93-105.

Крылов Н.А. Краевые прогибы-классическая модель и ее возможная ревизия // Вести газовой науки. - 2010. - Т. 5 - № 2. - С. 260-268.

Кузнецов Н.Б., Керимов В.Ю., Осипов А.В., Бондарев А.В., Монакова А.С. Эволюция, геодинамика поднадвиговых зон Предуралья Краевого прогиба и геомеханическое моделирование формирования скоплений углеводородов // Геотектоника. - 2018. - № 3. - С. 3-20. DOI: [10.7868/S0016853X18030013](https://doi.org/10.7868/S0016853X18030013)

Мельников Н.В., Мельников П.Н., Смирнов Е.В. Зоны нефтегазоаккумуляции в районах проведения геолого-разведочных работ Лено-Тунгусской провинции // Геология и геофизика. - 2011. - Т. 52. - № 8. - С. 1151-1163.

Мигурский Ф.А., Якупова Е.М. Обоснование региональных исследований нефтегазоносности Предверхооянского перикратонного прогиба // Геология нефти и газа. - 2017. - № 3. - С. 18-25.

Мисюркеева Н.В. Складчато-надвиговое строение осадочного чехла юго-восточной окраины сибирского кратона (Ковыктинско-Хандинская зона) // . - 2022. - 40 с.

Рапацкая Л.А., Иванов А.Н. Геодинамические критерии формирования месторождений нефти и газа пассивных континентальных палеоокраин // iPolytech Journal. - 2008. - Т. 34. - № 2. - С. 9-15.

Соборнов К.О. Рифейские бассейны и суперзоны нефтегазоаккумуляции платформ Северной Евразии // Геология нефти и газа. - 2023. - № 3. - С. 9-24. DOI: [10.41748/0016-7894-2023-3-9-24](https://doi.org/10.41748/0016-7894-2023-3-9-24)

Шишкин Б.Б., Берилко Г.А., Соболев П.Н., Старосельцев В.С., Страхов А.Н. Строение и перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2010. - № 4. - С. 26-40.

Якуцени В.П., Петрова Ю.Э., Суханов А.А. Нетрадиционные ресурсы углеводородов-резерв для восполнения сырьевой базы нефти и газа России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2009. - Т. 4. - № 1. - https://ngtp.ru/rub/9/11_2009.pdf

Beaumont C. Foreland basins // Geophysical Journal International. - 1981. - Vol. 65. - No. 2. - P. 291-329.

Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview // Energy policy. - 2002. - Vol. 30. - No. 3. - P. 189-205. DOI: [10.1016/S0301-4215\(01\)00144-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00144-6)

Benyon C., Leier A.L., Leckie D.A., Hubbard S.M., Gehrels G.E. Sandstone provenance and insights into the paleogeography of the McMurray Formation from detrital zircon geochronology, Athabasca Oil Sands, Canada // AAPG Bulletin. - 2016. - Vol. 100. - No. 2. - P. 269-287. DOI: [10.1306/10191515029](https://doi.org/10.1306/10191515029)

Bradley D.C. Passive margins through earth history // Earth-Science Reviews. - 2008. - Vol. 91. - No. 1-4. - P. 1-26. DOI: [10.1016/j.earscirev.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.08.001)

Chen S., Steel R., Olariu C., Li S. Growth of the paleo-Orinoco shelf-margin prism: Process

regimes, delta evolution, and sediment budget beyond the shelf edge // Bulletin. - 2018. - Vol. 130. - No. 1-2. - P. 35-63. DOI: [10.1130/B31553.1](https://doi.org/10.1130/B31553.1)

DeCelles P.G. Foreland basin systems revisited: Variations in response to tectonic setting // Tectonics of sedimentary basins: Recent advances. - 2011. - P. 405-426. DOI: [10.1002/9781444347166.ch20](https://doi.org/10.1002/9781444347166.ch20)

DeCelles P.G., Giles K.A. Foreland basin systems // Basin research. - 1996. - Vol. 8. - No. 2. - P. 105-123. DOI: [10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x)

Jell J.S., Webb G.E. Geology of Heron Island and adjacent reefs, great barrier reef, Australia // Episodes Journal of International Geoscience. - 2012. - Vol. 35. - No. 1. - P. 110-119. DOI: [10.18814/epiugs/2012/v35i1/010](https://doi.org/10.18814/epiugs/2012/v35i1/010)

Litvinenko V. The role of hydrocarbons in the global energy agenda: The focus on liquefied natural gas // Resources. - 2020. - Vol. 9. - No. 5. - P. 59. DOI: [10.3390/resources9050059](https://doi.org/10.3390/resources9050059)

Naylor M., Sinclair H.D. Pro-vs. retro-foreland basins // Basin Research. - 2008. - Vol. 20. - No. 3. - P. 285-303. DOI: [10.1111/j.1365-2117.2008.00366.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2008.00366.x)

Paul L.H., Charles L.A., Nancy S.W., Christopher P. Two-phase stratigraphic model of foreland-basin sequences // Geology. - 1988. - Vol. 16. - No. 6. - P. 501-504. DOI: [10.1130/0091-7613\(1988\)016<0501:TPSMOF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016<0501:TPSMOF>2.3.CO;2)

Pirouz M., Simpson G., Bahroudi A., Azhdari A. Neogene sediments and modern depositional environments of the Zagros foreland basin system // Geological Magazine. - 2011. - Vol. 148. - No. 5-6. - P. 838-853. DOI: [10.1017/S0016756811000392](https://doi.org/10.1017/S0016756811000392)

Prischepa O., Nefedov Y., Nikiforova V., Ruiming X. Raw material base of Russia's unconventional oil and gas reserves (hydrocarbons shale strata) // Frontiers in Earth Science. - 2022. - Vol. 10. DOI: [10.3389/feart.2022.958315](https://doi.org/10.3389/feart.2022.958315)

Sinclair H.D. Tectonostratigraphic model for underfilled peripheral foreland basins: An Alpine perspective // Geological Society of America Bulletin. - 1997. - Vol. 109. - No. 3. - P. 324-346. DOI: [10.1130/0016-7606\(1997\)109<0324:TMFUPF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)109<0324:TMFUPF>2.3.CO;2)

Sorrell S., Speirs J., Bentley R., Brandt A., Miller R. Global oil depletion: A review of the evidence // Energy Policy. - 2010. - Vol. 38. - No. 9. - P. 5290-5295. DOI: [10.1016/j.enpol.2010.04.046](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.046)

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 02.07.2024

Published 10.09.2024

Zharkov A.M., Peskov D.V., Martynov A.V.

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia, Zharkov_AM@pers.spmi.ru

MARGINAL SYSTEMS OF ANCIENT PLATFORMS - THE MAIN CENTERS OF HYDROCARBON GENERATION

The marginal parts of ancient platforms are characterized by increased thicknesses of sedimentary section. The thickness of the sedimentary cover varies from 1-2 km to 5-8 km. Discoveries of the last decades prove the great petroleum potential of the marginal parts of ancient platforms, the oil and gas content of which is known in a wide stratigraphic interval. In general, two types of marginal systems are distinguished: active and passive. The longest stage of formation of marginal systems falls on the passive stage, in the conditions of which a large volume of organic and rock material is accumulated. An important factor in assessing the oil and gas content of marginal systems is the contact time, which can lead to the destruction of formed hydrocarbon systems. This article presents a lateral model of the sedimentary cover structure of marginal systems.

Keywords: *sedimentary cover, marginal system of the ancient platform, hydrocarbons generation, petroleum potential of the platform marginal system.*

For citation: Zharkov A.M., Peskov D.V., Martynov A.V. Kraevye sistemy drevnikh platform - osnovnye tsentry generatsii uglevodorodov [Marginal systems of ancient platforms - the main centers of hydrocarbon generation]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2024, vol. 19, no. 3, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2024/25_2024.html EDN: ADAELM

References

Archegov V.B. Blokovaya delimost' zemnoy kory i neftegazonosnost': teoriya i metodika issledovaniy [Block divisibility of the Earth crust and petroleum potential: theory and research application]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2012, vol. 7, no. 2, available: http://www.ngtp.ru/rub/8/22_2012.pdf (In Russ.).

Bazhenova T.K. Neftegazomaterinskie formatsii drevnikh platform Rossii i neftegazonosnost' [Petroleum source formations of the Russian ancient platforms and their petroleum potential]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2016, vol. 11, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/1/45_2016.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/45_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2016)

Bazhenova T.K., Margulis L.S. Neftegaobrazovanie v Aldano-Mayskom bassejne Sibirskoy platformy [Oil and gas formation in the Aldan-Maya basin (Eastern Siberia)]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2014, vol. 9, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/1/44_2014.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/44_2014](https://doi.org/10.17353/2070-5379/44_2014)

Beaumont C. Foreland basins. *Geophysical Journal International*, 1981, vol. 65, no. 2, pp. 291-329.

Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview. *Energy policy*, 2002, vol. 30, no. 3, pp. 189-205. DOI: [10.1016/S0301-4215\(01\)00144-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00144-6)

Benyon C., Leier A.L., Leckie D.A., Hubbard S.M., Gehrels G.E. Sandstone provenance and insights into the paleogeography of the McMurray Formation from detrital zircon geochronology, Athabasca Oil Sands, Canada. *AAPG Bulletin*, 2016, vol. 100, no. 2, pp. 269-287. DOI: [10.1306/10191515029](https://doi.org/10.1306/10191515029)

Bradley D.C. Passive margins through earth history. *Earth-Science Reviews*, 2008, vol. 91, no. 1-4, pp. 1-26. DOI: [10.1016/j.earscirev.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.08.001)

Chen S., Steel R., Olariu C., Li S. Growth of the paleo-Orinoco shelf-margin prism: Process regimes, delta evolution, and sediment budget beyond the shelf edge. *Bulletin*, 2018, vol. 130,

no. 1-2, pp. 35-63. DOI: [10.1130/B31553.1](https://doi.org/10.1130/B31553.1)

Danilov V.N. Geologicheskoe stroenie kraevykh progibov. Obshchie cherty i otlichiya [Geological structure of marginal troughs. Common features and differences]. *Vesti gazovoy nauki*, 2010, vol. 5, no. 2, pp. 269-279. (In Russ.).

DeCelles P.G. Foreland basin systems revisited: Variations in response to tectonic settings. *Tectonics of sedimentary basins: Recent advances*, 2011, pp. 405-426. DOI: [10.1002/9781444347166.ch20](https://doi.org/10.1002/9781444347166.ch20)

DeCelles P.G., Giles K.A. Foreland basin systems. *Basin research*, 1996, vol. 8, no. 2, pp. 105-123. DOI: [10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x)

Eremin N.A., Shabalin N.A. Neftegazovyy potentsial severnoy chasti Sibirskoy platformy [Oil and gas potential of the northern part of the Siberian Platform]. *Aktual'nye problemy nefti i gaza*, 2017, vol. 19, no. 4, p. 8. (In Russ.).

Jell J.S., Webb G.E. Geology of Heron Island and adjacent reefs, great barrier reef, Australia. *Episodes Journal of International Geoscience*, 2012, vol. 35, no. 1, pp. 110-119. DOI: [10.18814/epiiugs/2012/v35i1/010](https://doi.org/10.18814/epiiugs/2012/v35i1/010)

Kashirtsev V.A., Kontorovich A.E., Ivanov V.L., Safronov A.F. Mestorozhdeniya prirodnykh bitumov na severo-vostoke Sibirskoy platformy (Rossiyskiy sektor Arktiki [Deposits of natural bitumen in the northeast of the Siberian Platform (Russian sector of the Arctic)]. *Geologiya i geofizika*, 2010, vol. 51, no. 1, pp. 72-82. (In Russ.).

Krylov N.A. Kraevye progiby-klassicheskaya model' i ee vozmozhnaya reviziya [Marginal Troughs-Classical Model and Its Possible Revision]. *Vesti gazovoy nauki*, 2010, vol. 5, no. 2, pp. 260-268. (In Russ.).

Kuznetsov N.B., Kerimov V.Yu., Osipov A.V., Bondarev A.V., Monakova A.S. Evolyutsiya, geodinamika podnadvigovykh zon Predural'skogo kraevogo progiba i geomekhanicheskoe modelirovanie formirovaniya skopleniy uglevodorodov [Evolution, geodynamics of the subthrust zones of the Pre-Ural marginal trough and geomechanical modeling of hydrocarbon accumulation formation]. *Geotektonika*, 2018, no. 3, pp. 3-20. (In Russ.). DOI: [10.7868/S0016853X18030013](https://doi.org/10.7868/S0016853X18030013)

Litvinenko V. The role of hydrocarbons in the global energy agenda: The focus on liquefied natural gas. *Resources*, 2020, vol. 9, no. 5, pp. 59. DOI: [10.3390/resources9050059](https://doi.org/10.3390/resources9050059)

Mel'nikov N.V., Mel'nikov P.N., Smirnov E.V. Zony neftegazonakopleniya v rayonakh provedeniya geologo-razvedochnykh rabot Leno-Tungusskoy provintsii [Zones of oil and gas accumulation in the areas of geological exploration of the Lena-Tunguska province]. *Geologiya i geofizika*, 2011, vol. 52, no. 8, pp. 1151-1163. (In Russ.).

Migurskiy F.A., Yakupova E.M. Obosnovanie regional'nykh issledovaniy neftegazonosnosti Predverkhoyanskogo perikratonnogo progiba [Justification of regional studies of oil and gas content of the Predverkhoyanskiy pericratonic trough]. *Geologiya nefti i gaza*, 2017, no. 3, pp. 18-25. (In Russ.).

Misyurkeeva N.V. *Skladchato-nadvigovoe stroenie osadochnogo chekhla yugo-vostochnoy okrainy sibirskogo kratona (Kovyktinsko-Khandinskaya zona)* [Fold-overthrust structure of the sedimentary cover of the southeastern margin of the Siberian craton (Kovykta-Khanda zone)]. Avtoreferat kandidatskoy dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk, 2022, 40 p. (In Russ.).

Naylor M., Sinclair H.D. Pro-vs. retro-foreland basins. *Basin Research*, 2008, vol. 20, no. 3, pp. 285-303. DOI: [10.1111/j.1365-2117.2008.00366.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2008.00366.x)

Paul L.H., Charles L.A., Nancy S.W., Christopher P. Two-phase stratigraphic model of foreland-basin sequences. *Geology*, 1988, vol. 16, no. 6, pp. 501-504. DOI: [10.1130/0091-7613\(1988\)016<0501:TPSMOF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016<0501:TPSMOF>2.3.CO;2)

Pirouz M., Simpson G., Bahroudi A., Azhdari A. Neogene sediments and modern depositional environments of the Zagros foreland basin system. *Geological Magazine*, 2011, vol. 148, no. 5-6, pp. 838-853. DOI: [10.1017/S0016756811000392](https://doi.org/10.1017/S0016756811000392)

Prishepa O., Nefedov Y., Nikiforova V., Ruiming X. Raw material base of Russia's unconventional oil and gas reserves (hydrocarbons shale strata). *Frontiers in Earth Science*, 2022,

vol. 10. DOI: [10.3389/feart.2022.958315](https://doi.org/10.3389/feart.2022.958315)

Rapatskaya L.A., Ivanov A.N. Geodinamicheskie kriterii formirovaniya mestorozhdeniy nefi i gaza passivnykh kontinental'nykh paleookrain [Geodynamic criteria for the formation of oil and gas accumulations of passive continental paleocranes]. *iPolytech Journal*, 2008, vol. 34, no. 2, pp. 9-15. (In Russ.).

Shishkin B.B., Berilko G.A., Sobolev P.N., Starosel'tsev V.S., Strakhov A.N. Stroenie i perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Mayskoy vpadiny [Structure and prospects of oil and gas bearing capacity of Aldano-Mayskaya depression]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2010, no. 4, pp. 26-40. (In Russ.).

Sinclair H.D. Tectonostratigraphic model for underfilled peripheral foreland basins: An Alpine perspective. *Geological Society of America Bulletin*, 1997, vol. 109, no. 3, pp. 324-346. DOI: [10.1130/0016-7606\(1997\)109<0324:TMFUPF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)109<0324:TMFUPF>2.3.CO;2)

Sobornov K.O. Rifeyskie basseyny i superzony neftegazonakopleniya platform Severnoy Evrazii [Riphean basins and oil-gas accumulation superzones of the Northern Eurasia platforms]. *Geologiya nefi i gaza*, 2023, no 3, pp. 9-24. (In Russ.). DOI: [10.41748/0016-7894-2023-3-9-24](https://doi.org/10.41748/0016-7894-2023-3-9-24)

Sorrell S., Speirs J., Bentley R., Brandt A., Miller R. Global oil depletion: A review of the evidence. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, no. 9, pp. 5290-5295. DOI: [10.1016/j.enpol.2010.04.046](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.046)

Val'chak V.I., Evgrafov A.A., Goryunov N.A., Babintsev A.F. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i perspektivy neftegazonosnosti rifeyskogo kompleksa porod yugo-zapadnoy chasti Sibirskoy platformy [Features of geological structure and prospects of oil and gas bearing capacity of the Riphean complex of rocks of the south-western part of the Siberian Platform]. *Geologiya i geofizika*, 2011, vol. 52, no. 2, pp. 289-298. (In Russ.).

Yakutseni V.P., Petrova Yu.E., Sukhanov A.A. Netraditsionnye resursy uglevodorodov-rezerv dlya vospolneniya syr'evoy bazy nefi i gaza Rossii [Unconventional hydrocarbon resources are the reserve for renewal of the Russia oil and gas resource base]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2009, vol. 4, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/9/11_2009.pdf (In Russ.).

Zharkov A.M. Zakonomernosti stroeniya osadochnogo chekhla drevnikh platform [Regularities of the sedimentary cover structure of ancient platforms]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2004, no. 2-3, pp. 4-6. (In Russ.).