

Закономерности пространственной локализации ловушек сверхвязкой нефти казанского яруса Мелекесской впадины

Лукьянова Р.Г.¹, Мударисова Р.А.^{1,2}

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет (К(П)ФУ), Казань, Россия;

²Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

rezeda-l@yandex.ru

Аннотация

В работе изучена история палеотектонического развития Мелекесской впадины, расположенной в центральной части Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна. Рассмотрены особенности осадконакопления и формирования внутриформационного Усть-Черемшанского некомпенсированного прогиба Камско-Кинельской системы, контролирующего рифогенные структуры позднедевонско-раннекаменноугольного времени. На сейсмических профилях и картах по отражающим горизонтам прослежено размещение и взаиморасположение ловушек в разрезе осадочного чехла, выявлены закономерности унаследованного развития органогенных структур казанского возраста от более древних.

Материалы и методы

Литературный обзор условий формирования Мелекесской впадины, анализ данных глубокого, структурного бурения и сейсморазведочных исследований.

Ключевые слова

Мелекесская впадина, ловушка углеводородов, органогенная постройка, сверхвязкая нефть, сейсморазведочные исследования

Благодарности. Работа выполнена за счет гранта Республики Татарстан, предоставленного молодым ученым и молодежным научным коллективам на проведение научных исследований в наиболее перспективных и значимых для развития Республики Татарстан областях.

Для цитирования

Лукьянова Р.Г., Мударисова Р.А. Закономерности пространственной локализации ловушек сверхвязкой нефти казанского яруса Мелекесской впадины // Экспозиция Нефть Газ. 2025. № 3. С. 41–46. DOI: 10.24412/2076-6785-2025-3-41-46

Поступила в редакцию: 11.04.2025

GEOLOGY

UDC 553.982.239 | Original Paper

Regularities of spatial localization of ultraviscous oil traps in the Kazanian Stage of the Melekess Depression

Lukyanova R.G.¹, Mudarisova R.A.^{1,2}

¹Kazan Federal University, Kazan, Russia;

²Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

rezeda-l@yandex.ru

Abstract

The article studies the history of paleotectonic development of the Melekess Depression, located in the central part of the Volga-Ural oil and gas basin. In the article, the authors examine the features of sedimentation and formation of the intraformational Ust-Cheremshanskian uncompensated Depression of the Kama-Kinel System, which controls the reef structures of the Late Devonian-Early Carboniferous period. The seismic profile the placement and mutual arrangement of traps in the sedimentary cover section, and revealed patterns of inherited development of organogenic structures of the Kazanian Stage from the more ancient one.

Materials and methods

Literature review of the conditions of formation of the Melekess Depression, data analysis of structural drilling and seismic exploration research.

Keywords

Melekess Depression, hydrocarbon trap, organogenic structure, ultraviscous oil, seismic exploration research

For citation

Lukyanova R.G., Mudarisova R.A. Regularities of spatial localization of ultraviscous oil traps in the Kazanian Stage of the Melekess Depression. Exposition Oil Gas, 2025, issue 3, P. 41–46. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2025-3-41-46

Received: 11.04.2025

Введение

В центральных и западных областях Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна в отложениях пермской системы широко распространены залежи сверхвязкой нефти (СВН) и природных битумов (ПБ). На данной территории в пермском разрезе выделяются четыре зональных нефетбитуинозных

комплекса: нижнепермский локальный (в основном сакмарский) карбонатный, уфимский терригенный, нижнеказанский терригенно-карбонатный, верхнеказанский карбонатно-терригенный [1, 2]. Нижнеказанский зонально нефетбитуинозный терригенно-карбонатный комплекс имеет широкое развитие на территории Мелекесской

впадины, расположенной в центральной части Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна (НГБ). Комплекс представлен преимущественно органогенными и оолитовыми доломитами, в меньшей степени — глинисто-песчаными породами, покрывкой для залежей СВН являются глинистые и карбонатно-сульфатные отложения. На изучаемой

территории в данном комплексе выявлены такие наиболее крупные месторождения СВН, как Горское, Пионерское, Аканское, Узеевское и другие. Основной объем исследований проведен на Горском месторождении СВН, где породами-коллекторами являются реликтивно-органогенные и оолитовые известково-известняки, со средней глубиной залегания 280–300 метров и с достаточно высокими значениями фильтрационно-емкостных свойств и нефтенасыщения. Поиск подобных залежей СВН и ПБ, относящихся к категории трудноизвлекаемых запасов в эпоху истощения запасов традиционных углеводородов, является актуальной задачей. Выявление закономерностей локализации ловушек казанского возраста для территории Мелекесской впадины позволит разработать методические приемы их поисков.

История палеотектонического развития Мелекесской впадины

На формирование крупных впадин и выполняющих их осадочных образований в пределах Волго-Уральского НГБ, в том числе и Мелекесской впадины, значительное влияние оказали тектонические подвижки кристаллического фундамента, развитие на данной территории внутриформационных прогибов Камско-Кинельской системы и орогенез Уральской геосинклинали [3–5].

С точки зрения региональной тектоники Мелекесская впадина — это отрицательная структура, которая отчетливо выделяется по отложениям девонской, каменноугольной и пермской систем. В рельефе кристаллического фундамента впадина по глубинному Прикамскому разлому граничит с Северо-Татарским сводом на востоке, с Токмовским сводом на западе. С юга впадина граничит с Жигулевско-Пугачевским сводом, на юго-востоке посредством Сокской седловины сочленяется с Бузулукской впадиной (рис. 1).

В процессе палеотектонического развития и формирования современной структурно-тектонической позиции Мелекесской впадины выделяется несколько этапов. Первый этап знаменует формирование архейского консолидированного жесткого массива кристаллического основания. Фундамент Мелекесской впадины, как и всего Волго-Уральского НГБ, сложенный гнейсами, гранитоидами и габбро-анортозитами, подвергался дроблению, внедрениям магматических интрузий, разделению на блоки, которые в свою очередь испытывали разнонаправленные тектонические подвижки. В пределах палеовпадины преобладали движения отрицательного знака. В ранние этапы своего формирования Мелекесская впадина представляла собой грабенообразный прогиб, осложненный субпараллельными блоками. С началом рифтовой стадии развития платформы на участках, обрамляющих палео-Татарскую глыбу с юга и востока, происходит образование авлакогенов, в пределах которых начинается накопление мощной толщи древнейших рифейских осадочных образований. В пределах Мелекесской впадины по данным глубокого бурения (скв. 22 Алькеевская и 2 Пичкасская) выявлено только локальное линейное внедрение рифейских отложений по Алькеево-Пичкаскому грабену, являющемуся отрогом головной части Сергиевско-Абдулинского авлакогена [6]. Отсутствие площадного распространения рифейских отложений свидетельствует о приподнятом положении территории Мелекесской впадины

и продолжающихся эрозионных процессах пород кристаллического основания во время континентального перерыва вплоть до наступления среднедевонской эпохи.

В раннедевонское время на изучаемой территории неоднократно проявлялись глубинные процессы, следствием которых являлись излияния магматических пород по новообразованным грабенообразным прогибам и активизация гидротермальной и вулканической деятельности.

Второй этап формирования Мелекесской впадины связан с началом среднедевонской трансгрессии моря из Уральской геосинклинали и формированием девонского терригенного комплекса отложений. Территория Мелекесской впадины представляла собой моноклиальный склон. Климат в это время был теплым и влажным. В эйфельский цикл трансгрессии морской бассейн простирался только до восточных границ впадины. В это же время зародилась система девонских грабенообразных прогибов, в том числе и Баганинский прогиб, разделяющий восточный борт Мелекесской впадины и западный склон Южно-Татарского свода [7].

Последующие среднедевонские трансгрессивные циклы на территории Мелекесской впадины были, по-видимому, кратковременными и незначительными по масштабам и чередовались с периодами перерывов в осадконакоплении и размывами отложившихся осадочных образований. В результате разрез

девонского терригенного нефтегазоносного комплекса на территории Мелекесской впадины не отличается полнотой и, как следствие, обеднен в нефтеносном отношении.

Третий этап связан со сменой режимов и амплитуд колебательных движений, что привело к изменению условий осадконакопления и состава самих осадочных образований с терригенного на карбонатный. Начиная с саргаевского времени на территории Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна начинает формироваться система сообщающихся некомпенсированных линейных впадин, разобщающих палеовыступы кристаллического основания. В пределах Мелекесской впадины формируется Усть-Черемшанский прогиб, являющийся, наряду с сопряженным с ним Муханово-Ероховским прогибом, крайним юго-западным звеном Камско-Кинельской системы внутриформационных прогибов, имеющим коленообразную форму (рис. 1). На изучаемой территории ориентировка прогибов меняется с северо-западной на северо-восточную, совпадает с наиболее прогнутыми частями Мелекесской и Бузулукской впадин. Формирование специфических структурных форм происходило, по мнению С.С. Эллерна [8], в условиях растяжения земной коры в связи с наступлением Уральского палеоокеана с востока. Усть-Черемшанский прогиб по кровле саргаевского горизонта франского яруса имеет плоское, достаточно

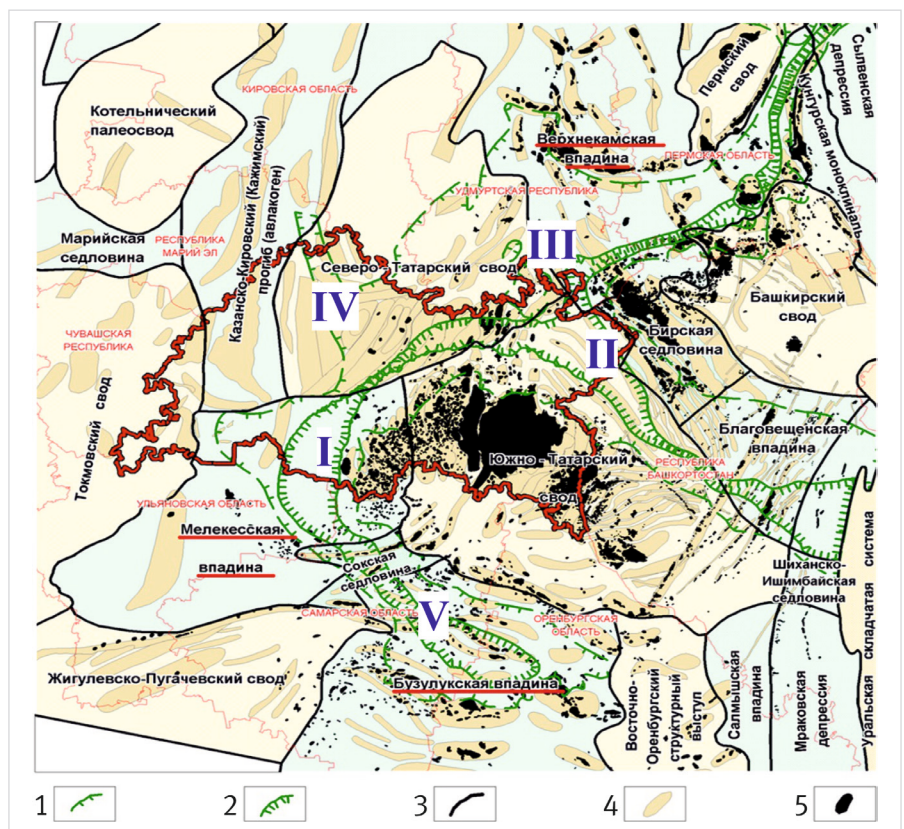


Рис. 1. Современная тектоническая схема Республики Татарстан и сопредельных регионов (по данным ПАО «Татнефть»). Палеопрогибы: I — Усть-Черемшанский, II — Нижнекамский, III — Можгинский, IV — Казанбашский, V — Муханово-Ероховский. Границы Камско-Кинельской системы палеопрогибов: 1 — внутренней бортовой зоны, 2 — осевой зоны; 3 — современные границы структур первого порядка, 4 — вали, 5 — нефтяные месторождения

Fig. 1. Modern tectonic map of the Republic of Tatarstan and adjacent regions (according to PJSC Tatneft). Paleo-depressions: I — Ust-Cheremshanskian, II — Nizhnekamskian, III — Mozhginskian, IV — Kazanbashskian, V — Mukhanovo-Erokhovskian. Boundaries of the Kama-Kinel System: 1 — inner marginal zone, 2 — axial zone, 3 — modern boundaries of first-order structures, 4 — shafts, 5 — oil fields

широкое дно и уступообразные борта, формирование которых происходило в условиях седиментации карбонатных отложений на границе шельфа и глубоководья [9]. В пределах бортовых частей прогиба получили свое развитие органогенные (рифовые) постройки, например [5, 10, 11].

Отличительной особенностью строения прогибов Камско-Кинельской системы является то, что по размерам они занимают промежуточное положение между протерозойскими авлакогенами, крупными грабенообразными образованиями, сформировавшимися в доплитный этап развития платформы, и узкими, протяженными девонскими грабенообразными прогибами, сформировавшимися в среднедевонскую эпоху. Все эти структуры имеют тектоническую природу, однако на формирование Камско-Кинельской системы кроме этого значительное влияние оказали седиментационные процессы, вызванные нелинейными погружениями и некомпенсированным характером осадконакопления.

Камско-Кинельская впадина была полой относительно глубоководного моря [3]. Конфигурация некомпенсированных прогибов характеризуется прямолинейностью на достаточно «коротких», в региональном масштабе, расстояниях и коленообразными изгибами системы, образованной в результате приспособления погруженных участков

земной коры к палеорельефу среднедевонской архитектуры. Растяжению, по мнению С.С. Эллерна, подвергались наиболее мобильные участки земной коры, разделяющие палеосводы [8]. Позднедевонская трансгрессия была наиболее длительной, хотя и прерывалась кратковременными периодами воздымания территории и размыла отложившихся осадочных пород, поэтому девонская карбонатная толща представлена отложениями больших толщин (более 300 м). В ее составе выделяются регионально нефтегазоматеринские доманиковые отложения, характеризующиеся повышенным содержанием рассеянного органического вещества, достигшие стадии катагенеза МК1-МК3, обогащенные кремнистыми минералами.

Особенностью строения Усть-Черемшанского внутриформационного прогиба, как и всех прогибов Камско-Кинельской системы, является развитие рифогенных построек в пределах внешних и внутренних бортовых зон (рис. 2). Рифогенные постройки четко выделяются на сейсмических профилях [12]. Рост органогенных построек происходил начиная с позднефранского до турнейского века параллельно с развитием разновозрастных карбонатных бортовых зон прогибов в условиях спокойного, нормально соленого моря и влажного теплого климата. Необходимо отметить, что процессы формирования

впадин некомпенсированного типа и сопровождающее их массовое рифообразование на внешних и внутренних бортах в позднедевонское время были глобальными и охватывали значительные территории палеоконтинентальной окраины. Параллельно подобные явления структурообразования происходили и севернее, на территории Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна, где рифовые позднедевонские структуры также широко распространены, например [13].

Замыкание внутриформационной системы произошло в визейское время, когда осевая зона была полностью скомпенсирована терригенными осадками, в которых образовались структуры облекания нижележащих разновозрастных рифовых построек. По мнению Троепольского, на рубеже турнейского и визейского веков наметился постепенный региональный подъем территории востока Восточно-Европейской платформы, в результате чего условия открытого моря в пределах Камско-Кинельской впадины сменились на прибрежно-морские и лагунные со сносом терригенного материала. В радаевско-бобривско-тульское время на территории Мелекесской впадины формируются участки заболоченности, которые переформировались впоследствии в уголь. В бобривское время возникают новые блуждающие реки, а также озера и болота [3].

Следующий этап, охвативший среднюю и позднюю эпохи каменноугольного периода, связан с преимущественно унаследованным развитием территории Мелекесской впадины и формированием терригенно-карбонатной толщи осадков. Периоды терригенного осадконакопления, вследствие мелководных трансгрессий, сменялись формированием карбонатных толщ осадков в результате образования глубоководных бассейнов, что, по-видимому, связано с зарождением Прикаспийской впадины. Локальные поднятия, формировавшиеся в это время, характеризуются в целом унаследованным развитием, основные тенденции структуроформирования сохраняются [14, 15]. Так, в башкирской карбонатной толще пород образуются унаследованные органогенные тела, служащие цоколем для формирования структур облекания в вышележащих московских терригенно-карбонатных отложениях (рис. 2).

Заключительный этап формирования рассматриваемой территории охватывает пермский и последующие периоды вплоть до неоген-четвертичного, соответствующие в том числе и времени образования изучаемых карбонатных казанских резервуаров, а также формированию Мелекесской впадины в качестве современной отрицательной структуры.

В приуральскую эпоху на изучаемой территории превалировала карбонатная седиментация. Под влиянием Палеотетического, Бореального и Уральского подвижных поясов произошло формирование депрессии с некомпенсированным осадконакоплением в раннеказанское время [16–18].

В раннеказанское время, по В.И. Игнатьеву [16], изучаемая территория представляла собой зону отложения фаций нормально-соленого моря, с формированием преимущественно барьерных рифов, здесь развиты органогенные мшанково-криноидные-брахиоподовые известняки и известковистые доломиты. По-видимому, среднепермское некомпенсированное прогибание по длительности формирования и по масштабам было менее значительным

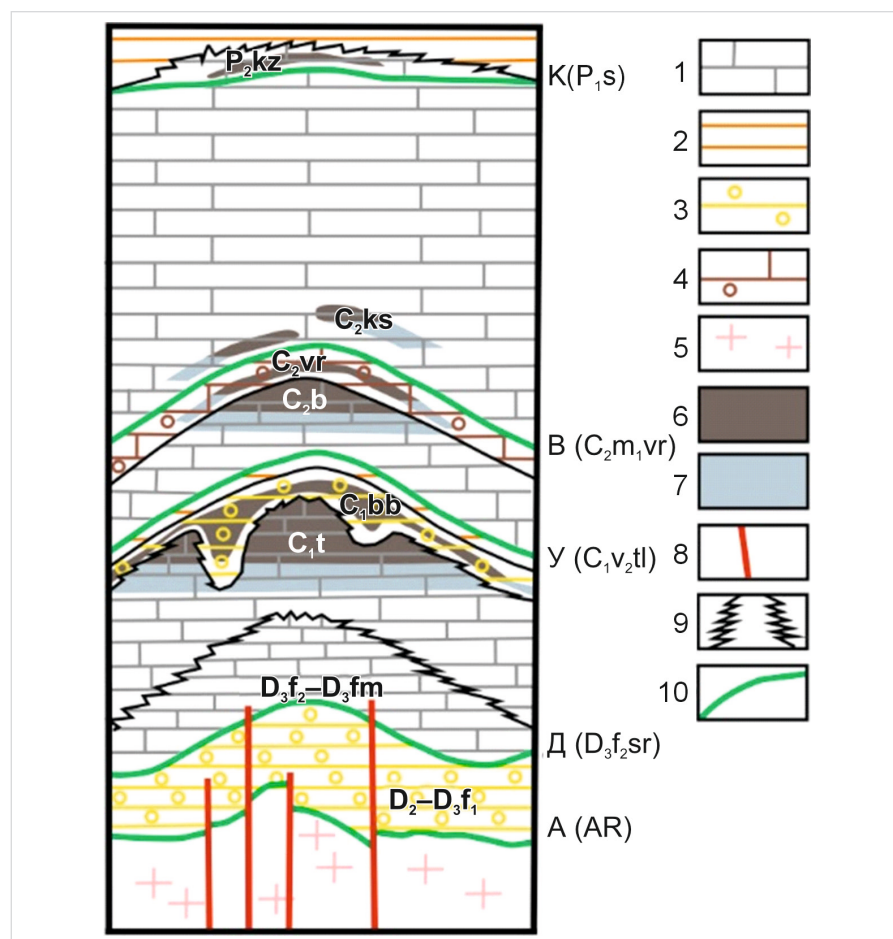


Рис. 2. Схема пространственно-генетической связи органогенных ловушек восточного борта Мелекесской впадины. Породы: 1 — карбонатные, 2 — глинистые, 3 — песчаные, 4 — переслаивание карбонатных с глинистыми, 5 — фундамента, 6 — нефтеносные, 7 — водоносные, 8 — тектонические нарушения, 9 — рифогенные постройки, 10 — границы отражающих горизонтов

Fig. 2. Scheme of positional-genetic connection of organogenic traps of the Eastern Side of the Melekess Depression. Rocks: 1 — limestones, 2 — clay, 3 — sand, 4 — interbedding of carbonate with clay, 5 — basement, 6 — oil-bearing, 7 — water-bearing, 8 — tectonic faults, 9 — reef structures, 10 — boundaries of reflecting horizon

по сравнению с предшествующим поздне-девонско-раннекаменноугольным, поэтому и амплитуды казанских органогенных построек гораздо меньше, чем у древних фаменско-турнейских рифов. Однако глобально в пермское время процесс рифообразования охватил обширную территорию востока платформы, включая и Предуральский краевой прогиб [19]. По мнению авторов, развитие казанских органогенных построек в пределах Мелекесской впадины предопределено в том числе и сохранностью сакмарских «останцов» рельефа, а также перерывом в осадконакоплении в кунгурский век, когда в восточной части Восточно-Европейской платформы

формировались соленосные толщи, нивелировавшие палеорельеф.

Окончательное оформление Мелекесской впадины, а именно погружение осевой зоны и формирование ее бортов, произошло в альпийскую эпоху тектогенеза, в неоген-четвертичное время, вследствие воздымания Татарского и других сводов на востоке и деятельности крупных рек — Камы и Волги [6].

Пространственная локализация ловушек СВН

Восстановление истории палеотектонического развития Мелекесской впадины, а также анализ соотношения структурно-тектонического каркаса изучаемой территории

с данными структурного и глубокого бурения и результатами сейсморазведочных исследований позволили выявить закономерности локализации ловушек УВ в осадочном чехле.

В силу особенностей палеотектонического развития и условий осадконакопления нефтегазоносность девонского терригенного комплекса на изучаемой территории имеет обедненный характер, немногочисленные залежи выявлены в отложениях тиманского горизонта. Значительная часть локальных поднятий, выраженных в сейсмоволновой картине по отражающему горизонту У, контролирует месторождения нефти в ниже- и среднекаменноугольных отложениях (рис. 2).

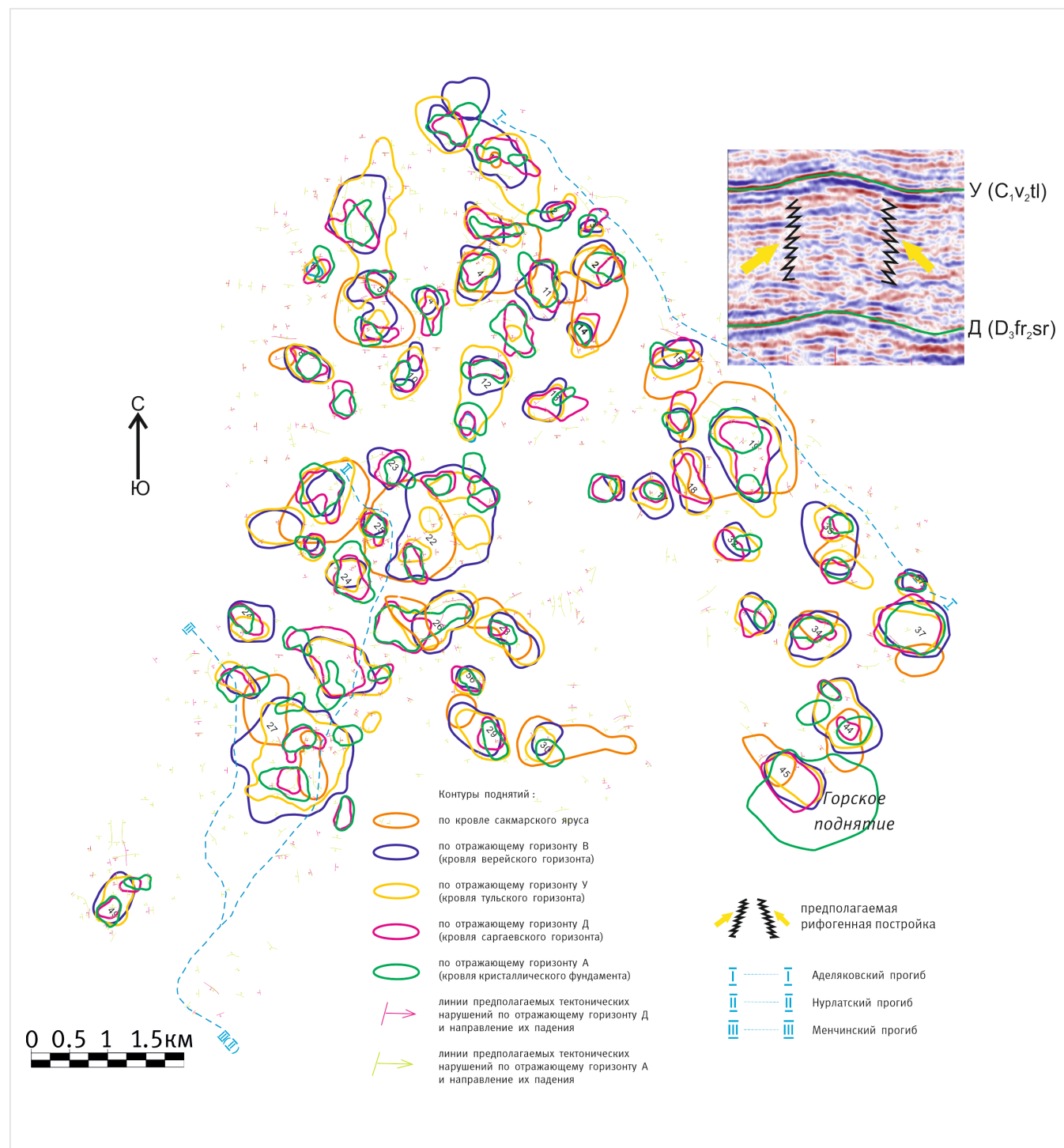


Рис. 3. Схема сопоставления сеймоподнятий в пределах восточного борта Мелекесской впадины (внешняя бортовая зона Усть-Черемшанского прогиба) [12]

Fig. 3. Comparison scheme of seismic uplift within the Eastern Side of the Melekess Depression (outer side zone of the Ust-Cheremshanskian Depression) [12]

В статье с целью установления характера пространственного расположения структур в пределах восточного борта Мелекесской впадины изучено более 60 локальных поднятий, выделенных сейсморазведочными исследованиями по отражающим горизонтам А, Д, У, В, Р_{1с} (рис. 3).

Анализируемые поднятия выделяются в сейсмоволновой картине по отражающему горизонту А, из них 95 % структур прослеживаются в структурной поверхности кровли терригенных отложений девона, по отражающему горизонту Д. По 72 % структур выявлены аномалии волнового поля с локальным увеличением толщины карбонатных отложений позднедевонского возраста (рис. 3). Аномалии по типу «риф» (органогенная постройка) однозначно выделяются на временных разрезах сеймопрофилей по характерным признакам, например [20, 21], между отражающими горизонтами Д и У, и подтверждают процессы рифообразования, происходившие в позднефранско-фаменское время на изучаемой территории, приуроченной к внешней бортовой зоне Усть-Черемшанского прогиба ККСР [12]. По кровле тульского горизонта (отражающая граница У) выделяются 92 % изучаемых локальных структур, по кровле верейского горизонта (отражающая граница В) — 97 % структур. Анализ локализации карбонатных резервуаров раннеказанского возраста проводился авторами по картам, построенным с использованием данных сейсморазведки и структурного бурения: всего выделяется 67 % из числа анализируемых структур, причем 63 % поднятий имеют полную унаследованность развития от кровли кристаллического фундамента до кровли сакмарского яруса (отражающая граница Р_{1с}) с некоторым смещением сводов поднятий. Проведенный анализ показал устойчивую унаследованность структур осадочного чехла и пространственно-генетическую связь нижнеказанских ловушек с верхнедевонскими рифогенными постройками, что позволяет использовать выявленную закономерность для разработки методики поисков карбонатных резервуаров в отложениях казанского яруса пермской системы, служащих ловушками для залежей сверхвязкой нефти и природных битумов.

Итоги

В работе рассмотрена история тектоно-седиментации осадочного бассейна Мелекесской впадины. Комплексирование результатов сейсморазведочных исследований, глубокого и структурного бурения позволило авторам установить пространственно-генетическую связь формирования ловушек с палеотектоническими условиями на различных этапах тектогенеза, а также цикличность и унаследованность роста рифогенных тел с позднедевонского до казанского времени.

Вывод

В развитии Мелекесской впадины авторами выделены пять этапов формирования. На ранних этапах развития осадочного бассейна под влиянием подвижек кристаллического фундамента основными выступали тектонические факторы, такие как формирование структурно-тектонического каркаса территории, а также зарождение девонских грабенообразных прогибов и сопряженных с ними валообразных зон, сопровождавшиеся

повышенным магматизмом. Позже, в позднефранско-турнейское время, в результате растяжения земной коры по ослабленным зонам произошли глобальные тектоно-седиментационные процессы, то есть образование Усть-Черемшанского некомпенсированного интраформационного прогиба и систем органогенных ловушек на его внутренних и внешних бортах. Заключительные этапы характеризуются унаследованным развитием структур вверх по разрезу и оформлением современного облика Мелекесской впадины в результате альпийского тектонического цикла. Анализ соотношения контуров поднятий изучаемых карбонатных резервуаров в казанском ярусе с нижележащими объектами, выделенными по отражающим горизонтам осадочного чехла, свидетельствует о сложном, стадийном и унаследованном процессе формирования пермских органогенных ловушек. Выявленная закономерность пространственно-генетического распространения карбонатных резервуаров органогенного генезиса позволяет авторам разработать методику поисков ловушек для сверхвязкой нефти и природных битумов в схожих литолого-фациальных условиях отложений казанского яруса в пределах Мелекесской впадины.

Литература

1. Хисамов Р.С., Бачков А.П., Войтович С.Е., Ахметшин А.З., Сухов К.А. Геологические основы поисков и разведки месторождений сверхвязкой нефти в центральной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Казань: Наследие нашего народа, 2022. 184 с.
2. Успенский Б.В., Валеева И.Ф. Геология месторождений природных битумов Республики Татарстан. Казань: ГАРТ, 2008. 347 с.
3. Тропольский В.И., Эллерн С.С. Геологическое строение и нефтеносность Аксубаево-Мелекесской депрессии. Казань: Казанский университет, 1964. 655 с.
4. Хачатрян Р.О. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Волго-Камской антеклизы. М.: Наука, 1979. 171 с.
5. Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С. Тектоника Татарстана. Казань: Казанский университет, 2003. 132 с.
6. Лукьянова Р.Г. Геологические аспекты поисков залежей нефти в девонском терригенном резервуаре Татарстана: дисс. канд. геол.-минерал. наук: 04.00.17. Бугульма: 2000. 160 с.
7. Ларочкина И.А. Концепция системного геологического анализа при поисках и разведке месторождений нефти на территории Татарстана. Казань: Фэн, Академии наук РТ, 2013. 232 с.
8. Эллерн С.С. Некомпенсированные прогибы древних платформ — специфические структуры переходной стадии // Некомпенсированные прогибы платформ и их нефтегазоносность. Казань: Казанский университет, 1976. С. 3–29.
9. Мирчинк М.Ф., Хачатрян Р.О., Громека В.И. и др. Тектоника и зоны нефтегазоаккумуляции Камско-Кинельской системы прогибов. М.: Наука, 1965. 214 с.
10. Горюнова Л.Ф. Особенности строения и оценка перспектив нефтегазоносности верхнедевонско-нижнекаменноугольного

нефтегазоносного комплекса Мелекесской впадины: дисс. канд. геол.-минерал. наук: 25.00.12. Москва: 2009. 150 с.

11. Вилесов А.П., Никитин Ю.И., Ахтямова И.Р., Широковских О.А. Франские рифы Рыбинской группы: фациальное строение, этапы формирования, нефтеносность // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2019. Т. 7. № 331. С. 4–22.
12. Хакимов А.А., Сергеев М.Ю., Платов Б.В. и др. Детализационные сейсморазведочные работы МОГТ 2D на Тарлинской площади. Книга 1. Отчет. Бугульма: 2013. 263 с.
13. Кривошеков С.Н., Боталов А.Н. Особенности строения и условия формирования раннефаменских рифогенных отложений южной части Денисовского прогиба Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. № 3. С. 173–185.
14. Хисамова Р.С. Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана. Казань: Фэн АН РТ, 2006. 328 с.
15. Мударисова Р.А., Лукьянова Р.Г., Успенский Б.В. Палеотектонические реконструкции условий формирования Горского месторождения сверхвязких нефтей // Нефтяное хозяйство. 2021. № 6. С. 27–31.
16. Игнатьев В.И. Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период. Казань: Казанский университет, 1976. 256 с.
17. Эллерн С.С. Условия образования палеогеоморфологических ловушек нефти и газа в верхнепермских отложениях Волго-Уральской области // Труды ВНИГНИ. М.: 1980. Вып. 216: Палеогеоморфологические методы в нефтяной геологии. С. 38–44.
18. Мударисова Р.А., Лукьянова Р.Г., Успенский Б.В. Установление времени и условий формирования и разрушения залежи сверхвязкой нефти на территории восточного борта Мелекесской впадины // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 3. С. 20–25.
19. Красневский Ю.С., Лозин Е.В. Новый тип нефтяных залежей: кольцеобразные, опоясывающие тело рифа // Oil & Gas Journal Russia. 2015. № 1. С. 38–42.
20. Tan L., Liu H., Tang Y. et al. Characteristics and mechanism of upper permian reef reservoirs in the eastern longgang area, Northeastern sichuan basin, China. Petroleum, 2020, Vol. 6, issue 2, P. 130–137. (In Eng).
21. He Y., Wang Y., Xu C. et al. Sedimentary characteristics of reef, shoal and lime-mud mound, and their seismic identification. Oil Geophysical Prospecting, 2014, Vol. 49, issue 5, P. 971–984. (In Eng).

Results

The article examines the history of tectonosedimentation of the Melekess Depression sedimentary basin. Combining the results of seismic exploration, deep and structural drilling allowed the authors to establish a spatial-genetic relationship between the formation of traps and paleotectonic conditions at various stages of tectogenesis, as well as the cyclicity and heredity of the growth of reef bodies from the Late Devonian to the Kazanian time.

Conclusion

The authors identified five stages of formation in the Melekess Depression. In the early stages of sedimentary basin development, under the influence of crystalline basement movements, the main tectonic factors were such as the formation of the structural-tectonic framework of the territory, as well as the origin of Devonian graben-like troughs and associated swell-like zones, accompanied by increased magmatism. Later, in the late Frasnian-Tournaisian time, as

a result of the earth's crust stretching along weakened zones, global tectonic-sedimentary processes occurred, that is, the formation of the Ust-Cheremshanskian uncompensated intraformational Depression and organogenic trap systems on its internal and external sides. The final stages are characterized by the inherited development of structures up the section and the formation of the modern appearance of the Melekess Depression as a result of the Alpine tectonic cycle. An analysis of the relationship between the contours of the uplifts of the studied carbonate reservoirs in the Kazanian Stage and the underlying objects identified by the reflecting horizons of the sedimentary cover allowed the authors to conclude that the formation of Permian organogenic traps was a complex, staged and inherited process. The identified pattern of distribution of carbonate reservoirs of organogenic genesis will allow the authors to develop a method for searching for traps for ultraviscous oils and natural bitumens in similar lithofacies conditions of the Kazanian Stage deposits within the Melekess Depression.

References

1. Khisamov R.S., Bachkov A.P., Voitovich S.E., Akhmetshin A.Z., Sukhov K.A. Geological foundations of searches and exploration of super-viscous oil deposits in the central part of the Volga-Ural oil and gas province. Kazan: Nasledie nashogo naroda, 2022, 184 p. (In Russ).
2. Uspensky B.V., Valeeva. I.F. Geology of natural bitumen deposits in the Republic of Tatarstan. Kazan: GART, 2008, 347 p. (In Russ).
3. Troepolsky V.I., Ellern S.S. Geological structure and oil content of the Aksubaevo-Melekess Depression. Kazan: Kazan University, 1964, 655 p. (In Russ).
4. Khachatryan R.O. Tectonic development and oil and gas potential of the Volga-Kama anticline. Moscow: Nauka, 1979, 171 p. (In Russ).
5. Voitovich E.D., Gatiyatullin N.S. Tectonics of Tatarstan. Kazan: Kazan University, 2003, 132 p. (In Russ).
6. Lukyanova R.G. Geological aspects of oil deposit searches in the Devonian terrigenous reservoir of Tatarstan: dissertation of candidate of geological and mineralogical sciences: 04.00.17. Bugulma: 2000, 160 p. (In Russ).
7. Larochkina I.A. Concept of system geological analysis in prospecting and exploration of oil fields in the territory of Tatarstan. Kazan: Fen of the Tatarstan Academy of Sciences, 2013, 232 p. (In Russ).
8. Ellern S.S. Uncompensated depression of ancient platforms – specific structures of the transitional stage. Uncompensated deflections of platforms and their oil and gas potential. Kazan: Kazan University, 1976, P. 3–29. (In Russ).
9. Mirchink M.F., Khachatryan R.O., Gromeka V.I. et al. Tectonics and oil and gas accumulation zones of the Kama-Kinel system. Moscow: Nauka, 1965, 214 p. (In Russ).
10. Goryunova L.F. Features of the structure and assessment of the oil and gas potential of the Upper Devonian-Lower Carboniferous oil and gas complex of the Melekess depression: dissertation of candidate of geological and mineralogical sciences: 25.00.12. Moscow: 2009, 150 p. (In Russ).
11. Vilesov A.P., Nikitin Yu.I., Akhtyamova I.R., Shirokovskikh O.A. The Frasnian reefs of the Rybkinsky group: facial structure, formation stages, oil potential. Geology, geophysics and development of oil and gas fields, 2019, Vol. 7, issue 331, P. 4–22. (In Russ).
12. Hakimov A.A., Sergeev M.Yu., Platov B.V. et al. Detailed seismic exploration works MOGT 2D on the Tarlinskaya area. Book 1, 2013, Bugulma, 263 p. (In Russ).
13. Krivoshekov S.N., Botalov A.N. Structural features and formation conditions of Early Famennian rifting sediments in the Southern part of the Denisov Depression of the Timan-Pechora oil and gas. Province Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 2023, Vol. 334, issue 3, P. 173–185. (In Russ).
14. Khisamova R.S. Tectonic and petrogeological zoning of the territory of Tatarstan. Kazan: Fen of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2006, 328 p. (In Russ).
15. Mudarisova R.A., Lukyanova R.G., Uspensky B.V. Paleotectonic reconstructions of the formation conditions of the Gorskoye extra-heavy oil field. Oil industry, 2021, issue 6, P. 27–31. (In Russ).
16. Ignatiev V.I. Formation of the Volga-Ural anticline in the Permian period. Kazan: Kazan University, 1976, 256 p. (In Russ).
17. Ellern S.S. Conditions of formation of paleogeomorphological traps of oil and gas in the Upper Permian deposits of the Volga-Ural region. Paleogeomorphological methods in petroleum geology. Moscow: Proceedings of VNIIGNI, 1980, issue 216, P. 38–44. (In Russ).
18. Mudarisova R.A., Lukyanova R.G., Uspensky B.V. Determination of the time and conditions for the formation and destruction of the ultraviscous oil deposit on the eastern side of the Melekess Depression. Oil. Gas. Innovations, 2022, issue 3, P. 20–25. (In Russ).
19. Krasnevsky Yu.S., Lozin E.V. New type of oil deposits: ring-shaped, encircling the reef body. Oil & Gas Journal Russia, 2015, issue 1, P. 38–42. (In Russ).
20. Tan L., Liu H., Tang Y. et al. Characteristics and mechanism of upper permian reef reservoirs in the eastern longgang area, Northeastern sichuan basin, China. Petroleum, 2020, Vol. 6, issue 2, P. 130–137. (In Eng).
21. He Y., Wang Y., Xu C. et al. Sedimentary characteristics of reef, shoal and lime-mud mound, and their seismic identification. Oil Geophysical Prospecting, 2014, Vol. 49, issue 5, P. 971–984. (In Eng).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лукьянова Резеда Габдрашитовна, к.г.-м.н., доцент, кафедра геологии нефти и газа им. А.А. Трофимука Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, Россия
Для контактов: rezeda-l@yandex.ru

Мударисова Раушания Айдаровна, к.г.-м.н., старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа им. А.А. Трофимука Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, Россия; научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия
Для контактов: rayshania@mail.ru

Lukyanova Rezeda Gabdrashitovna, ph.d. of geologo-mineralogical sciences, associate professor, Department of geology of oil and gas, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University
Corresponding author: rezeda-l@yandex.ru

Mudarisova Raushaniia Aydarovna, ph.d. of geologo-mineralogical sciences, senior lecturer, Department of geology of oil and gas, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia; researcher at the laboratory of geological and ecological modeling, Research institute for problems of ecology and mineral wealth use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia
Corresponding author: rayshania@mail.ru