
Научная статья

УДК 551.83+551.736.1 (470.57)

DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-9

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ СТЕРЛИТАМАКСКИХ ШИХАНОВ

В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина

Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, gorozhanin@ufaras.ru <https://orcid.org/0000-0003-4567-0758>

В статье рассмотрены особенности тектонической структуры и геологического развития нижнепермских гор-одиночек — шиханов, расположенных на левобережье р. Белая около города Стерлитамака (Республика Башкортостан). Анализ опубликованных и архивных материалов, полевые исследования, изучение кернового материала, литологические и структурные наблюдения позволили составить представление о тектонике гор-одиночек (шиханов). Шиханы являются частью единой цепи карбонатных массивов, сложенных рифовыми фациями и располагающихся субмеридионально (с юга на север) в западном борту Предуральского прогиба. В районе г. Стерлитамака четыре массива выведены на поверхность Земли в составе единого Шиханского блока. Тектоническое строение территории определяется палеотектоническими (период от 3600 до 23 млн лет) и неотектоническими (23–5 млн лет и до настоящего времени) событиями, которые объединены в этапы и подразделяются на стадии. Образование рифовых комплексов, слагающих шиханы, контролировалось палеотектоническими событиями коллизионной стадии развития, которые привели к образованию шельфовой окраины континента с условиями, благоприятными для формирования рифовых сообществ на границе с впадиной Предуральского прогиба в течение ассельского и сакмарского веков (на протяжении 15 млн лет). Последующие геологические события — в артинско-кунгурское время, в позднепермско-раннемезозойский этап и в среднеюрско-миоценовый платформенный этап вызвали разрушение и нивелирование раннепермского рельефа, размыв отложений и перекрытие их более молодыми осадками. Наиболее интенсивно в породах шиханов проявлено тектоническое воздействие последнего плиоцен-четвертичного нео-орогенного этапа (5–0 млн лет). Оно выражено в интенсивной трещиноватости и раздробленности пород, их перекристаллизации с потерей первичных структурно-текстурных признаков. Неотектонические движения блоков земной коры способствовали выводу на поверхность отдельных участков полосы распространения рифовых комплексов. Изоляция рифовых шиханов была результатом перекрытия их эвапоритами, которые легко разрушались при эрозии. Тектоническое воздействие на карбонатные породы рифовой природы способствовало формированию зон повышенной трещиноватости в породах Стерлитамакских шиханов, проникновение по ним нефть-содержащих растворов и флюидов, которые формировали участки пород с повышенными коллекторскими свойствами. Практически на всех шиханах наблюдаются зоны выщелачивания и карстования с остаточными битумами.

Ключевые слова: рифы, нижняя пермь, Предуральский прогиб, Шиханский блок, неотектоника, Куштау, Торатау, Юрактау

Благодарности: Авторы благодарны Е. И. Кулагиной за ценные замечания. Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН по темам гос. заданий FMRS-2022–0010 и FMRS-2022–0015.

Для цитирования: В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина. Тектоническое строение и история геологического развития территории Стерлитамакских шиханов // Геологический вестник. 2023. № 3. С. 98–129. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-9

For citation: V. M. Gorozhanin, E. N. Gorozhanina. (2023) Tectonic structure and stages of geological development of the Sterlitamak shikhans. *Geologicheskii vestnik*. 2023. No. 3. P. 98–129. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-9

© В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина, 2023

Original article

TECTONIC STRUCTURE AND STAGES OF GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE STERLITAMAK SHIKHANS

V. M. Gorozhanin, E. N. Gorozhanina

Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, gorozhanin@ufaras.ru

The article considers the features of the tectonic structure and geological development of the Lower Permian single mountains — shikhans on the left bank of the Belaya River near the city of Sterlitamak (Republic of Bashkortostan). The analysis of published and archival materials, field research, the study of core material, lithological and structural observations allowed us to get an idea of the tectonics of single mountains (shikhans). The Shikhans are part of a single chain of carbonate massifs composed of reef facies and located submeridionally (from south to north) in the western side of the Pre-Uralian Foredeep. In the area of Sterlitamak four massives are brought to the surface of the Earth as part of a single Shikhhan block. The tectonic structure of the territory is determined by paleotectonic (the period from 3600 to 23 million years) and neotectonic (23–5 million years). years and up to the present) events that are combined into periods and are divided into stages. The formation of reef complexes composing the shikhans was controlled by paleotectonic events of the collision stage of development, which led to the formation of the continental shelf margin with conditions favorable for the formation of reef communities on the border of the Pre-Uralian Foredeep during the Asselian and Sakmarian epochs (for 15 million years). Subsequent geological events — in the Artinskian and Kungur time, in the Late Permian-Early Mesozoic stage and in the Middle Jurassic-Miocene platform stage caused the destruction and leveling of the Early Permian relief, erosion of sediments and their overlap with younger sediments. The tectonic impact of the last Pliocene-Quaternary neo-orogenic stage (5–0 million years) is most intensively manifested in the rocks of Shikhans. It is expressed in intense fracturing and fragmentation of rocks, their recrystallization with loss of primary structural and textural features. The neotectonic movements of the blocks of the Earth's crust contributed to the removal to the surface of individual sections of the reef complexes distribution zone. The isolation of reef shikhans was a result of presence of an evaporites over them, which were easily eroded. The tectonic effect on the carbonate rocks of reef nature contributed to the formation of zones of increased fracturing observed in the rocks of the Sterlitamak shikhans and penetration of oil-containing solutions and fluids, which formed areas of rocks with increased reservoir properties. Leaching and karst zones with residual bitumen are observed on almost all shikhans.

Keywords: reefs, Lower Perm, Pre-Uralian Foredeep, Shikhhan block, neotectonics, Kushtau, Toratau, Yuraktau

Acknowledgements: The authors are grateful to E.I. Kulagina for useful comments. The work was carried out in accordance with the plans of research work of the IG UNC RAS on the topics of state assignments FMRS-2022–0010 and FMRS-2022–0015.

ВВЕДЕНИЕ

Стерлитамакские одиночные горы-шиханы, сложенные нижнепермскими известняками рифовых фаций, являются остатками рифовой зоны, образовавшейся на окраине шельфа Восточно-Европейского континента 280–300 млн. лет назад [Пучков, 2000, 2010; Кулагина и др., 2015]. Основные закономерности тектонического строения территории, где располагаются шиханы, были установлены еще в 30–50 годах прошлого столетия, когда после открытия Ишимбайского нефтяного месторождения в этом районе активно проводились поисковые работы на нефть и газ [Богданов, 1947, Шамо́в, 1937, 1984; Страхов, 1951; Раузер-Черноусова, 1950].

Существует несколько точек зрения об условиях возникновения известняковых массивов и образования их современной формы. Первоначально, при изучении массивов в 1920-х-1930-х годах М. Э. Ноинским, Н. П. Герасимовым, А. А. Блохиным [Блохин, Карпенко, 1937] и позднее В. В. Белоусовым массивы рассматривались как тектонические поднятия в виде брахиантиклиналей [Раузер-Черноусова, 1950]. В. П. Маслов, Н. М. Страхов, Д. Л. Степанов рассматривали их как эрозионные останцы от сплошной полосы известняков [Страхов, 1951]. Наиболее распространенной стала точка зрения В. Д. Наливкина о рифовой природе шиханов [Микрюков, 1937; Наливкин, 1937; 1956; Шамо́в, 1957, 1984; Королюк, 1985].

С 1937 года, после проведения 17-го Международного геологического конгресса в России [Микрюков, 1937], шиханы Юрактау и Тратау и карьер Шахтау являются объектами геологического изучения и посещения многочисленными экскурсиями специалистов разного профиля — геологами, палеонтологами, нефтяниками [Шамов, 1984; Чувашов, Гареев, 2014; Кулагина и др., 2015]. В последние годы, в связи с формированием территории геопарка, усилился интерес к истории образования шиханов. Появились новые данные по палеонтологии фаунистических остатков шиханов, составу и строению известняковых массивов [Чувашов, Гареев, 2014; Кулагина и др., 2015; Пучков, 2019; Исакова и др., 2020; Мазаев, 2019; и другие]. На менее изученном шихане Куштау в 2008 г. и в 2017 г. была пробурена серия скважин (по заданию АО «Сырьевая компания», выполненное ОАО «Башкиргеология»), вскрывших наиболее полный разрез нижнепермских известняков [Горожанин, Горожанина, 2022; Горожанина и др., 2023]. Изучение этого материала позволит получить более полную информацию о формировании шихана.

Целью работы является выяснение и уточнение истории геологического развития территории, определение особенностей тектонического строения, объяснение причин возникновения шиханов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы исследования включали анализ опубликованных и архивных материалов, позволяющий составить представление о тектонике гор-одинок (шиханов), а также проведение полевых исследований для уточнения некоторых дискуссионных моментов, описание структурных особенностей, характеристика взаимоотношений разных типов пород, выяснение положения слоистости, литологические наблюдения.

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ

Геотектоническое положение стерлитамакских шиханов определяется расположением их в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы — в бортовой части Предуральского прогиба, который является крупным понижением земной коры, возникшим в связи с формированием Уральского складчатого пояса в позднем палеозое.

Шиханы приурочены к приподнятому участку этой депрессии — Шиханско-Ишимбайской седловине, разделяющей прогиб на две впадины — Бельскую и Мраковскую (рис. 1 а). Шиханская седловина представляет собой юго-восточное продолжение Южно-Татарского свода, которая возникла как поднятие, или тектонический блок, поперечный к простиранию Урала. Она появилась в более позднее время в результате действия глобальных геодинамических процессов в Альпийско-Гималайском складчатом поясе, которые вывели участок ложа Предуральского прогиба на поверхность Земли.

Территория включает несколько тектонических зон, сменяющихся в латеральном направлении с востока на запад: Центрально-Уральскую, включающую Башкирский мегантиклинорий, Западно-Уральскую, Предуральский краевой прогиб, который захватывает и край Восточно-Европейской платформы, отвечающей Волго-Уральской области. В структурном отношении территория занимает область перехода от складчатого Урала к Восточно-Европейской платформе [Пучков, 2000, 2010, 2019].

В зоне шиханов на поверхность выходят породы нижней перми. Более древние породы вскрыты глубокими скважинами. Например, скв. Шихан 5 (см. рис. 1 б), пробуренная до глубины 3971 м, вскрыла терригенные отложения верхнего докембрия (венда и верхнего рифея) в интервале 1745–3077–3971 м [Лозин, 2015]. Вышележащие отложения девона и карбона, представлены чередованием карбонатных и терригенных комплексов. Аналогии этих комплексов выходят в зоне складчатого Урала.

Докембрийские (рифейские) комплексы пород образуют рифейский структурный план территории, строение которого установлено по сейсмическим данным и скважинам глубокого бурения. Здесь выделяются зоны Камско-Бельского и Серноводско-Абдулинского авлакогенов (крупных впадин-грабенов), заполненных рифейскими осадками, выходы которых наблюдаются в области Башкирского мегантиклинория, Границами авлакогенов являются выступы кристаллического фундамента Татарского, Пермского и Оренбургского сводов. На западном Урале рифейские породы местами перекрыты вендскими терригенными (молассовыми) отложениями краевого прогиба, образующими комплекс «тиманид», которые смяты в складчатые структуры «уралид». [Пучков, Козлов, 2005].

Палеозойский структурный план территории сформирован платформенными комплексами, залегающими на докембрийском основании в виде

осадочного чехла. Девонско-каменноугольные отложения представляют собой комплексы шельфа пассивной окраины Восточно-Европейского континента. Ордовикские и силурийские карбонатно-терригенные и нижнедевонские (лохков-пражские) карбонатные породы вовлечены в зону складчатого Урала в южном обрамлении Башкирского мегантиклинория. В раннем палеозое погружение края платформы, вызванное раскрытием Палеоуральского океана, сопровождалось формированием шельфовых отложений пассивной окраины континента. Разрез девонских отложений на платформе начинается с песчаников эмсской такатинской свиты, залегающих субсогласно на терригенных отложениях венда.

В конце девона, во франском веке повсеместно формировались глубоководные доманиковые отложения с нефтематеринскими свойствами. В конце франского века и в фамене на Урале начались коллизионные процессы столкновения платформы с восточными вулканогенными (островодужными) блоками и террейнами, которые сопровождалась накоплением фаменского грауваккового флиша в зоне Зилаирского синклинория [Пучков, 2000; Горожанина, 2011]. В это же время произошел раскол платформы и формирование Камско-Кинельской системы прогибов. Позднее, в раннем карбоне, прогибы были заполнены ранневизейскими песчаными осадками. На данную территорию попадает юго-восточный борт одной из ветвей

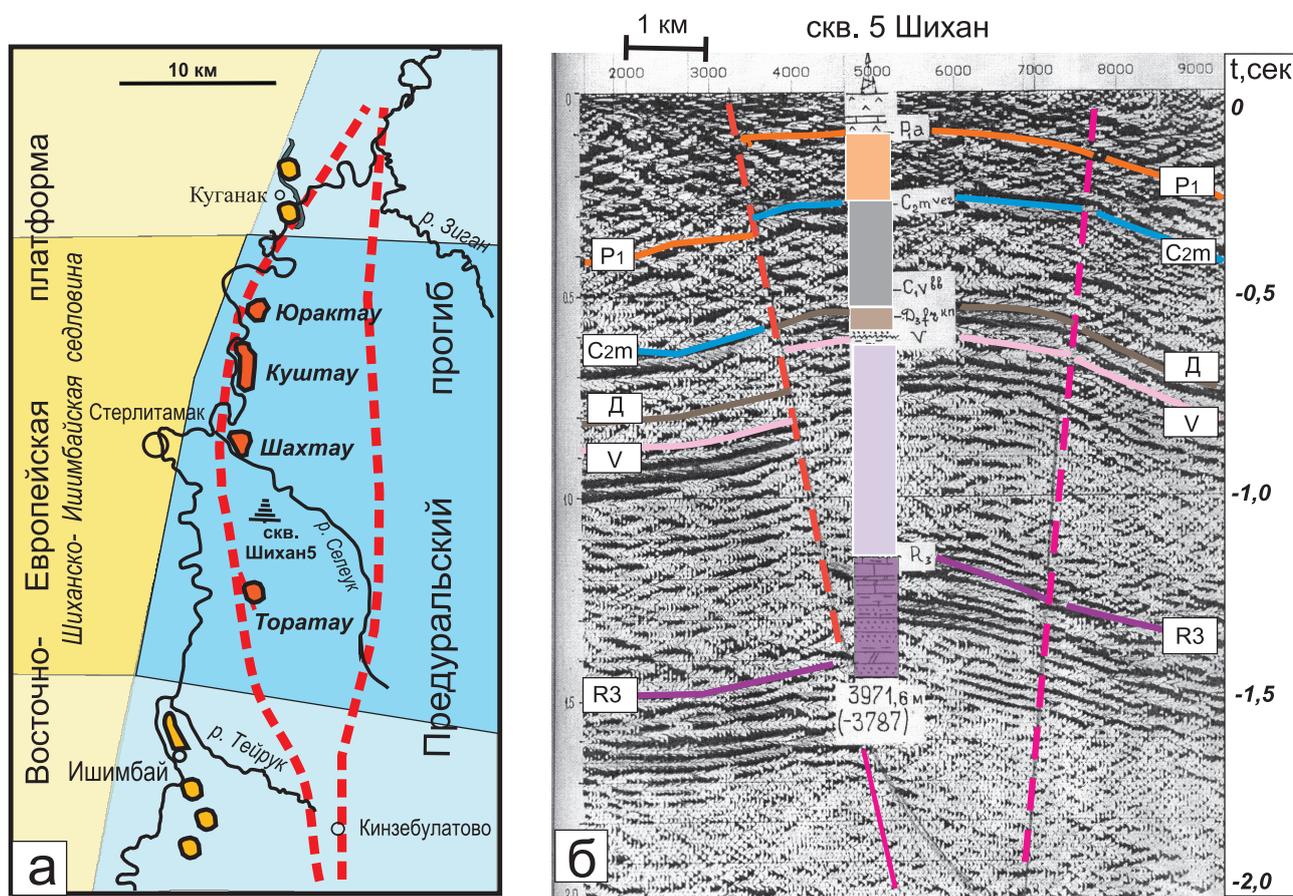


Рис. 1. Положение Стерлитамакских шиханов

Условные обозначения: а — положение Стерлитамакских шиханов на схематической карте Ишимбайского Приуралья; б — фрагмент сейсмопрофиля 8306 через Шиханское поднятие (по материалам ОАО «Башнефтегеофизика», Ардашова, 1985ф); буквенные обозначения кровли отложений: P₁ — карбонатов нижней перми; C_{2m} — верейского горизонта среднего карбона, Д — девона, V — венда, R₃ — верхнего рифея.

Fig. 1. The position of the Sterlitamak shikhans

Legend: а — the position of the Sterlitamak shikhans on the schematic map of the Ishimbai Urals; б — a fragment of the seismic profile 8306 through the Shikhansky uplift (based on the materials of JSC Bashneftegeofizika, Ardashova, 1985); letter designations of the roof of deposits: P₁ — carbonates of the Lower Permian; C_{2m} — Vereyan horizon of the Middle Carboniferous, Д — Devonian, V — Vendian, R₃ — Upper Riphean.

Камско-Кинельской системы (Инзеро-Усольский прогиб), прослеживающейся под отложениями Предуральского краевого прогиба до Западно-Уральской зоны, где соответствующие отложения наблюдаются на поверхности. С визейского времени восстанавливается платформенный режим карбонатной шельфовой окраины [Горожанина и др., 2009]. Следующий этап коллизионных событий проявился в позднем карбоне в формировании Предуральского прогиба, наложенного на окраину платформы и заполненного глубоководными депрессионными и терригенно-карбонатными флишевыми осадками верхнего карбона и нижней перми [Чувашов, 1998; Пучков, 2000]. В западной бортовой части прогиба формировались рифовые комплексы. В кунгурское время, наряду с накоплением флиша, началось формирование эвапоритовых толщ, представленных гипсами, ангидритами и солями. Развитие Предуральского прогиба завершилось формированием терригенных полимиктовых, преимущественно красноцветных толщ среднего-верхнего отделов перми и нижнего триаса. Следует отметить, что фациальные границы Предуральского прогиба не совпадают со структурными границами, образованными на более позднем этапе и обусловившими корытообразное строение прогиба. Более поздние деформации также привели к формированию соляных куполов и соляных гребней в погруженной зоне Предуральского прогиба [Светлакова и др., 2008; Горожанин и др. 2013].

Тектонические факторы, оказавшие влияние на рифовые массивы шиханского типа, условно можно разделить на две группы — палеотектонические (палеогеодинамические) и неотектонические. Палеогеодинамика относится к факторам глобального масштаба, именно она определила время и место образования рифовых комплексов в раннепермское время конца палеозойской эры. Полоса рифовых отложений образовалась на шельфе восточной окраины Восточно-Европейского континента во время развития Предуральского краевого прогиба, возникшего из-за роста Уральского складчатого сооружения и наложенного на шельфовую окраину континента в процессе континентальной коллизии [Пучков, 2000]. Шиханы являются частью единой цепи карбонатных массивов, сложенных рифовыми фациями и располагающихся субмеридионально (с юга на север) в западном борту Предуральского прогиба.

Такие массивы выявлены нефтяниками, как к югу, так и к северу от г. Стерлитамака, на глу-

бинах от 0.5 до 2.5 км. Многие из них вмещают залежи нефти и газа. В районе г. Стерлитамака четыре массива были выведены на поверхность Земли в виде единого блока, названного Шиханским [Богданов, 1947], образовав Стерлитамакскую седловину (см. рис. 1 б).

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Этапы геологической истории развития территории

В геологической истории развития территории, где находятся шиханы, реконструированы пять основных этапов, последовательно сменяющих друг друга [Пучков, 2000, 2010, 2019].

I этап, 3600–1800 млн лет — архейско-раннепротерозойский — время формирования кристаллического фундамента платформы и западных зон Урала; породы этого этапа присутствуют на данной территории на глубинах около 10 км;

II этап, 1800–540 млн лет — позднепротерозойский (рифейско-вендский), завершившийся образованием складчатой области тиманид;

III этап, 540–175 млн лет — палеозойско-ранне-мезозойской — время формирования складчатой системы уралид;

IV этап, 175–5 млн лет — среднеюрско-миоценовый — платформенная стадия;

V этап, 5–0 млн лет — плиоцен-четвертичный нео-орогенный этап, время формирования современного Урала.

Геологические события на каждом этапе выделяются в отдельные стадии (рис. 2, рис. 3, рис. 4).

Геологическое строение территории, где располагаются шиханы, определяется наличием двух основных структурных комплексов, типичных для восточной части Восточно-Европейской платформы — кристаллического фундамента и залегающего на нем чехла осадочных пород. Фундамент, сложенный магматическими и метаморфическими породами, сформировался в течение самого первого — архей-раннепротерозойского (3.6–1.8 млрд лет) этапа развития Земли, когда несколько разрозненных участков земной коры — Балтия, Сарматия и Волго-Урاليا, «спаялись» в единый Восточно-Европейский континент (см. рис. 2, рис. 3, табл. 1). Первые осадочные породы отложились в крупных грабенах («авлакогенах»), образовавшихся в результате раскола кристаллического фундамента, подобно

Стадия	Шкала геологического времени	Реконструкция палеогеодинамической и палеогеографической обстановки	Геодинамическое событие
3	Венд (Эдиакарий по МСШ)	<p>600-539 млн.л</p> <p>Формирование складчатого горного сооружения и осадочных отложений - продуктов его разрушения</p> <p>Палео-уральское горное сооружение "Тиманиды"</p>	Коллизия континентов
2	Рифей-4 (Криогений по МСШ)	<p>720-600 млн.л</p> <p>Образование пассивной окраины континента с фиордами, ледниками и айсбергами</p> <p>Айсберг</p> <p>Ледник</p> <p>Ледниковые отложения</p> <p>Море</p>	Эпоха глобальных оледенений
1	Рифей 1-3 (Тоний и Мезо-протерозой МСШ)	<p>1750-720 млн.л</p> <p>Излияние базальтов в рифтовой впадине и накопление осадков (образование авлакогена)</p> <p>Рифт</p>	Распад суперконтинента Родиния

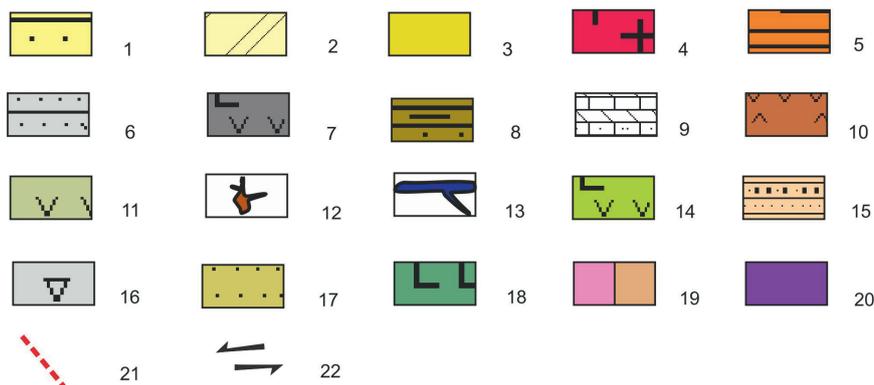


Рис. 2. Схемы-модели геологического развития территории — востока платформы и прилегающей части Южного Урала в докембрии (вне масштаба)

Составлена по материалам разных авторов [Чумаков, 1982; Пучков, 2000, 2010, 2019; Пучков, Козлов, 2005; Горожанин и др., 2015, 2019].

Условные обозначения: 1 — осадочные породы неогена; 2 — осадочные породы юры и мела; 3 — пермские эвапориты: соль, ангидрит; 4 — граниты; 5 — терригенные породы перми; 6 — осадочные породы карбона; 7 — вулканические породы карбона; 8 — осадки предгорной впадины; 9 — карбонатный шельф; 10 — вулканические породы девона; 11 — вулканические породы; 12 — магматический очаг; 13 — океаническая кора и зона ее погружения (субдукции); 14 — базальты ордовика и силура; 15 — осадочные породы венда; 16 — марино-гляциальные диамиктиты; 17 — осадки древнего рифейского авлакогена; 18 — базальты; 19 — континентальная земная кора (ВЕП — Восточно-Европейская платформа); 20 — мантия; 21 — разломы; 22 — направление движения континентов.

Fig. 2. Schemes-models of the geological development of the territory — the east of the platform and the adjacent part of the Southern Urals in the Precambrian (off-scale)

Compiled from the materials of various authors [Chumakov, 1982; Puchkov, 2000, 2010, 2019; Puchkov, Kozlov, 2005; Gorozhanin et al., 2015; 2019].

Legend: 1 — Neogene sedimentary rocks; 2 — Jurassic and Cretaceous sedimentary rocks; 3 — Permian evaporites: salt, anhydrite; 4 — granites; 5 — Permian terrigenous rocks; 6 — carboniferous sedimentary rocks; 7 — volcanic carboniferous rocks; 8 — sediments of the foothill depression; 9 — carbonate shelf; 10 — volcanic rocks of the Devonian; 11 — volcanic rocks; 12 — magmatic camera; 13 — oceanic crust and its immersion zone (subduction); 14 — Ordovician and Silurian basalts; 15 — sedimentary rocks of the Vendian; 16 — marine glacial diamictites; 17 — sediments of the ancient Riphean aulacogen; 18 — basalts; 19 — continental crust (VEP — East European Platform); 20 — mantle; 21 — faults; 22 — direction of continents movement.

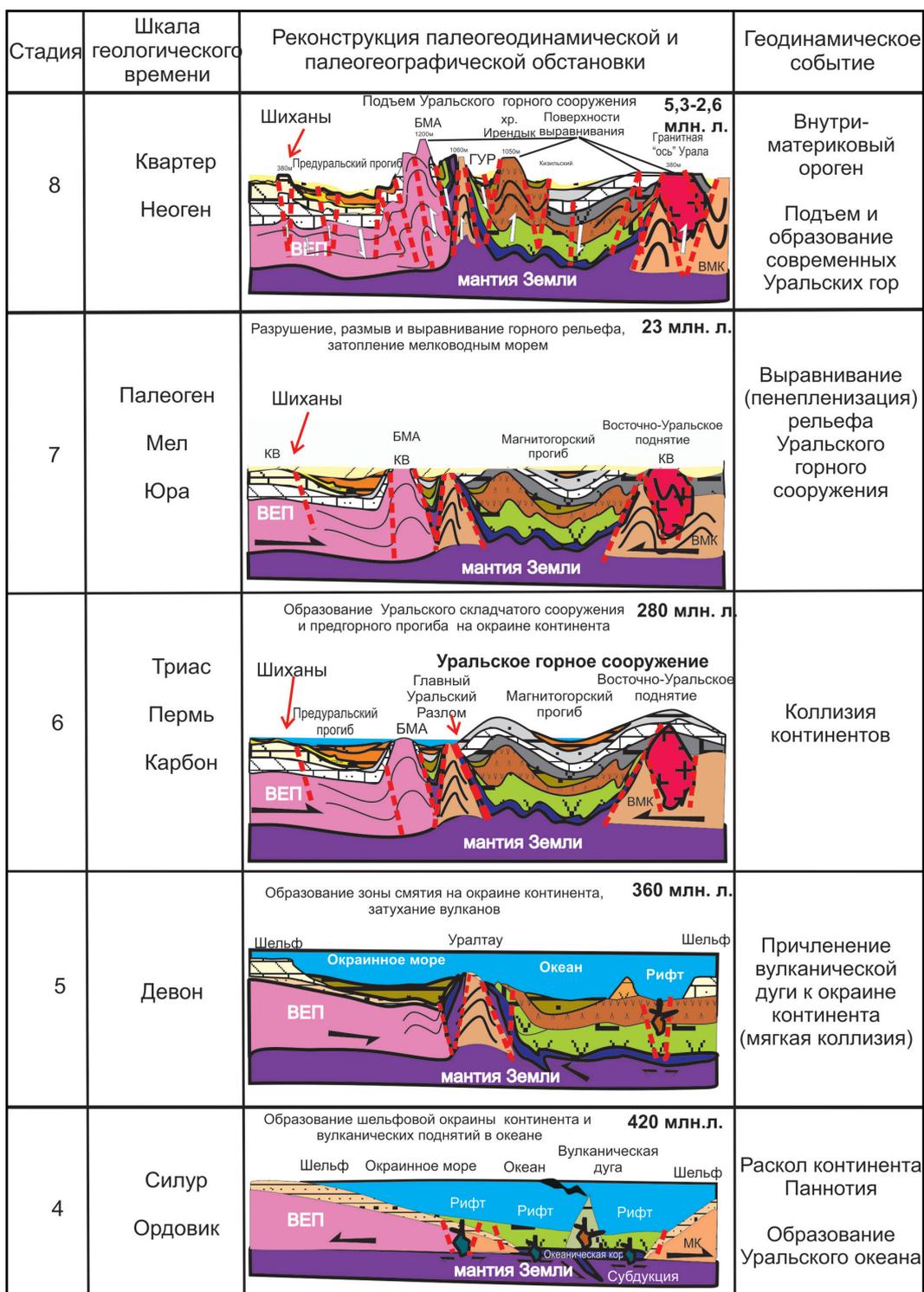


Рис. 3. Схемы-модели геологического развития территории — востока платформы и прилегающей части Южного Урала в фанерозое

Составлена по материалам разных авторов [Пучков, 2000, 2010, 2019; Горожанина и др., 2009; Горожанина, 2011]. Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 3. Schemes-models of geological development of the territory — the east of the platform and the adjacent part of the Southern Urals in the Phanerozoic

Compiled from the materials of various authors [Puchkov, 2000, 2010, 2019; Gorozhanina et al., 2009; Gorozhanina, 2011]. For legend see Fig. 2.

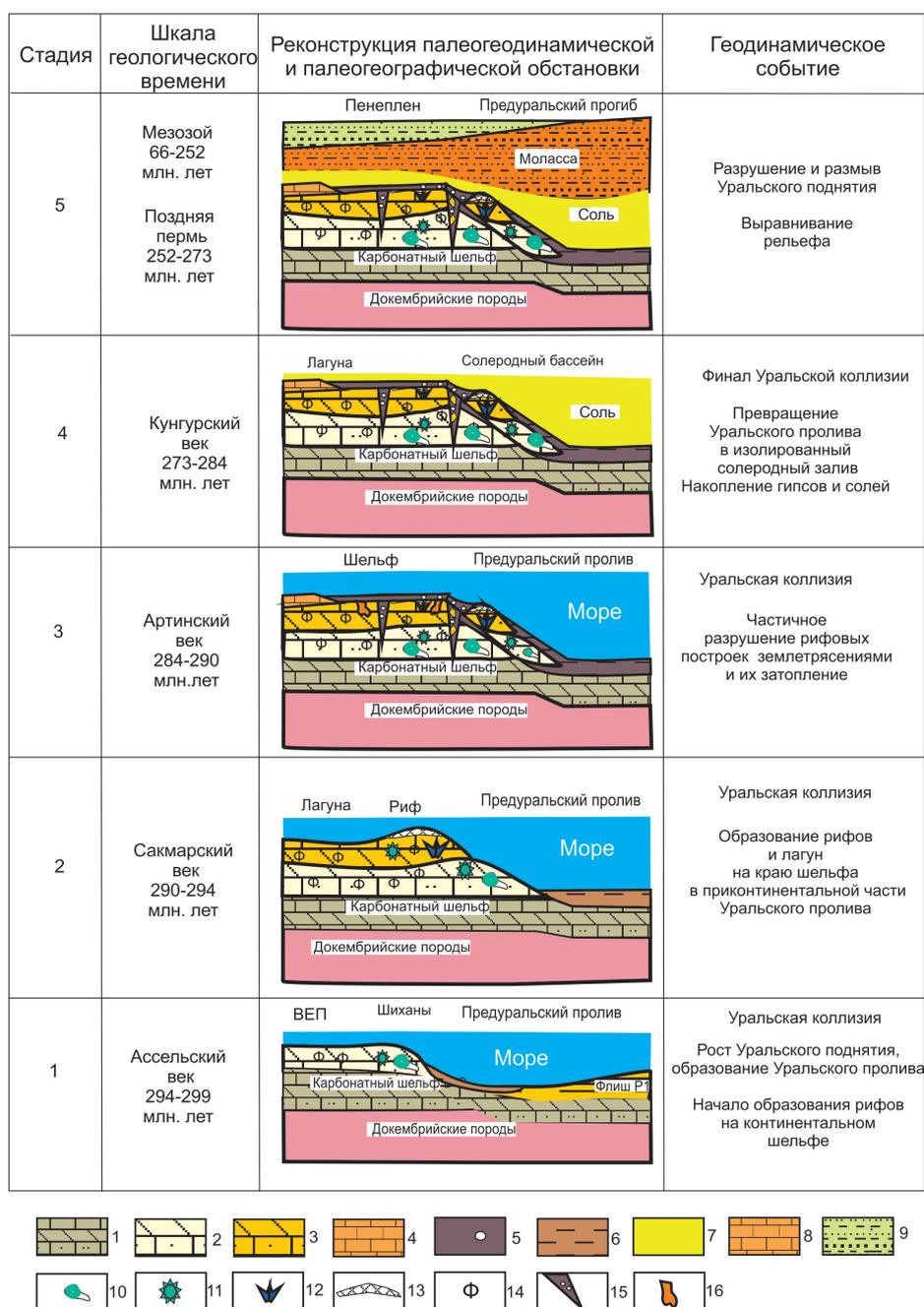


Рис. 4. Схема-модель развития территории в перми

Составлена по материалам разных авторов [Чувашов и др., 1996; Пучков, 2000, 2010; Горожанин, Горожанина, 2022].
 Условные обозначения: 1 — карбонатные породы девона и карбона; 2 — карбонатные породы ассельского яруса; 3 — карбонатные породы сакмарского яруса; 4 — карбонатные породы артинского яруса; 5 — глубоководные осадки артинского яруса с криноидеями; 6 — глубоководные осадки перми; 7 — эвапориты кунгурского яруса; 8 — терригенные породы верхней перми и триаса; 9 — осадки палеогена; 10 — тубифиты; 11 — мшанки; 12 — кораллы; 13 — палеоаплизины; 14 — фузулиды; 15 — нептунические дайки с криноидеями; 16 — карстовые полости.

Fig. 4. Scheme-model of territory development in Permian

Compiled from the materials of various authors [Chuvashov et al., 1996; Puchkov, 2000, 2010; Gorozhanin, Gorozhanina, 2022].
 Legend: 1 — carbonate rocks of the Devonian and Carboniferous; 2 — carbonate rocks of the Asselian stage; 3 — carbonate rocks of the Sakmarian stage; 4 — carbonate rocks of the Artian stage; 5 — deep-sea sediments of the Artinskian stage with crinoids; 6 — deep-sea sediments of the Permian; 7 — evaporites of the Kungurian stage; 8 — terrigenous rocks of Upper Permian and Triassic; 9 — Paleogene sediments; 10 — tubiphytes; 11 — bryozoans; 12 — corals; 13 — paleoaplysines; 14 — fusulinids; 15 — neptunian dikes with crinoids; 16 — karst cavities.

грабенам современной Африканской рифтовой системы. Территория с шиханами располагается в прибортовой зоне крупного Камско-Бельского авлакогена, заполненного осадочными породами, накапливавшимися в течение позднепротерозойского (1.8–0.54 млрд лет) этапа Земли и относятся к доплитной стадии развития осадочного чехла платформы. Эти отложения рифея и венда в наиболее полном виде можно наблюдать в прилегающей к номинируемому объекту территории складчатого Урала — в структуре Башкирского антиклинория, который представляет собой вовлеченный в складчатость край платформы. Рифейско-вендские осадки слагают здесь один из наиболее полных в мире разрезов (мощность более 10 км).

Последовательность геологических событий в течение рифейского этапа (см. рис. 2, стадия 1) отражена в осадочной «летописи» накоплением песчано-глинистых, вулканогенных и карбонатных осадков, которые образуют три крупных цикла осадконакопления — ранне-, средне- и позднерифейский (RF₁ — RF₃). Каждый цикл начинается базальными грубообломочными породами и заканчивается глинистыми и карбонатными осадками. Выше позднерифейского цикла, в настоящее время выделяется еще один, соответствующий криогению международной стратиграфической шкалы (см. рис. 2, стадия 2). Его особенностью является присутствие отложений смешанного марино-гляциогенного, т. е. ледникового генезиса, которые по всему миру отражают этап существования Земли — «снежка» в эпоху глобальных оледенений. Эти отложения распространены в западной и восточной зонах Башкирского антиклинория [Горожанин и др., 2015, 2019]. Вендский комплекс позднепротерозойского этапа (см. рис. 2, стадия 3), соответствующий эдиакарию Международной стратиграфической шкалы, охарактеризован молассой древнего Уральского горного сооружения — Палеоурала [Олли, 1948] (или Палеотимана — горного сооружения «Тиманиды» по В. Н. Пучкову [Пучков, 2000, 2010, 2019]), который не сохранился в структуре современного Урала. От него остались лишь продукты его разрушения — вендские конгломераты и песчаники, которые позднее, во время следующей — палеозойской уральской орогении, были деформированы вместе с вышележащими палеозойскими осадками. В результате вендской коллизии и орогенеза возник древний палеоконтинент Лавруссия (Паннотия). На территории шиханов все докембрийские породы находятся на большой глубине и перекрыты палеозойскими

осадками, они были обнаружены только глубокой скважиной Шихан-5, пробуренной к северу от горы Торатау. Отложения представлены песчаниками, аргиллитами, известняками, относящимися к третьей — позднерифейской стадии осадконакопления и вендской молассе.

Между рифейско-вендскими и типичными «плитными» отложениями был длительный промежуток континентального стояния, когда в течение кембрийского, ордовикского и силурийского периодов накапливались маломощные осадки, впоследствии размывтые в связи с девонской трансгрессией. В результате в настоящее время существует стратиграфический перерыв между вендскими и вышележащими девонскими отложениями. В ордовике по системе грабенов произошел раскол древнего континента Лавруссия (или Паннотия) (см. рис. 3, стадия 4); основной тектонический грабен находился на прилегающей территории современного Урала. В результате рифтогенеза начал формироваться Уральский палеоокеан, который разделил палеоконтинент Лавруссию (Паннотию) на Балтику (Восточно-Европейский континент) и Лаврентию (Северо-Американский континент) [Пучков, 2000]. Раскрытие Уральского океана сопровождалось формированием океанических базальтов и яшмоидов — типичных глубоководных океанических осадков, а позднее вулканогенно-островодужных образований, выходы которых находятся на восточном склоне Урала. Восточная окраина континента Балтика при этом оставалась пассивной, т. е. без активного вулканизма, подобно современной окраине Атлантики; в силуре на ней накапливались шельфовые и маломощные глубоководные осадки, к настоящему времени сохранившиеся лишь фрагментарно.

Чехол осадочных отложений, слагающий типичный «плитный» комплекс платформы, на Восточно-Европейском континенте начал формироваться с девонского времени. В девоне восточный край континента представлял собой шельф — погруженную мелководно-морскую часть, на которой последовательно накапливались песчаные, глинистые и карбонатные осадки. В конце позднего девона, во франском веке, в восточной части континента сформировалась особая формация пород, обогащенных органическим веществом морского нектонного и планктонного генезиса (кониконхии, радиолярии). Считается, что именно эта формация, названная доманиковой, является нефтематеринской для всех месторождений нефти и газа крупной Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. В конце франского

Таблица 1. Глобальные геодинамические события, запечатленные в осадочной летописи на территории юго-востока Русской платформы и прилегающей части складчатого Урала в диапазоне времени 1600–0.1 млн лет
 Table 1. Global geodynamic events recorded in the sedimentary chronicle on the territory of the south-east of the Russian Platform and the adjacent part of the folded Urals in the time range 1600–0.1 million years

Подразделение Международной геохронологической шкалы	Глобальное геодинамическое событие	Региональное проявление события	Подразделения Российской геохронологической шкалы (отделы, ярусы, комплексы и свиты)	Характерный осадочный комплекс
Мезопротерозой 1600–1000 млн лет	Раскол древнего континента Волго-Уралии (?)	Образование Камско-Бельской рифтовой впадины на окраине континента;	Ранний рифей (айская, саткинская и бакальская свиты)	Терригенные прибрежно-аллювиальные и карбонатные лагунные осадки
		Заложение машакского рифта с риолит-базальтовым вулканизмом.	Средний рифей (зигальгинская, машакская, зигазинско-комаровская и авзянская свиты)	Терригенные мелководные отложения
Неопротерозой (тоний) 1000–720 млн лет	Раскол древнего континента Родиния	Продолжение раскрытия Камско-Бельской рифтовой впадины; Субщелочной магматизм.	Поздний рифей (зильмердакская, катавская, инзерская и миньярская, аршинская свиты)	Морские мелководные осадки: песчаные комплексы, щелочные вулканиты
Неопротерозой (криогений) 720–635 млн лет	Эпоха древних оледенений	Образование эрозионных впадин — фьордов на пассивной окраине древнего континента ПротоБалтика.	Венд. Нижняя часть ашинской серии (толпаровская, суировская, бакеевская и урюкская свиты)	Ледниково-морские осадки (диамиктиты — песчаные и валунные конгломераты)
Неопротерозой (эдиакарий) 635–539 млн лет	Коллизия древнего континента ПротоБалтика с другими протоконтинентами: Гондвана и др.	Образование Протоуральского складчатого пояса Тиманид с предгорным прогибом.	Венд. Верхняя часть ашинской серии: (басинская, кукаркауская и зиганская свиты)	Молассовые осадки предгорного прогиба — песчаники и конгломераты
Кембрий 539–485 млн лет	Континентальный перерыв Раскол древнего континента		Рифтогенный медногорский комплекс	Известняки с археоциатами
Ордовик — силур 485–419 млн лет	Раскол палеоконтинента Лавруссия с образованием отдельных континентов: Лаврентия (Сев. Америка) и Балтика (Восточно-Европейская платформа или ВЕП)	Образование Уральского палеоокеана	Кидрясовская песчаная свита. Кураганская туфо-алевролитовая свита. Поляковская кремнисто-базальтовая свита. Набиулинская и др свиты. Сакмарская сланцевая свита	Терригенные и карбонатные осадки окраины платформы. Вулканогенные и вулканогенно-осадочные океанические и островодужные комплексы Сакмарской зоны и зоны ГУР
Ранний и средний девон 416–383 млн лет	Образование системы островных вулканических дуг (типа Курильской) в Уральском палеоокеане	Формирование терригенного и карбонатного шельфа на пассивной окраине континента Балтика	Лохковский и пражский ярусы: рифовые известняки; хлеבודаровская терригенная свита. Эмский ярус: такатинская песчаная свита. Эйфельский и живетский ярусы: афонинская и др. карбонатные свиты	Прибрежно-морские песчаные и шельфовые карбонатные отложения. Вулканогенно-осадочные комплексы Магнитогорской дуги

Таблица 1.
Table 1.

Подразделение Международной геохронологической шкалы (млн лет)	Глобальное геодинамическое событие	Региональное проявление события	Подразделения Российской геохронологической шкалы (отделы, ярусы, комплексы и свиты)	Характерный осадочный комплекс
Ранний и средний девон 416–385 млн лет	Образование системы островных вулканических дуг (типа Курильской) в Уральском палеоокеане	Формирование терригенного и карбонатного шельфа на пассивной окраине континента Балтика	Лохковский и пражский ярусы: рифовые известняки; хлебаровская терригенная свита. Эмский ярус: такатинская песчаная свита. Эйфельский и живетский ярусы: афонинская и др. карбонатные свиты.	Прибрежно-морские песчаные и шельфовые карбонатные отложения. Вулканогенно-осадочные комплексы Магнитогорской дуги
Поздний девон — ранний карбон 383–323 млн лет	Коллизия (столкновение) окраины континента Балтика с Магнитогорской вулканической дугой, начальная стадия закрытия Уральского палеоокеана	Формирование Зилаирского флишевого бассейна. Погружение шельфа континента Балтика. Формирование Камско-Кинельской системы прогибов.	Франский и фаменский ярусы, зилаирская флишевая свита, доманиковская, мендымская, аскынская и др. карбонатные свиты. Турнейский, визейский, серпуховский ярусы: карбонатные отложения	Карбонатные и терригенные отложений шельфа Русской платформы
Каменноугольная система пенсильваний, 323–307 млн лет	«Уральская коллизия» Столкновение континента Балтики с Казахстанским континентом. Начало формирования суперконтинента Пангеи	Начальная стадия формирования складчатого Урала. Образование флишевого прогиба, наложенного на континентальную окраину	Башкирский и московский ярусы (терригенно-карбонатные депрессионные и флишевые отложения, шельфовые карбонатные осадки)	Комплекс терригенно-карбонатных отложений флишевого прогиба и карбонатных отложений шельфа пассивной окраины ВЕП
Поздний карбон — ранняя пермь 307–283 млн лет	«Уральская коллизия» Столкновение окраины континента Балтика (и прилегающих вулканических дуг) с Казахстанским континентом	Формирование Уральского складчатого пояса и Предуральского передового прогиба на окраине ВЕП. Превращение Уральского океана в пролив	Гжельский ярус позднего карбона, ассельский, сакмарский, артинский ярусы ранней перми: флишевые и депрессионные отложения, карбонатные, в том числе рифовые, образования	Терригенно-карбонатные отложения флишевого прогиба и карбонаты шельфа с рифовыми комплексами — аналогами Австралийской барьерного рифа

Таблица 1.
Table 1.

Подразделение Международной геохронологической шкалы (млн лет)	Глобальное геодинамическое событие	Региональное проявление события	Подразделения Российской геохронологической шкалы (отделы, ярусы, комплексы и свиты)	Характерный осадочный комплекс
Ранняя пермь 283–273 млн лет	«Уральская коллизия»: поздняя стадия. Кунгурский кризис солености — аналог мессинского события в Средиземноморье	Отчленение Уральского пролива от мирового океана, превращение его в эвапоритовый бассейн и заполнение солями	Ранняя пермь Приуральский отдел, кунгурский ярус: филипповская, иреньская свиты	Комплекс отложенный солеродного бассейна — гипсы, соли, доломиты
Средняя — поздняя пермь 273–252 млн лет	«Уральская коллизия». Завершение столкновения континентов. Формирование суперконтинента Пангея	Заполнение Предуральского прогиба молассой — продуктами разрушения Уральского орогена	Поздняя пермь. Уфимская свита, казанский и татарский ярусы: красноцветные терригенные и карбонатные отложения	Континентальные и прибрежно-морские отложения; красноцветные гравелито-песчаные осадки (моласса)
Триас — юра 252–145 млн лет	Раскол суперконтинента Пангея. Раскрытие юрского палеоокеана Тетис	Континентальная стадия — разрушение и выравнивание (пенепленизация) древних Уральских гор	Триасовые аллювиально-озерные осадки: зирганская и гирьяльская красноцветные свиты. Юрские сероцветные угленосные осадки, песчано-галечные пролювиальные образования	Комплекс предгорных конусов выноса (красноцветные песчаники, конгломераты)
Мел 145–66 млн лет	Эпиконтинентальные моря и проливы на Евразийском материке	Пенепленизация (выравнивание) территории и затопление мелководным морем	Поздний мел, сантонский ярус, глауконитовые кварцевые пески, глины, конгломераты	Комплекс прибрежно-морских песчаных отложений
Палеоген 66–23 млн лет	Континентальный режим	Размыв	Эоценовые пески и галечники Олигоцен, тюльганская свита песков	Комплекс песчаных отложений озёрного типа
Неоген — четверть 23–0.1 млн лет	Коллизия континентов Африка, Индостана и Аравия с Евразийским материком (Альпийская складчатость), «закрытие» палеоокеана Тетис	Образование неотектонического внутри-материкового горного сооружения — поднятие современных Уральских гор и активизация прилегающей части платформы. Начало карстового процесса	Миоцен, приуральская угленосная серия. Плиоцен, кинельская свита. Акчагыльские и апшеронские известково-глинистые песчаники и галечники Четвертичные отложения аллювиального генезиса	Комплекс песчаных и глинистых отложений, заполняющих угленосные грабены в Предуральском прогибе. Пещерные отложения

Примечание. Таблица составлена по материалам разных авторов [Пучков, 2000, 2010, 2019; Рождественский, 1971; Зиняхина, 1988; Копп, 2005].

Note. The table is based on the materials of various authors [Puchkov, 2000, 2010, 2019; Rozhdestvensky, 1971; Zinyakhina, 1988; Kopp, 2005].

века и в фамене на Урале начались коллизионные процессы столкновения континента Балтики с восточными островодужно-вулканогенными блоками (Магнитогорская вулканическая дуга), которые сопровождалась накоплением фаменского грауваккового флиша в глубоководных прогибах (см. рис. 3, стадия 5). В результате этих конвергентных процессов «поглощения» земной коры Уральский океан стал уменьшаться в размерах — «закрываться». В это же время, восточная окраина Балтики, хотя и оставалась пассивной (т. е. на ней не было активного вулканизма), в результате коллизии подверглась расколу и на ней сформировалась Камско-Кинельская система прогибов.

В каменноугольный период началось столкновение окраины континента и причленёнными к ней вулканическими дугами с Казахстанским континентом. Это время считается началом основной (континентальной) уральской коллизии, давшей толчок образованию Уральского складчатого сооружения и сборки континентов в единый суперконтинент — Пангею [Пучков, 2000]. Осадконакопление в это время на пассивной окраине Балтики было преимущественно карбонатным; впадины Камско-Кинельской системы в течение визейского века заполнились песчаными и глинистыми осадками. Общая мощность девонско-каменноугольных отложений, вскрытых скважиной Шихан-5, достигает 1300 м.

Максимальной интенсивности континентальная коллизия достигла к концу каменноугольного и началу пермского периода (см. рис. 3, стадия 6), когда Уральское складчатое сооружение приобрело большую высоту. Как результат, для сохранения изостатического равновесия перед растущим орогеном сформировалось крупное понижение земной коры — Предуральский предгорный прогиб. Геоморфологически это выразилось в отделении Уральского пролива, обособленного от основной части Уральского океана растущим орогеном. Осадконакопление в это время стало резко дифференцированным. С востока прогиб заполнялся сносимыми с орогена терригенно-карбонатными осадками ритмичного строения и большой мощности (флишем), в центральной части — маломощными глинисто-карбонатными отложениями. В западной части Предуральского прогиба на кромке шельфа началось формирование биогермов, образовавших впоследствии шиханские рифовые массивы.

Этот комплекс осадков, накопившихся в разных фациальных условиях, перекрыт мощной толщей эвапоритов (гипса и соли). Они образова-

лись в результате того, что растущие Уральские горы окончательно перекрыли связь Уральского пролива с Мировым океаном, и он, став заливом, в условиях жаркого приэкваториального климата превратился из обычного морского бассейна в солеродный. За небольшой промежуток времени — 5 млн лет, соответствующий кунгурскому веку пермского периода, накопилась гигантская толща солей. Подобное соленакопление происходило во время мессинского кризиса солёности в миоцене в Средиземноморье. Отличие кунгурских солей состоит только в том, что мессинские соли были вновь затоплены морскими водами, прорвавшимися через перемычку Гибралтара, образовав Средиземное море, а кунгурский бассейн (Уральский залив) полностью пересох. В поздней перми толща кунгурских эвапоритов была перекрыта терригенными красноцветными осадками, образовавшимися при разрушении Уральского складчатого сооружения. Эти отложения названы «молассой» по аналогии с толщиной красноцветных отложений, образованных при разрушении Альпийских гор. Молассовый комплекс формировался в течение позднепермского и триасового периодов, когда Уральские горы были молодыми и высокими.

Мезо-кайнозойский (среднеюрско-миоценовый, 175–5 млн лет) этап связан с завершением активного этапа формирования складчатой области уралид, эрозией гор, образованием пенеплена и распространением платформенных условий развития на всей территории. Поверхности выравнивания сохранились на вершинах некоторых гор, в том числе и на шиханах.

Дальнейшая история развития территории шиханов во многом неясна, так как осадки, соответствующие юрскому, меловому и палеогеновому периодам практически отсутствуют; произошло выравнивание рельефа, поверхность была пенепленизирована (см. рис. 3, стадия 7). Уральские горы, образованные коллизией континентов в конце палеозоя, фактически перестали существовать как горы, выраженные в рельефе.

Неотектонический этап определил современные формы рельефа. В это время произошло поднятие и деформация территории. Структурные планы предыдущих этапов были нарушены сдвиговыми деформациями [Копп, 2005], часто по ранее заложенным разломам (реактивации), что обусловило блоковое строение территории, подчеркнутое развитием планетарной ромбической сети разломов.

В неогеновом периоде кайнозойской эры (см. рис. 3, стадия 8) произошла активизация тектонических событий, вызванная сдвигово-блоковой передачей тектонических импульсов от геодинамических событий коллизии континентов Индостан и Евразия. На месте пенепленизированного (выровненного) орогена стали расти современные Уральские горы, которые являются внутриматериковым орогеном [Рождественский, 1971], образованным на большом удалении от линии конвергенции материков. Он также является, по сути, третьим по счету Уральским орогеном, образованным в течение всей геологической истории. В результате роста гор и подъема отдельных блоков, таких как Шиханское поднятие, толща осадков, перекрывающих рифовые массивы, была размита, а сами рифы были выведены на поверхность Земли и подверглись действию экзогенных процессов, прежде всего эрозии и карстованию.

История геологического развития территории в раннепермское время

Раннепермская история относится к палеозойско-мезозойскому этапу развития территории. По геодинамическим реконструкциям взаиморасположения палеоконтинентов в ранней перми приуральская окраина Восточно-Европейского континента (ВЕП) располагалась субширотно вблизи экватора [Пучков, 2000]. В раннепермской истории геологического развития территории, где находятся шиханы, реконструированы несколько стадий [Чувашов и др., 1996; Пучков, 2000, 2010, 2019].

1-я стадия.

Зарождение рифов (ассельское время)

На ранней стадии (см. рис. 4, стадия 1) формирование отложений связано с образованием Предуральского краевого прогиба — глубоководной впадины меридионального простирания, наложенного на шельф Восточно-Европейского континента в связи с ростом Уральского складчатого пояса. Образование горно-складчатого Урала было вызвано глобальным явлением — коллизией литосферных плит, одной из которых и являлся Восточно-Европейский континент [Пучков, 2000]. Впадина формировалась в результате раскола шельфа по тектоническим разломам. В результате шельф, полого погружавшийся в восточном направлении, был дифференцирован — восточная часть его опустилась до больших, практически океанических

глубин (1000 м), куда сносились осадки с поднимавшегося Уральского горного сооружения, а западная, примыкавшая к континенту, испытала подъем. Образовался уступ, верхняя часть которого находилась в фотической зоне (т. е. на относительно небольших глубинах, куда мог проникать солнечный свет) и там могли формироваться первые разрозненные водорослево-бактериальные биогермы, сложенные тубифитами — своеобразными водорослями, «запечатанными» футляром бактериальных пленок. Кроме тубифитовых биогермов, возникли также поселения мшанок, ставшие основными строителями биогермов. Мшанковые биогермы не отличались крупными размерами (десятки сантиметров), но частое их появление в разрезе ассельских и сакмарских отложений указывает на массовое образование мелких скоплений, которые перемежались с обломочными карбонатными осадками [Горожанина, Горожанин, 2019; Горожанина и др., 2023].

2-я стадия.

Рост рифов (сакмарское время)

На этом этапе (см. рис. 4, стадия 2) большую часть карбонатных осадков слагали мелкие раковины простейших организмов — фузулинид. Агрегат карбонатных осадков, состоящий из скоплений мшанок, фузулинидового песка и раковин других бентосных организмов — брахиопод, одиночных кораллов, образовал мелководный шельф, где периодически возникали массовые поселения колониальных кораллов — ругоз, формировавших калиптры — небольшие колониальные постройки, периодически засыпавшиеся карбонатно-раковинным песком. Накопившиеся в виде «слоеного пирога» мелководные осадки к концу сакмарского времени увенчались более однородным и протяженным биогермом, состоящим из палеоаплизин — пластовых организмов гидроидного типа, которые, хорошо сохранились благодаря быстрому замещению органического остатка карбонатными минералами после их захоронения. Палеоаплизиновая постройка имела пластовую форму, покрывая как одеялом («биостромом») все осадки. Максимальная мощность палеоаплизинового биогерма установлена в южной части горы Куштау — 46 м (здесь он состоит из двух биостромовых пластов, разделенных прослойкой карбонатных зернистых отложений). На горах Торатау и Юрактау палеоаплизиновые биостромы уничтожены поздней эрозией и не сохранились в разрезе. Крупный палеоаплизиновый биогерм

зафиксирован на Шахтау [Раузер-Черноусова, 1950; Королюк, 1985]

Этап завершился формированием рифовой зоны, которая иногда, возможно, выводилась на уровень моря и подвергалась карстованию. Следы этого процесса запечатлены в виде брекчии, напоминающую карстовую, в одной из скважин на г. Куштау. Об этом же свидетельствуют многочисленные инкрустации корочками карбонатных минералов, наблюдаемые на многих органических остатках, особенно мшанках и палеооплизинах. Изотопными исследованиями в этих корочках установлено влияние атмосферных осадков [Zempolich, Cook, 2002]. Известно, что в карьере Шахтау были обнаружены фрагменты окаменелой древесины, замещенной карбонатом кальция [Кулагина и др., 2015], что косвенно указывает на субэвральную экспозицию карбонатного массива. Эти находки не имеют, однако, четкой стратиграфической привязки, поэтому нельзя достоверно утверждать, росли ли эти деревья на рифовых островах. Очевидно, они могли также приноситься из других мест в результате штормовой активности.

3-я стадия.

Затопление зоны рифов, образование непунических даек (артинское время)

Кроме штормовых воздействий, в карбонатных комплексах зафиксирована также сейсмо-тектоническая активность, выразившаяся в образовании вызванных землетрясениями трещин, которые засыпались сверху перекрывающими осадками. Такие тела, секущие напластования осадков, и называемые непуническими дайками, наиболее ярко проявились немного позднее, в артинское время [Горожанин, Горожанина, 2022], а первые дайки, как установлено палеонтологическим датированием, начали формироваться в конце сакмарского века [Чувашов и др., 1996; Vennin, 2007]. Они впервые были описаны в 80-х годах как межбиогермные полости [Королюк, 1985], затем признаны конседиментационными тектоническими трещинами [Чувашов и др., 1996; Vennin, 2007]. Непунические дайки рассматриваются как индикаторы палеоземлетрясений, имевшие место из-за коллизионных процессов во время Уральского орогенеза [Горожанин, Горожанина, 2022].

В артинское время произошло затопление рифового края шельфа и перекрытие его слоистыми глинисто-карбонатными осадками, содержащими мелкие трубкообразные кораллы рода

Cladochonus. Коллизия континентов, вызвавшая образование Уральского горного сооружения, отразилась и в краевой части платформы, где формировались рифовые комплексы. В артинское время они подвергались трещинообразованию и частичному обрушению из-за землетрясений (см. рис. 4, стадия 3). Массовые непунические дайки («залеченные» осадками тектонические трещины) установлены во всех карбонатных массивах [Чувашов и др., 1996; Vennin, 2007; Горожанин, Горожанина, 2022], в том числе наблюдаются в скважинах на г. Куштау [Горожанина и др., 2023].

4-я стадия.

Перекрытие рифов эвапоритовыми осадками (кунгурское время)

После перекрытия рифовых образований глубоководными осадками артинского возраста, Предуральский краевой прогиб, который на поверхности был выражен Уральским морским проливом, отделился растущим горным сооружением Урала от мирового океана и в условиях приэкваториального климата стал быстро превращаться в изолированный солеродный бассейн (см. рис. 4, стадия 4). Это явление, имевшее место в кунгурское время (275–270 млн лет) было аналогично событию, случившемуся в период 5.9–5.3 млн лет назад в Средиземноморье, известному как мессинский кризис солёности [Чумаков, 1982]. В результате ассельско-сакмарские рифы и артинская толща покрылись эвапоритовыми осадками — гипсами и солями большой мощности. Предуральский прогиб вместе с Прикаспийской впадиной, представлявших в кунгурское время единый солеродный бассейн, являются одним из крупнейших в мире мест соленакопления.

5-я стадия. Континентальная

В поздней перми толща кунгурских эвапоритов была перекрыта терригенными красноцветными осадками, образовавшимися при разрушении Уральского складчатого сооружения (см. рис. 4, стадия 5). Эти отложения названы «молассой» по аналогии с толщей красноцветных отложений, образованных при разрушении Альпийских гор. Молассовый комплекс формировался в течение короткого промежутка времени, когда Уральские горы были молодыми и высокими — в течение поздней перми и триасового периода. Кунгурские эвапориты и перекрывающая их моласса — по-

следние осадочные отложения, по которым реконструируется геологическая история шиханов.

Уфимские и другие красноцветные отложения в районе Шиханского блока отсутствуют. На размытой поверхности кунгурских пород залегают третичные отложения — кварцевые пески и песчаники, конгломераты и галечники с прослоями серых глин (Федоренко, 1957ф).

Более молодые осадки, соответствующие юрскому и меловому периодам мезозоя и палеогеновому периоду кайнозоя в разрезе шиханов не сохранились. В Приуралье они фрагментарны и представлены терригенными осадками континентального генезиса, что свидетельствует о том, что в этот период време-

ни на территории шиханов были континентальные условия, формировались сглаженный рельеф и коры выветривания, объединяемые общим понятием пенеплен (см. рис. 4, стадия 5).

На поверхности нижнепермских известняков, на горе Юрактау установлено наличие галек аллювиального (речного) типа, представленных кварцем и кремнем. Аналогичные гальки встречаются в скважине на закарстованной поверхности известняков на вершине горы Куштау. Они могут быть остатками отложений уфимского яруса, сносившихся в виде предгорных потоков с уральских гор в позднепермское время и впоследствии размытых, либо остатками речной террасы реки,

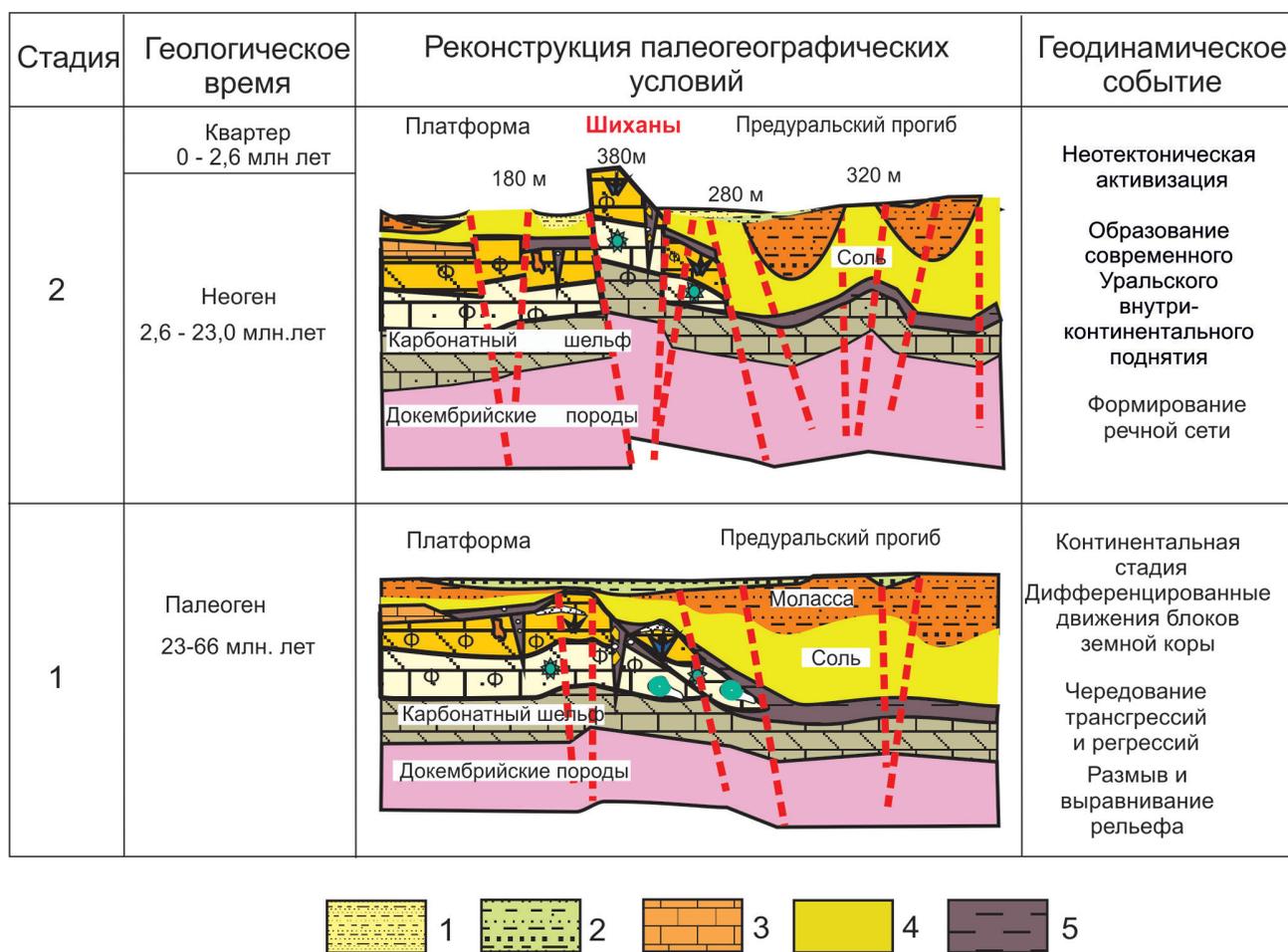


Рис. 5. Схема-модель развития территории в неогене и квартере

Составлена по материалам разных авторов [Рождественский, 1971; Зиняхина, 1988; Пучков, 2000, 2010, 2019].
Условные обозначения: 1 — осадки неогена и квартера; 2 — осадки палеогена; 3 — осадки ранней перми — триаса; 4 — эвапориты, соль; 5 — глубоководные осадки ранней перми. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 5. Scheme-model of territory development in the Neogene and the Quaternary

Compiled from the materials of various authors [Rozhdestvensky, 1971; Zinyakhina, 1988; Puchkov, 2000, 2010, 2019].
Legend: 1 — Neogene and Quaternary sediments; 2 — Paleogene sediments; 3 — Early Permian — Triassic sediments; 4 — evaporites, salt; 5 — deep-sea sediments of Early Permian. For the remaining symbols, see Fig. 2.

протекавшей в этом месте до неотектонической активизации в неогене. Реликты этой мезо-кайнозойской денудационной равнины встречаются на выровненных водораздельных пространствах в виде россыпей песчано-галечного материала [Зиняхина, 1988].

История геологического развития в неогене

Неотектоническое воздымание Шиханского блока земной коры

Этот этап, наиболее молодой в геологической истории шиханов, начался в неогене в связи с за-

вершением глобальных геодинамических процессов в Альпийско-Гималайском складчатом поясе, вызванных коллизией Евразия с Аравийским щитом и Индостаном. В результате передачи тектонических импульсов от Гималаев по косым сдвигам типа Талассо-Ферганского разлома, активизировалась вся восточная часть Восточно-Европейского континента [Копп, 2005]. Возникли Оренбургский и Башкирский своды, Бугульмино-Белебеевская возвышенность, Шихано-Ишимбайская седловина. Уральское складчатое сооружение, почти выровненное к концу мезозоя, также активизировалась и на месте бывшего орогена поднялся современный внутриматериковый Уральский ороген (рис. 5).

Активизация тектонических процессов реконструируется по элементам сохранившегося

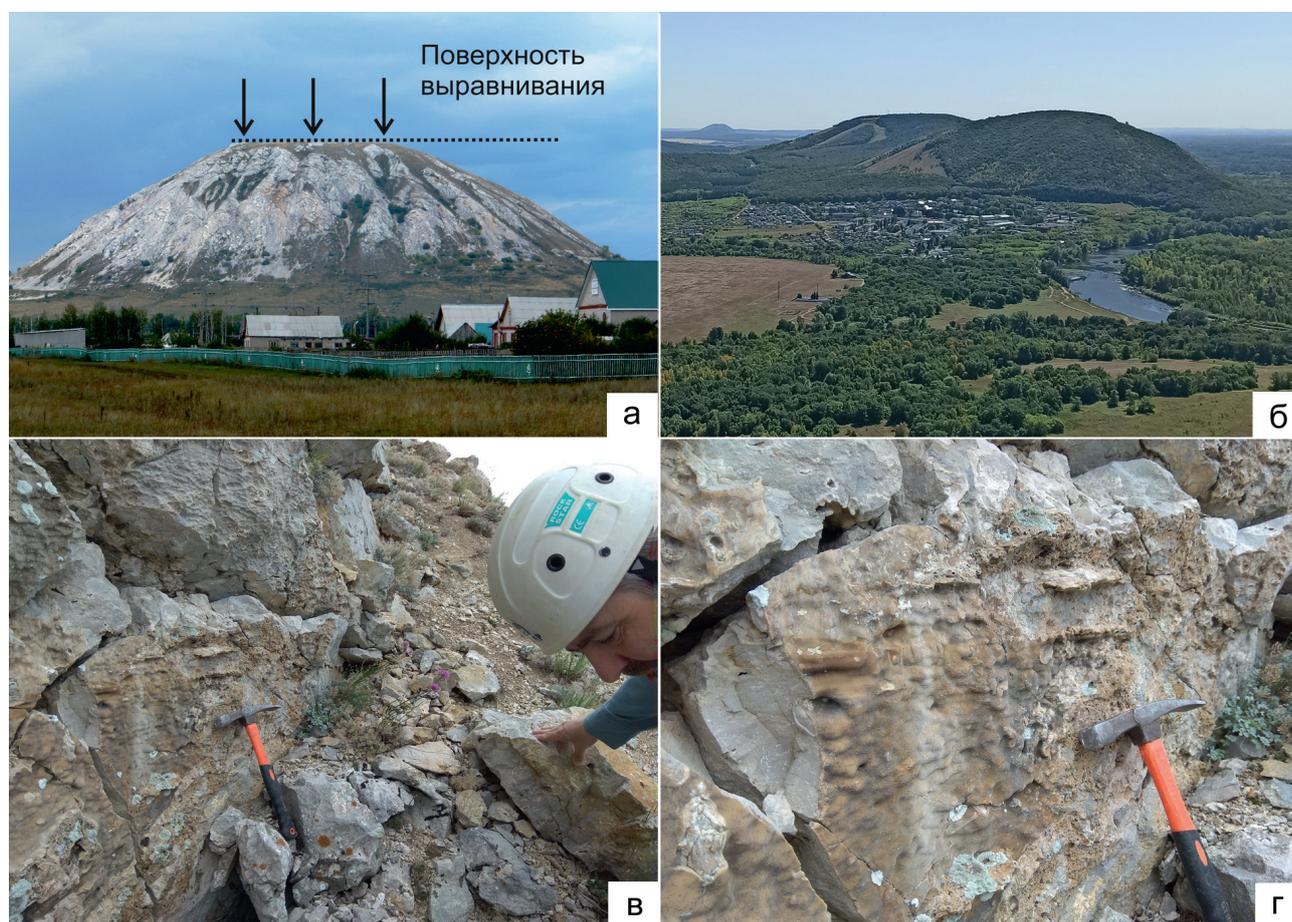


Рис. 6. Свидетельства неотектонической активизации территории шиханов в неогене

Условные обозначения: а — б — поверхности выравнивания (пенепленизации) на вершинах гор Торатау (а) и Куштау (б); в — г — кальцитовые корочки на поверхности трещин в известняках — следы карстового процесса в привершинной части горы Торатау. Фото В. М. Горожанина.

Fig. 6. Evidence of neotectonic activation of the Shikhan territory in the Neogene

Legend: а — б — surfaces of alignment (peneplanation) on the tops of the mountains Toratau (а) and Kushtau (б); в — г — calcite crusts on the surface of cracks in limestone — traces of karst process in the upper part of Toratau mountain. Photo by V. M. Gorozhanin.

палеорельефа — поверхностям выравнивания на горах Торатау и Куштау (рис. 6 а, б), и другим косвенным признакам. На этом этапе Шиханский блок земной коры был приподнят по тектоническим разломам субширотного простирания; примерно за 5 млн лет он был отпрепарирован процессами выветривания и приобрел современный вид в виде изолированных гор-одинок. Амплитуда подъема шиханского блока составила около 1000 м. Она определена по сравнению положения кровли нижнепермских известняков. Вершина горы Торатау находится на абсолютной отметке +400 м над уровнем моря. В соседнем Ишимбайском массиве кровля этих известняков находится на глубине свыше 500 м. Для Волго-Уральской антеклизы амплитуда погружения кровли нижнепермских рифовых известняков достигала 5 км. На границе с Казахстаном поверхность нижнепермских рифовых карбонатов в Предуральском краевом прогибе опущена на глубину 4.5 км [Горожанин и др., 2013].

Толща кунгурских солей в течение этого этапа подверглась тектоническим деформациям и испытала значительное перераспределение. Из единого слоя пластообразной формы сформировались вертикальные соляные столбы и гряды — диапиры, достигающие на юге Предуральского прогиба высоты 4–5 км, а промежутки между ними — межсолевые мульды, сложены отложениями верхней перми и мезозоя, перекрывающими кунгурскую соль [Горожанин, Горожанина, 2010; Горожанин и др., 2013].

На Шиханском приподнятом блоке соляные диапиры уничтожены эрозией и сохранилась лишь гипсовая толща, слагающая основание кунгурских солей. Эту толщу со следами тектонических деформаций, типичных для солянокупольных областей, можно наблюдать в непосредственной близости от шиханов в разрезе по р. Селеук, и на горе Новый Шихан. Южнее, на опущенном Ишимбайском блоке, эвапориты наблюдаются уже в виде диапиров (г. Магаш).

Неотектоническое воздымание Шиханского блока подтверждается наличием реликтов карстовых пещер и других явлений, обнаруженных на вершинах гор Куштау и Торатау. В привершинной части горы Торатау в стенке, оставшейся от разрушенной пещеры, найдены кальцитовые наросты и натёки в виде горизонтальных полос, представляющих собой следы бывшего стояния, или уровни подземных вод, которые производили карстующее воздействие на вмещающие извест-

няки (см. рис. 6, в, г). Очевидно, этот процесс мог осуществляться только тогда, когда весь карбонатный массив находился под поверхностью земли на уровне грунтовых вод. Тектонический подъем блока вызвал резкое падение базиса эрозии, активизацию карстовых и обвальных процессов. Можно заключить, что указанные карстовые явления на вершинах гор относятся не к современному, а более древнему, вероятно неогеновому периоду геологической истории, соответствующему началу тектонической активизации. Таким образом, в шиханах выражены два этапа образования карста — неогеновый и современный; от неогенового остались лишь отдельные реликты в виде привершинных пещер и карбонатных натёков, современный в большей степени представлен сульфатным типом.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ШИХАНОВ

Торатау

Геологическое строение г. Торатау рассматривалось многими геологами (М. Ф. Микрюков, Д. В. Наливкин, А. А. Богданов, Д. М. Раузер-Черноусова, Д. Ф. Шапов и др.), однако остаются вопросы, которые освещены в литературе недостаточно полно и являются дискуссионными. Д. М. Раузер-Черноусова отмечала, что структурное положение известняков определяется воздыманием Шиханского блока по тектоническим разломам [Богданов, 1947] или по флексуобразному перегибу [Раузер-Черноусова, 1950]. Д. Ф. Шапов рассматривал структуру горы в виде горизонтально залегающих слоев с резко увеличенной мощностью ассельских отложений на пологой поверхности каменноугольных известняков [Шапов, 1984].

С учетом более поздних геофизических данных по сейсмическому профилированию [Ардашова, Ракитина, 1985], показавших наличие разломных зон, ограничивающих Шиханское поднятие, наиболее достоверной является модель А. А. Богданова [Богданов, 1947]. По сейсмическим данным (см. рис. 1 б), амплитуда подъема Шиханского блока по кровле рифейских отложений в западной части составляет около 400 м.

Шихан Торатау сложен сильнотрещиноватыми и закарстованными известняками, отмечаются карстовые пустоты размером 0.25–0.35 м в диаметре, а также более крупные пещеры, стенки пещер

покрыты натечными образованиями или коркой афанитового известняка. Трудность прослеживания плоскостей напластования объясняется действием различных факторов, замаскировавших первичную слоистость. В известняках развиты трещины по напластованию пород, а также трещины кливажа, перпендикулярные напластованию, иногда жилы с кристаллическим желтовато-бурым кальцитом. Кливаж усиливает процессы выветривания атмосферными водами, на стенках кливажных трещин образовывались корки микрозернистого зеленовато-серого известняка из циркулирующих насыщенных растворов (по материалам Южно-Уральского геологического управления по разведке известняков горы Тра-Тау, отчёт Л. М. Федоренко, 1957ф).

Определение элементов залегания слоистости в известняках г. Торатау представляет собой сложную задачу. С одной стороны, слоистость определяется по чередованию слоев с различной структурой (грейнстоунов, вакстоунов), и различным составом фауны — обогащенных мшанками или брахиоподами. Раковины брахиопод хорошо заметны, обычно, выщелочены и по ним можно проследить слой. С другой стороны, определение элементов залегания слоистости осложнено из-за нарушения коренных выходов обвальными процессами (особенно, в западной части горы). Размеры оползших блоков достигают нескольких десятков метров, и в них сложно определить, является ли наблюдаемая слоистость в коренном положении (рис. 7 а — г).

На вершине горы Торатау сохранились следы некогда единой поверхности выравнивания (пенеплена, нивелировавшего рельеф до ровной поверхности). Денудационная равнина на территории Предуралья развивалась с юры. Выравнивание рельефа сопровождалось формированием коры выветривания, впоследствии размытой. Как и на горе Юрактау в известняках развито несколько систем трещин — разнонаправленные трещины, разделяющие породу на ромбовидные блоки, субвертикальные трещины кливажа субмеридионального (субуральского) направления (см. рис. 7 е — ж), а также денудационные трещины, параллельные склону (см. рис. 7 в).

Вывод о резком тектоническом подъеме в позднем неогене [Пучков, 2010, 2019] подтверждается наблюдениями по реликтам карстовых отложений, зафиксированным в привершинной части горы Торатау. Здесь в виде горизонтальных полос установлены следы стояния подземных вод, которые производили карстующее воздействие на вмещающие известняки, в результате в трещинах отложились

корочки кальцита, типичные для пещерных отложений (см. рис. 6г). Остатки древней палеокарстовой системы [Смирнов и др., 2022], обнаруженные на западном склоне горы в виде разрушенной пещеры с ржаво-бурыми стенками из-за окрашивания гидроокислами железа, наряду с пещерами Торатау 1 и 2 в прикровельной части горы свидетельствует о древнем, возможно, неогеном заложении карста и неотектонической активизации Шиханского поднятия. Карстовые корки и обрастания карстовых полостей содержат реликты, свидетельствующие о циркуляции углеводородсодержащих флюидов на первых этапах формирования карстовой системы. Их изучение современными методами исследований позволит получить новые научные представления об этапах жизни нефтяных залежей в месторождениях рифового типа (Ишимбайская группа), также будет сделана попытка изотопного датирования времени начала карстовых процессов в Приуралье, которое в настоящее время неизвестно. Прохождение минерализованных растворов с нефтью и углеводородными газами, вызвало вторичные преобразования биогермных известняков: выщелачивание, перекристаллизацию и минерализацию. Полости и трещины в перекристаллизованных известняках инкрустированы друзовым кальцитом, а также содержат пленки деградированного битума.

В известняках горы Торатау присутствуют нептунические дайки [Чувашов и др., 1996; Vennin, 2007]. Несколько таких объектов находится в западной и юго-западной части горы Торатау. Дайки имеют субмеридиональное и северо-западное простирание, слагающий их материал контрастно отличается от вмещающих светлых органогенных известняков (см. рис. 7 д). Они представляют собой клиновидные сужающиеся трещины, заполненные темно-серым микритовым фосфоросодержащим матриксом с угловатыми обломками светлых рифовых известняков [Чувашов, Яковлева, 2007]. Образование даек происходило в сакмарское и артинское время при сейсмических процессах — отголосках Уральской орогении [Горожанин, Горожанина, 2022].

Куштау

Карбонатный массив г. Куштау расположен в 4 км на восток от северной окраины г. Стерлитамак. У его северного подножья находится село Бельское, у юго-восточного края — с. Урняк. Массив возвышается в виде субмеридионального хребта с двумя вершинами (абс. высота 374.5 м, относительная



Рис. 7. Структурные особенности шихана Торатау

Условные обозначения: а — общий вид шихана Торатау с запада; б — пологое напластование известняков в привершинной части юго-западного склона; в — крутое залегание сползших блоков слоистых известняков на юго-западном склоне; г — нечеткая градационная слоистость биокластовых известняков в глыбе; д — контакт нептунической дайки, заполненной темно-серым микритовым и криноидным известняком, с вмещающим светлым мшанковым известняком; е — система трещин, разделяющих известняки на ромбовидные блоки; ж — субвертикальные трещины кливажа на вершине горы, ориентированные в меридиональном направлении (С-Ю).

Fig. 7. Structural features of shikhan Toratau

Legend: а — general view of the Toratau shikhan from the west; б — gentle limestone stratification in the upper part of the southwestern slope; в — steep occurrence of slide blocks of layered limestone on the southwestern slope; г — indistinct gradation layering of bioclastic limestones in the block; д — contact of a neptunian dike filled with dark gray micrite and crinoid limestone, with enclosing light bryozoan limestone; е — a system of cracks dividing limestones into rhomb-shaped blocks; ж — subvertical cleavage cracks at the top of the mountain, oriented in the meridional direction (N-S).

257.9 м) на правом борту долины р. Белой (см. рис. 6 б). Длина Куштау составляет около 4000 м при ширине до 1500 м. Западный и южный склоны крутые, с отвесными обрывами. В отличие от других гор-одиночек, этот шихан сильно залесён. Гора Куштау сложена толщей нижнепермских известняков, строение которой было малоизвестно, так как опубликованных данных по структуре горы нет. По неопубликованным данным И. В. Хворовой, проводившей картирование г. Куштау в 1942 году, пласты известняков образуют асимметричную антиклинальную складку с крутым западным

крылом и пологим восточным, которое погружается под аллювиальные отложения р. Белой [Богданов, 1947]. Данные бурения (рис. 8 а) показывают наклонную слоистость фузулинидовых и криноидно-биокластовых грейнстоунах под углами от 10 до 30 градусов [Горожанина и др., 2023].

Полевыми исследованиями, проведенными нами в 2022 году, получены новые факты, касающиеся тектонического строения горы Куштау. В восточной, южной, юго-западной и западной части горы слоистость имеет пологое восточное падение (азимуты 90–100°) и небольшие (25–20°)

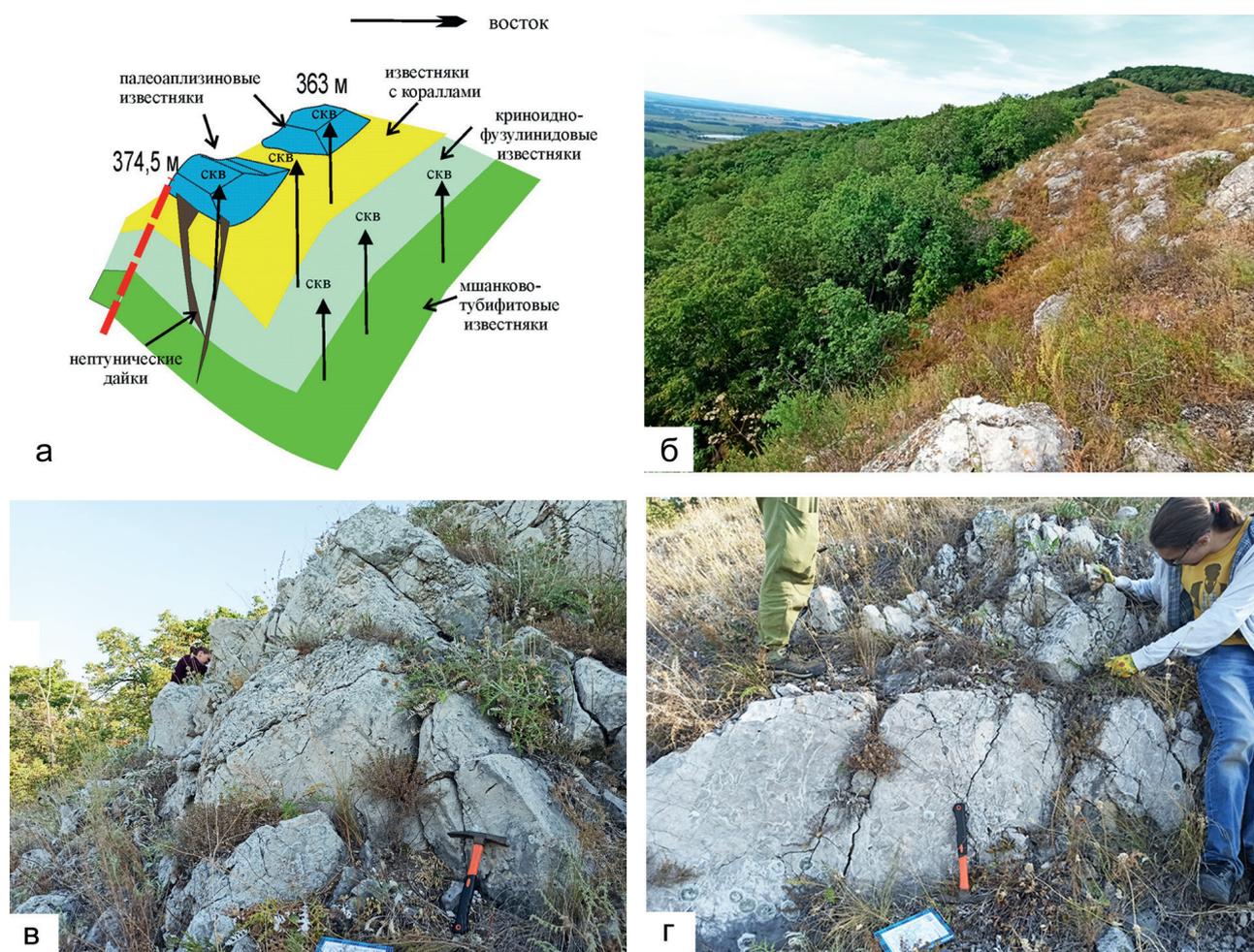


Рис. 8. Структура шихана Куштау

Условные обозначения: а — модель строения горы Куштау и положение скважин; б, в, г — коренные выходы известняков в привершинной части горы: б — пласты известняков в привершинной части горы, полого наклоненные на восток; в — палеоаплизинные известняки на западном склоне северной оконечности горы Куштау с крутым западным падением слоистости, г — трещины отдельности, разделяющие известняки на ромбовидные блоки (фото В. М. Горожанина).

Fig. 8. The structure of shikhan Kushtau

Legend: a — model of the structure of Mount Kushtau and the position of wells; б, в, г — the outcrops of limestone in the upper part of the mountain: б — limestone layers in the upper part of the mountain, gently inclined to the east; в — palaeoaplysine limestone on the west on the slope of the northern tip of Mount Kushtau with a steep western dip of stratification, г — cracks separately dividing limestones into rhomb-shaped blocks (photo by V. M. Gorozhanin).

углы падения (см. рис. 8 б, в, г). В точке с координатами $53^{\circ}71'$ с. ш. и $56^{\circ}07'$ в. д., расположенной на западном склоне в северной части массива (южнее пос. Бельский) залегание пластов биогермных (палеоаплизиновых) известняков имеет крутое западное падение (Аз пд 280, угол 65) (см. рис. 8 в, г). Несмотря на то, что замеры сделаны по коренным обнажениям с учетом слоистости, определяемой по расположению пластин палеоаплизин в породе, полной уверенности в достоверности западного падения слоев нет, так как они могут отражать падение слоев в крупном, наклонно лежащем блоке горных пород, образовавшемся в результате обрушения или оползания. По-видимому, западные падения слоистости, полученные И. В. Хворовой, были сделаны в этой части горы Куштау. В любом случае, можно констатировать, что тектоническая структура всей горы представляет собой моноклираль, слабо наклоненную на восток, а в северо-западной части мы наблюдаем блок пород с крутым западным падением. Такая картина отражает общую структуру горы Куштау как моноклиральную толщу, нарушенную в зоне тектонического взброса-сдвига.

Юрактау

Карбонатный массив г. Юрактау расположен в 1.4 км севернее с. Бельское и в 1.25 км западнее д. Юрактау, на правом берегу р. Белой. Он является самым северным шиханом из цепочки гор-одиночек, прослеживаемой с юга на север восточнее Стерлитамака. Шихан Юрактау представляет собой живописную куполовидную гору, поднимающуюся среди поймы р. Белой (рис. 9 а). Высота горы над долиной р. Белой — 221.8 м, над уровнем моря — 338.4 м, длина — 900 м, ширина 850 м. Западный склон горы-останца срезан вертикальным обрывом, высотой около 100 м от подножия. Северный склон залесён, южный и юго-восточный склоны открытые, крутые, рассечены на гряды, по которым можно подняться наверх, на двухвершинный гребень.

По общему мнению, структуру горы г. Юрактау определяет толща нижнепермских органогенных известняков, залегающих моноклиально [Богданов, 1947; Чувазов, Гареев, 2014]. Строение осадочной толщи достаточно сложное, опубликованные в литературе данные по структуре горы Юрактау неоднозначны. Нечеткость слоистости, интенсивная трещиноватость, тектоническая раздробленность, неравномерное выщелачивание и перекристаллизация, карстовые процессы затруд-

няют определение первичных взаимоотношений рифовых фаций.

Массив Юрактау сложен известняками асельского и сакмарского ярусов. На юго-восточном подножье горы наблюдается толстослоистая толща (см. рис. 9 е), сложенная криноидными, тубифитесовыми, мшанковыми узорчатыми известняками с линзами брахиоподовых банок и биогермами. При подъеме на вершину горы наблюдается чередование тубифитесовых известняков и мшанковых биогермов, которые вверх по склону сменяются палеоаплизиновыми биогермами. Одна из достопримечательностей Юрактау — «коралловая тропа», пролегающая между восточной и западной вершинами горы, которая идет по пачке пород тастубского горизонта сакмарского яруса с массивными колониями ругоз. Юго-западная часть массива нарушена тектоническим разломом, вдоль которого развиты зоны дробления и вторичной доломитизации известняков. В стенках карстовых пустот и в кавернах выщелачивания видны реликты черного битума — следы бывшего присутствия нефти. Особо выделяются трещины, заполненные темным матриксом и брекчированными известняками, которые диагностируются как нептунические дайки (см. рис. 9 и), заполненные фосфорсодержащим мергелеподобным материалом. Они формировались в позднеартинское время [Чувазов, Гареев, 2014] в результате дробления массива при синколлизионных сейсмических процессах [Горожанин, Горожанина, 2022]. Отложения, аналогичные дайковому выполнению, представленные бурым микритовым фосфатизированным известняком с радиоляриями и эмбриональными раковинами аммонойд, отмечаются в перекрывающих слоях [Чувазов, Яковлева, 2007; Чувазов, Гареев, 2014].

Замеры элементов залегания пластов в разных частях массива — западной, южной, северной. В западной части массив имеет крутой отвесный обрыв высотой около 100 м разбитый крутопадающими трещинами, которые представляют собой тектонические трещины кливажа (см. рис. 9 а, б). Западное падение слоистости (или трещиноватости?) фиксируется только в юго-западной части горы, где наблюдается также угловое несогласие (см. рис. 9 в, г). По прослеживанию слоя фузулинидовых известняков, в которых содержатся многочисленные колонии кораллов (коралловая тропа) в привершинной части горы можно также предположить его западное падение, нарушаемое многочисленными ундуляциями. В юго-западной и южной частях массива наблюдается пологое

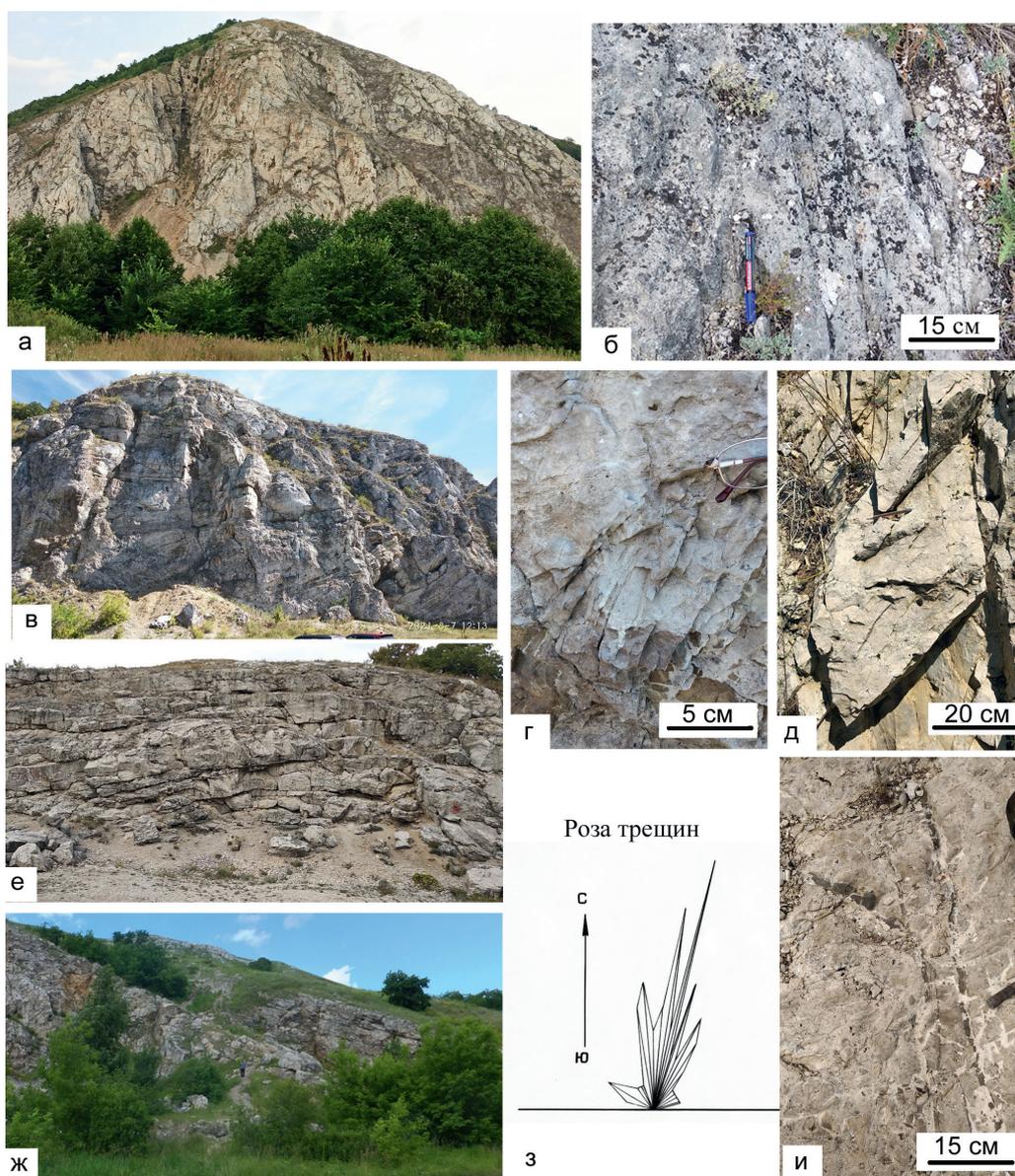


Рис. 9. Структурные особенности строения шихана Юрактау

Условные обозначения: а — вид на западный обрывистый склон с крупными субвертикальными трещинами; б — субвертикальные сближенные трещины кливажа в известняках западного склона; в — вид юго-западного склона с угловым несогласием между верхней толщей известняков с субгоризонтальной трещиноватостью (по слоистости?) и нижней толщей с наклонной (косой) трещиноватостью; г — косые веерные трещины в известняках в основании юго-западного склона; д — ромбовидная трещиноватость на поверхности известняков южного склона; е — пологое субгоризонтальное напластование известняков в карьере на юго-востоке у подножия горы; ж — полого наклонное залегание пластов известняка на южном склоне горы; з — роза трещин горы Юрактау (из отчета о геолого-разведочных работах на месторождении известняков, Настасиенко Е. В., трест Ленгеолнеруд, 1957ф); и — тонкая нептуническая дайка с темно-серым микритовым материалом, секущая известняки в западной привершинной части горы (фото В. М. Горожанина).

Fig. 9. Structural features of the structure of shikhan Yuraktau

Legend: а — view of the western steep slope with large subvertical cracks; б — subvertical converging cleavage cracks in the limestones of the western slope; в — view of the southwestern slope with angular disagreement between the upper stratum of limestones with subhorizontal fracturing (by layering?) and lower strata with inclined (oblique) fracturing; г — oblique fan cracks in limestones at the base of the southwestern slope; д — rhomb-shaped fracturing on the surface of limestones of the southern slope; е — shallow subhorizontal limestone stratification in a quarry in the south-east at the foot of the mountain; ж — gently sloping limestone strata on the southern slope of the mountain; з — rose cracks of Mount Yuraktau (from the report on geological exploration at the limestone deposit, Nastasiyenko E. V., Langeolnerud, 1957f); и — thin neptunic dyke with dark gray micrite material, cutting limestone in the western upper part of the mountain (photo by V. M. Gorozhanin).

южное падение пластов известняка (см. рис. 9 е, ж) со средним значением Az пд 180° угол $20-30^\circ$.

На поверхности пластов в юго-западной части развиты ромбовидные трещины, указывающие на сдвиговые напряжения (см. рис. 9 д). Результаты замеров трещин, полученные при проведении геолого-разведочных работах на месторождении известняков трестом «Ленгеолнеруд» (по данным из отчёта Е. В. Настасиенко, 1957ф), показали преобладание кливажных трещин север-северо-восточного направления и менее развитых диагональных трещин (см. рис. 9 з).

Эти данные определяют общую структуру горы Юрактау как моноклиналичную толщу рифовых отложений, нарушенную в зоне тектонического взброса-сдвига.

Нефть-содержащие коллектора в рифовых известняках

Шиханы являются частью субмеридиональной полосы нижнепермских карбонатных массивов в западной бортовой части Предуральяского прогиба (см. рис. 1 а), где в 1932 г. в районе д. Ишимбаево на глубине около 500 м было открыто месторождение нефти, приуроченное к одному из них. Многие нефтяные и газовые месторождения мира, в том числе очень крупные, открыты в массивах подобного типа (Совхозное, Карачаганак и др.). Ишимбайское месторождение вошло во многие учебные пособия по нефтяной геологии как эталон нефтяной залежи в рифовых карбонатах. С обнаружения нефти в Ишимбае начались нефтепоиски в Волго-Уральской области, приведшие к открытию крупной нефтегазоносной провинции, которая является одной из старейших на территории России и активно разрабатывается до сих пор. Открытие нефтяных месторождений приурочено к карбонатным массивам, расположенным к югу и северу от Шиханского поднятия — Столяровскому, Кумертаускому, Совхозному, Карташевскому и многим другим.

Четыре горы-одиночки, расположенные на Шиханском поднятии, приподняты над Ишимбайским нефтяным месторождением, расположенным на глубине 0.5–1 км. Шиханы являются вместилищем палеонефтяных залежей, выведенных на поверхность Земли и ставших доступными для наблюдения. В Ишимбайском массиве нефтяная залежь связана с карбонатными коллекторами — пористыми участками горных пород, которые вмещают нефтяные залежи. В Ишимбайском массиве они распределены

неравномерно; основные ресурсы сосредоточены в подстилающих массив доломитизированных известняках, так называемых «губчатых» доломитах [Ованесов, 1962]. Зоны доломитизации в карбонатных массивах распределены неравномерно [Страхов, 1951]. Губчатые доломиты наблюдаются в керне скважин на г. Куштау (рис. 10 а).

В шиханах Торатау и Юрактау в некоторых типах пород можно наблюдать остаточные битумы, являющиеся остатками ранее существовавших нефтяных залежей (см. рис. 10 б — д). На горе Торатау, находящейся севернее от погруженного на глубину 500 м Ишимбайского месторождения битум-содержащими являются биогермные разновидности карбонатных пород [Горожанина и др., 2023]. Биогермные известняки («баундстоуны») сложены близкорасположенными друг к другу обызвествленными телами крупных рифообразующих организмов — мшанок, образующими своеобразный «каркас». Прижизненные полости между фаунистическими остатками в таком каркасе заполняются карбонатным илом или мелкими карбонатными обломками, которые в последующей геологической истории подвергаются выщелачиванию (растворению) и могут заполняться нефтяными флюидами. От содержащейся в таких полостях нефти в настоящее время остались только тонкие битумные пленки и корочки черного цвета, выстилающие стенки (см. рис. 10 б, в).

На горе Юрактау полевыми работами установлены еще одна разновидность нефтяных коллекторов, характерная только для массива Юрактау в связи с особенностями его тектонического строения. Это тип пустотного пространства представлен кавернами выщелачивания крупного размера, который достигает нескольких метров, что сближает его с пещерами (так называемый ваговый тип нефтяных коллекторов). Такие образования установлены в западной части горы Юрактау; они представляют собой каверны с реликтивными пленками окисленного битума. Ваговые пустоты (см. рис. 10 г) сформировались как по слоистости пород, так и по трещинам в зоне влияния тектонического разлома, который затронул западную часть горы. Присутствуют также битумы, отчетливо связанные с миграцией по трещинам (см. рис. 10 д).

Многие открытые полости в массиве горы известняков формировались в процессе карстования. Промывка пористых известняков поверхностными водами привела к разрушению нефтяной залежи. Лучшее всего сохранены битумы в раковинах брахиопод, находящиеся в некоторых плотных тонко-

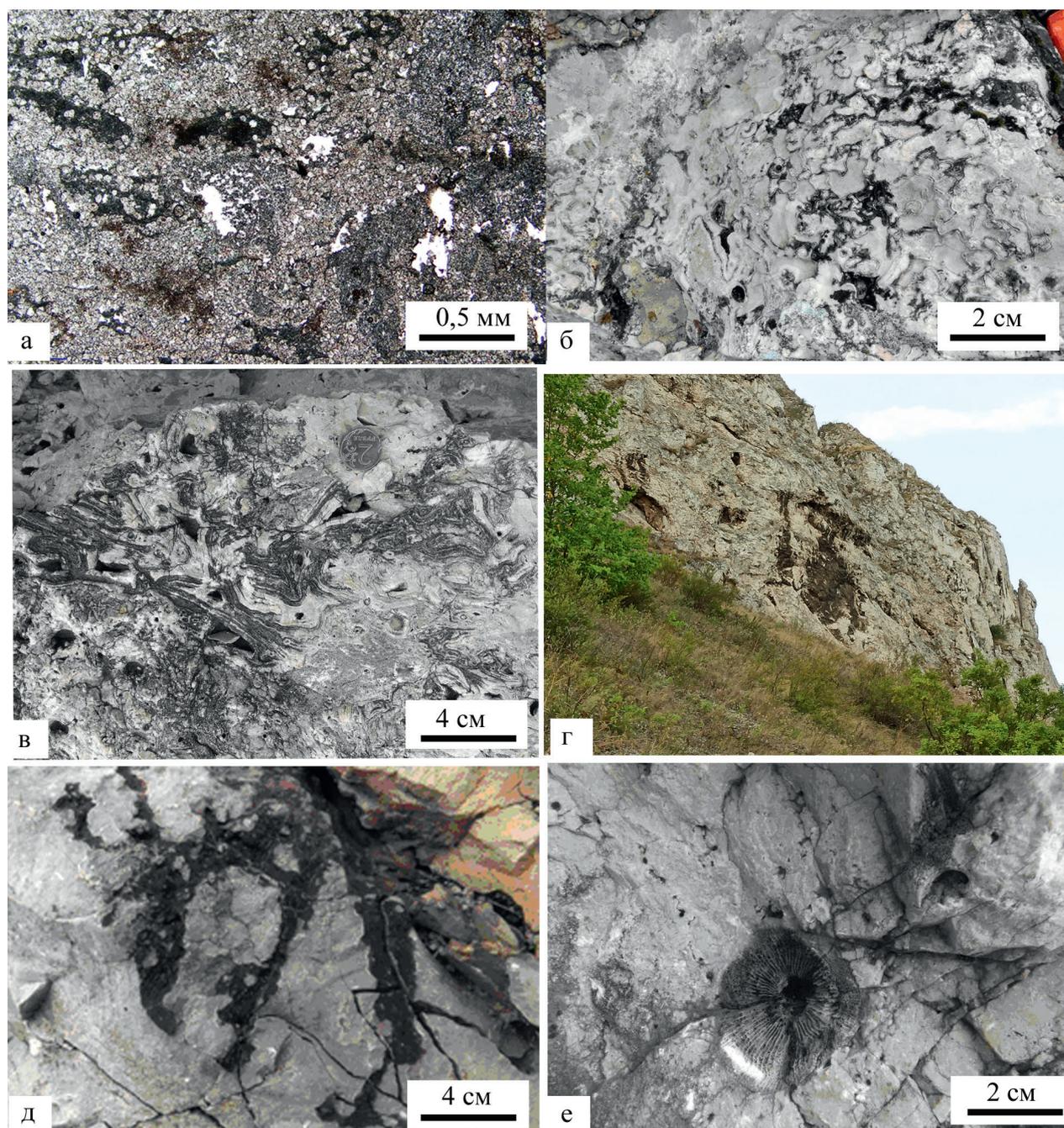


Рис. 10. Разновидности пород-коллекторов в карбонатных породах шиханов

Условные обозначения: а — пористый доломитизированный грейнстоун с реликтами фузулинид (губчатый доломит), Куштау, скв. 25, гл. 108 м, шлиф, николи параллельны; б — реликты битума (черное) в пустотах мшанкового биогерма (баундстоуна); в — пленки темного битума в мшанковом биогерме (баундстоуне); г — крупные полости выщелачивания (ваговые пустоты) с реликтами темного битума на стенках, северо-западный склон Юрактау; д — реликтовые битумы, связанные с миграцией по трещинам; е — темный битум в порах выщелачивания в одиночном коралле *Timania*; а — Куштау, б — Торатау, в, г, д, е — Юрактау. Фото В. М. Горожанина.

Fig. 10. Varieties of reservoir rocks in carbonate rocks of shikhans

Legend: а — porous dolomitized grainstone with fusulinid relics (porous dolomite), Kushtau, bore hole 25, depth 108 m, thin section, nicholi are parallel; б — bitumen relics (black) in the voids of the bryozoan bioherm (boundstone); в — films of dark bitumen in the bryozoan bioherm (boundstone); г — large leaching cavities (vag voids) with dark bitumen relics on the walls, the north-western slope of Yuraktaу; д — relict bitumen associated with migration through cracks; е — dark bitumen in the leaching pores in a single *Timania* coral; а — Kushtau, б — Torataу, в, г, д, е — Yuraktaу. Photo by V. M. Gorozhanin.

кристаллических известняках (внутрираковинная или «молдинговая» пустотность). Битумы, содержащиеся в них, имеют полутвердую консистенцию и обнаруживаются только при расколе крупных глыб известняков. Реликты окисленных битумов содержатся также в порах выщелачивания внутри раковин одиночных кораллов (см. рис. 10 е).

Зернистые разновидности известняков («грейнстоуны»), сложенные мелкообломочным детритом криноидей и мелкими раковинами фузулинид; нефть (в настоящее время — окисленный битум) в них содержится в порах между обломками и в выщелоченных внутрикамерных пустотах простейших организмов.

Гора Куштау, где детальным литологическим изучением разведочных скважин установлена распространённость фактически тех же типов известняков, что и на горах Торатау и Юрактау [Горожанина и др., 2023], а также в карьере Шахтау; реликты нефтяных проявлений в виде битумов практически не распространены. Это показывает, что, несмотря на сходное строение и общую геологическую историю, «нефтяная история» на горе Куштау имела свои особенности, отличающиеся от остальных шиханов. Возможно, она вмещала газовую залежь, не оставившую остаточных битумных следов.

Таким образом, остаточные битумы, встречающиеся в карбонатных отложениях Башкирских шиханов, являются не только историческим памятником, связанным с открытием Ишимбайского месторождения нефти — первенца Волго-Уральской нефтеносной провинции России, но и хорошим учебным пособием по типам карбонатных пород-коллекторов для геологов-нефтяников.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Последовательность геологических событий от докембрия до современности определила тектоническое строение территории Стерлитамакских шиханов и современное положение гор-одиночек.

В допермской истории выделяется несколько этапов (стадий по В. Н. Пучкову [Пучков, 2019]). В докембрии (этапы I и II) сформировались глубоко погруженные структуры восточной окраины ВЕП (Русской плиты). В палеозойский («плитный») этап (III), сформировался осадочный чехол на приуральской окраине ВЕП.

В конце палеозойского этапа — в течении карбона и перми на коллизионной стадии (см. рис. 3, стадия б), развитие территории определялось заложением Предуральского прогиба, заполняемого с востока

депрессийными и флишевыми осадками и формировании зоны карбонатного шельфа в западной части. Появление рифовых сообществ организмов в его западном платформенном обрамлении способствовало увеличению производительности «карбонатной фабрики» за счет формирования биогермных комплексов — мшанковых, коралловых, палеоаплизинных [Горожанина и др., 2023]. Собственно «рифовый» этап формирования карбонатных массивов привел к накоплению мощной толщи ассельско-сакмарских биогермных (рифогенных) образований, формирование которых заняло 15 млн лет (299–284 млн лет).

Идея Д. В. Наливкина [Наливкин, 1956] о рифовой природе карбонатных массивов была подхвачена большинством геологов-палеонтологов [Королюк, 1985 и ссылки в этой работе]. В то время как ряд исследователей в 1920–40-х годах (Н. П. Герасимов, М. Э. Ноинский, А. А. Богданов), изучавших массивы со структурной позиции, пришли к выводу о тектонической природе гор-одиночек (материалы 1957ф). А. А. Блохин рассматривал шиханы как брахиантклинальные складки, В. П. Маслов, Н. М. Страхов [Страхов, 1951] рассматривали их как эрозионные останцы [Раузер-Черноусова, 1950].

Рифовыми (или биогермными) являются фации известняков, слагающих эти массивы, но сами, горы-одиночки, представляют собой тектонические блоки-останцы, выраженные в современном рельефе, и не являются отдельно стоящими рифовыми постройками, сохранившимися в неизменном виде с пермского времени. В разрезе всех шиханов отмечается одни и те же биофации известняков, которые образуют вертикальную последовательность — от тубифитово-мшанковых, брахиоподовых к фузулиново-коралловым и палеоаплизинным ассоциациям [Королюк, 1985; Горожанина и др., 2023]. Это говорит о существовании протяженной шельфовой полосы с богатыми биогермными комплексами.

Послепермская история существования «рифовых массивов» свидетельствует о значительном изменении первичной конфигурации шельфовой окраины платформы. Артинские события привели к расколу и погружению окраины карбонатного шельфа. В артинское время в карбонатных толщах формировались нептунические дайки — трещины, заполненные темноцветными иловым материалом, что свидетельствует о частичном разрушении и перекрытии рифовой зоны, относительно глубоководными артинскими осадками. Замыкание Предуральского пролива привело к эвапоритизации

бассейна. Среди кунгурских эвапоритов не установлены обломки пермских рифовых известняков, что указывает на сглаженность предкунгурского рельефа в этой зоне. В поздней перми вся территория была перекрыта красноцветной молассой. В течение мезо-кайнозойского периода происходило нивелирование рельефа [Богданов, 1947; Рождественский, 1971; Зинягина, 1988]

Наблюдаемое сейчас состояние карбонатных массивов, сложенных рифовыми фациями известняков, свидетельствует об их «бурной» постседиментационной истории, наиболее активно проявившейся в неоген-четвертичный этап. Сейсмические данные указывают на блоковое строение территории. На профиле, прошедшем через скв. Шихан 5 амплитуда подъема Шиханской структуры по западному разлому составляет примерно 400 м (см. рис. 1 б). К югу от Торатау аналогичные карбонатные массивы, в которых размещено Ишимбайское месторождение нефти, погружены на глубину 0.5–1 км. Образование современной структуры шиханов обусловлено нахождением в приразломной зоне Шиханского блока, воздымание которого началось около 5 млн лет назад [Пучков, 2019].

Особенности строения отдельных шиханов отражают тектоническое воздействие на карбонатные толщи в послепермское время (этапы IV и V). На всех шиханах наблюдается как пологое, так и наклонное положение слоев (рис. 11), наличие кливажных трещин. В породах активно развиты вторичные процессы трещинообразования, денудации, выщелачивания, перекристаллизации. На шихане Торатау наиболее заметны процессы карстования, трещинообразования, обрушения (см. рис. 7). Шихан Куштау имеет наилучшую сохранность разреза ассельско-сакмарской рифовой последовательности, в то же время отмечается наклонное положение слоев, карстование, доломитизация, выщелачивание. Для шихана Юрактау отмечается интенсивная раздробленность, складчатость, трещиноватость (см. рис. 9). Преобладание кливажных трещин субмеридионального простирания (общеуральский меридиональный кливаж) и наличие диагональных трещин (см. рис. 8) указывает на субширотное направление напряжения сжатия во время вывода на поверхность Шиханского блока и дробление его на отдельные массивы оперяющимися трещинами.

Тектоническое воздействие на карбонатные породы рифовой природы, способствовало формированию зон повышенной трещиноватости в породах Стерлитамакских шиханов, и проникновению

нефть-содержащих растворов и флюидов, которые формировали участки пород с повышенными коллекторскими свойствами.

ВЫВОДЫ

Основные тектонические события, оказавшие влияние на рифовые массивы шиханского типа, разделяются на палеотектонические (палеогеодинамические) и неотектонические (от 23 до 5 млн лет назад и до настоящего времени) процессы. Образование рифовых комплексов, слагающих шиханы, контролировалось палеотектоническими событиями коллизионной стадии развития Урала (палеозойско-ранне-мезозойский этап), которые привели к образованию шельфовой окраины континента с условиями, благоприятными для формирования рифовых сообществ на границе с формирующейся впадиной Предуральяского прогиба в течение ассельского и сакмарского веков (на протяжении 15 млн лет). Последующие геологические события — в артинско-кунгурское и позднепермско-раннемезозойское время (в конце III этапа — завершение формирования складчатых систем Урала), и в среднеюрско-миоценовый платформенный этап вызвали разрушение и нивелирование раннепермского рельефа, размыв отложений и перекрытие их более молодыми осадками.

На последнем этапе (плиоцен-четвертичный нео-орогенный этап — время формирования современного Урала) неотектонические движения способствовали выводу на поверхность отдельных участков общей полосы рифовых отложений.

Особенностью тектонической структуры области распространения нижнепермских гор-одиночек — шиханов в Стерлитамакском и Ишимбайском районах Башкирии является блоковое строение. В районе г. Стерлитамака четыре массива выведены на поверхность Земли в составе единого Шиханского блока. Шиханы приурочены к приподнятому блоку земной коры, разделенному на отдельные участки, на которых сохранились денудированные в разной степени горы-останцы.

Тектоническое воздействие последнего этапа сопровождалось формированием кливажных трещин и зон трещиноватости в рифогенных карбонатных породах, способствовавших поступлению нефть-содержащих растворов и флюидов, которые формировали участки пород с повышенными коллекторскими свойствами. Практически на всех шиханах наблюдаются зоны выщелачивания и карстования с остаточными битумами.

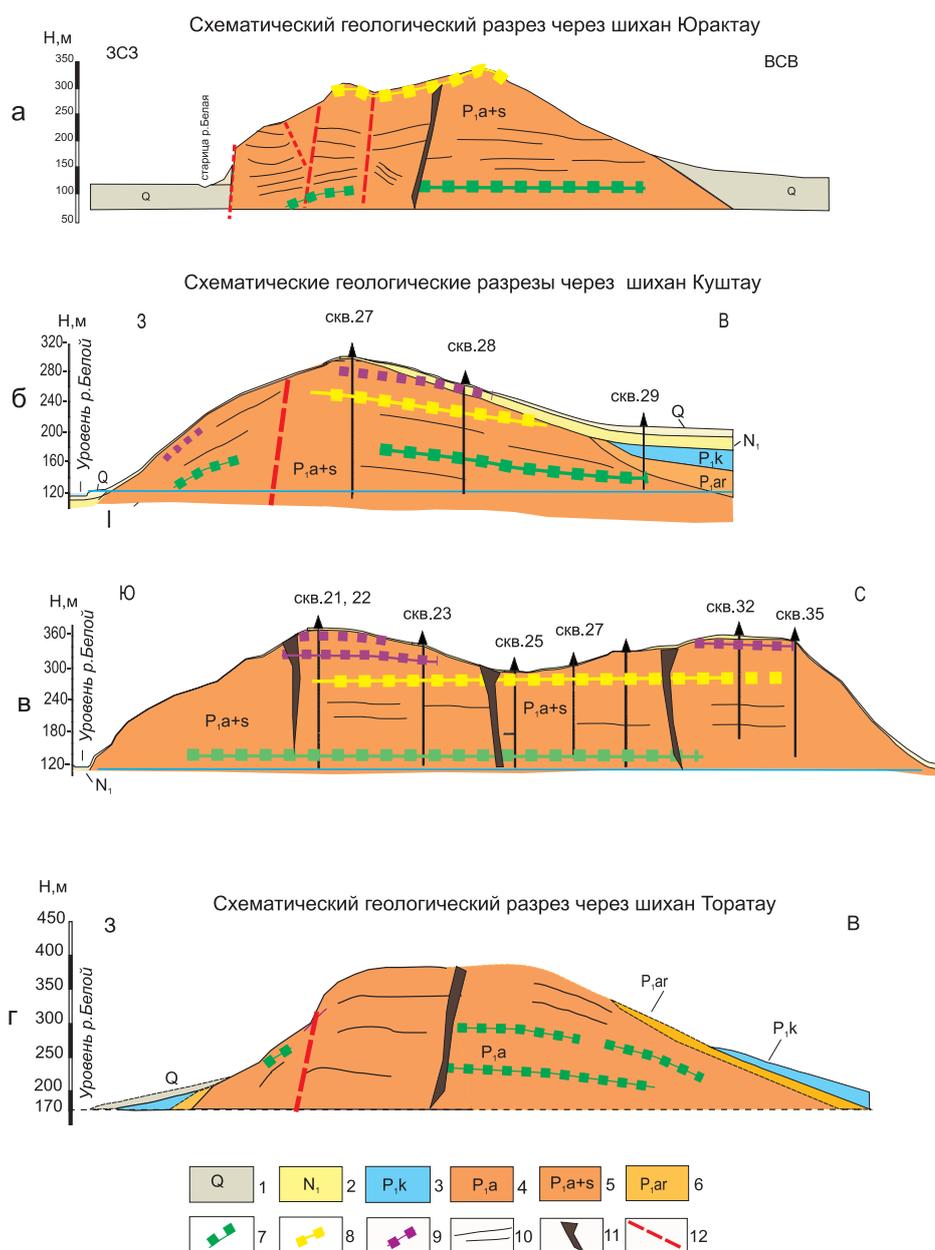


Рис. 11. Схематические геологические разрезы через шиханы

Условные обозначения: а — строение шихана Юрактау в пересечении с северо-запада на юго-восток, б — в — строение шихана Куштау по данным бурения: б — в пересечении с запада на восток, в — с юга на север (составлены В. М. Горожаниным по материалам ОАО Башкиргеология, 2008 г.); г — строение шихана Торатау в пересечении с запада на восток. 1 — четвертичные отложения, 2 — неогеновые отложения; 3 — гипсы кунгурского яруса; 4–9 — нижнепермские известняки: 4 — преимущественно ассельского яруса; 5 — ассельского и сакмарского яруса, нерасчлененные, 6 — артинского яруса; 7–9 — маркирующие пласты биогермных известняков: 7 — палеоаплизиновый биогерм, 8 — известняки с колониальными кораллами, 9 — тубифитово-мшанковые известняки; 10 — слоистость; 11 — нептунические дайки; 12 — предполагаемые зоны разломов с повышенной трещиноватостью известняков. Н — высота над уровнем моря.

Fig. 11. Schematic geological sections through shikhans

Legend: a — the structure of shikhan Yuraktau at the intersection from northwest to southeast, б — в — the structure of shikhan Kushtau according to drilling data: б — at the intersection from west to east, в — from south to north (compiled by V. M. Gorozhanin based on the materials of Bashkirgeology, 2008); г — the structure of shikhan Toratau in the intersection from west to east. 1 — Quaternary deposits, 2 — Neogene deposits; 3 — gypsum of the Kungurian; 4–9 — Lower Permian limestones: 4 — Asselian; 5 — Asselian and Sakmarian, undifferentiated, 6 — Artinskian; 7–9 — marking layers of biohermic limestones: 7 — palaeoaplysine bioherm, 8 — limestones with colonial corals, 9 — tubiphyte-bryozoan limestones; 10 — layering; 11 — neptunian dykes; 12 — supposed fault zones with increased fracturing of limestones. H is the height above sea level.

Несмотря на «разрушительную» послепермскую историю, Стерлитамакские шиханы являются уникальным примером образования древних поликомпонентных рифовых комплексов, сформировавшихся в зоне погружения края континента на фронте коллизии в стадию столкновения континентов и формирования нового континента Пангеи.

Сохранность отдельных фрагментов этой полосы рифовых отложений представляет как туристический интерес, так и возможность проводить здесь научно-практические исследования.

Список литературы

Ардашова Т. С., Ракитина А. Г. Отчет о региональных сейсморазведочных работах методом общей глубинной точки (МОГТ) на Петровском участке в Ишимбайском, Гафурийском и Стерлитамакском районах БАССР. Т. I. Уфа, 1985. 79 с.

Блохин А. А., Карпенко Н. М. Ишимбайский нефтяной промысел имени С. М. Кирова. Пермская экскурсия, южный маршрут // Международный геологический конгресс, XVII сессия. М., 1937. С. 66–80.

Богданов А. А. Тектоника Ишимбайского Приуралья. М.: Изд-во МОИП, 1947. 148 с.

Горожанин В. М., Горожанина Е. Н. Критерии прогнозирования месторождений нефти и газа в областях с соляно-купольной тектоникой (на примере Прикаспия и Предуральяского прогиба) // Материалы VIII Межрегиональной научно-практической конференции Республики Башкортостан. Уфа, 2010. С. 198–201.

Горожанин В. М., Горожанина Е. Н., Днистрянский В. И., Побережский С. М., Ефимов А. Г. Роль разломно-блоковой тектоники в формировании залежей углеводородов в подсольевых отложениях палеозоя на юге Соль-Илецкого свода // Геология нефти и газа. 2013. № 2. С. 22–33.

Горожанин В. М., Горожанина Е. Н. Генезис нептоунических даек в Стерлитамакских Шиханах // Геологический вестник. 2022. № 2. С. 69–80. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-6

Горожанин В. М., Мичурин С. В., Канипова З. А., Биктимерова З. Р. Литологические особенности диамиктитов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал) // Геологический сборник № 12/Ин-т геологии УНЦ РАН [Эл. издание]. СПб: Свое издательство. 2015. С. 23–34. http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik_12_IG_USC_RAS.pdf

Горожанин В. М., Мичурин С. В., Войкина З. А., Шарипова А. А., Биктимерова З. Р., Султанова А. Г. Марино-гляциальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембрия (реки Зилим и Малый Толпар) // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 69–92. DOI: 10.31084/2619-0087/2019-3-6

Горожанина Е. Н. Тектонические типы и модели бассейнов осадконакопления в палеозое Южного Урала и Приуралья // Материалы Международной конференции «Современное состояние наук о Земле», посвященной памяти В. Е. Хаина. Москва: Изд-во Геологический факультет МГУ, 2011. С. 485–489.

Горожанина Е. Н., Горожанин В. М. Геопарк «Торатау»: памятники природы — пермские карбонатные массивы Тратау, Шахтау, Куштау, Юрактау // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 161–170. DOI: 10.31084/2619-0087/2019-3-11

Горожанина Е. Н., Горожанин В. М., Сагдеева Н. С. Литофациальные особенности известняков нижней перми Стерлитамакских шиханов // Геологический вестник. 2023. № 2. С. 4–25. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-2-1

Горожанина Е. Н., Пазухин В. Н., Горожанин В. М. Палеофациальная модель осадконакопления нижнекаменноугольных отложений на Южном Урале // Материалы международного полевого совещания «Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы» Уфа-Сибай, 13–18 августа 2009 г. Уфа: ООО Дизайнполиграфсервис, 2009. С. 12–21.

Зинякина И. К. Палеогеоморфология Южного Урала в раннюю и среднюю юру // Вопросы геологии и геоморфологии Южного Урала и Приуралья. Уфа: УНЦ УрО РАН, 1988. С. 51–64.

Исакова Т. Н., Кулагина Е. И., Филимонова Т. В. Раннепермская фораминиферная биота рифового массива Шахтау и её связи с биотами тетической и арктической областей // Геологический вестник. 2020. № 1. С. 3–12. DOI: 10.31084/2619-0087/2020-1-1

Копп М. Л. Новейшая деформация Южного Урала и Мугоджар и ее вероятное происхождение // Геотектоника. 2005. № 5. С. 36–61.

Королюк И. К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Приуралье). М.: Наука, 1985. 111 с.

Кулагина Е. И., Скуин И. А., Косовая О. Л. Пермский риф Шахтау. Уфа: Белая река, 2015. 72 с.

Лозин Е. В. Геология и нефтеносность Башкортостана. Уфа: Изд-во «БашНИПИнефть», 2015. 704 с.

Микрюков М. Ф. Стерлитамакские шиханы. Пермская экскурсия, южный маршрут. Международный геологический конгресс, XVII сессия. М., 1937. С. 81–92.

Наливкин Д. В. Стерлитамакское пересечение Южного Урала // Международный геологический конгресс. XVII сессия. Пермская экскурсия. Южный маршрут. Л.; М.: Госгеоллиздат, 1937. С. 93–116.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 534 с.

Ованесов Г. П. Формирование залежей нефти и газа в Башкирии, их классификация и методы поисков. М.: Гостопиздат, 1962. 295 с.

Оли А. И. Древние отложения западного склона Урала. Саратов: Саратовский гос. университет, 1948. 414 с.

Пучков В. Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.

Пучков В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.

Пучков В. Н. Особенности геологического строения геопарка «Торатау» // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 18–49. DOI: 10.31084/2619-0087/2019-3-3

Пучков В. Н., Козлов В. И. Особенности тектоники Волго-Уральской нефтегазоносной области // Георесурсы. 2005. № 1 (16). С. 24–26.

Раузер-Черноусова Д. М. Фации верхнекаменноугольных и артинских отложений Стерлитамакско-Ишимбаевского Приуралья: на основе изучения фузулиниды // Тр. ГИН. Вып. 119. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 109с.

Рождественский А. П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М: Наука, 1971. 303 с.

Светлакова А. Н., Разуваев В. И., Горожанина Е. Н., Пучков В. Н., Днистрянский В. И., Гореликов В. И., Побережский С. М., Горожанин В. М. Новые данные о строении южной части Предуралья по результатам сейсмических работ // Докл. РАН. 2008. Т. 423, № 4. С. 502–506.

Смирнов А. И., Соколов Ю. В., Муслухов Ш. И. Спелеологические объекты шихана Торатау // Геологический вестник. 2022. № 3. С. 114–127. DOI: 10.31084/2619–0087/2022-3-10

Страхов Н. М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов // Труды Института геологических наук. 1951. Геологическая серия. Вып. 124. № 55. 271 с.

Чувашов Б. И. Динамика развития Предуральского краевого прогиба // Геотектоника. 1998. № 3. С. 22–37.

Чувашов Б. И., Гареев Э. З. Геологическая характеристика рифовых массивов Стерлитамакской группы // Уникальные памятники природы — шиханы Тратау и Юрактау/Под ред. А. И. Мелентьева, В. Б. Мартыненко. Уфа: Гилем, Башк. энциклопедия, 2014. С. 5–24.

Чувашов Б. И., Пруст Ж.-Н., Буассо Т., Веннан Е., Черных В. В. К истории формирования стерлитамакских шиханов (раннепермские рифовые массивы Южного Предуралья) // Ежегодник-1995. Институт геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого. Информационный сборник научных трудов. Екатеринбург: Уро РАН. 1996. С. 25–34.

Чувашов Б. И., Яковлева Л. П. Позднепалеозойский Южноуральский фосфоритоносный бассейн. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии Уро РАН, 2007. 160 с.

Чумаков И. С. Осадочные комплексы Средиземноморской мегавпадины и условия их залегания // Земная кора и история развития Средиземного моря. М.: Наука, 1982. 207 с.

Шамов Д. Ф. Разрез перми гор-одиночек Шахтау и Тратау // Путеводитель экскурсии 047. Южный Урал 27-й Международный геологический конгресс. М.: Наука, 1984. С. 22–24.

Шамов Д. Ф. Фации сакмаро-артинских отложений Ишимбайского Приуралья // Тр. УФНИИ. М.: Гостоптехиздат, 1957. Вып. II. С. 3–76.

Vennin E. Coelobiontic communities in neptunian fissures of synsedimentary tectonic origin in Permian reef, southern Urals, Russia // Geological Society, London, Special Publications. 2007. V. 275. P. 211–227. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.275.01.14>

Mazaev A. V. Lower Permian Gastropods of Shakhtau (Asselian — Sakmarian Boundary Beds, Southern Cisuralia) // Paleontological Journal. 2019. Vol. 53. № 12. P. 1237–1345. DOI: 10.1134/S0031030119120025

Zempolich W. C., Cook H. E. The role of biotic and abiotic constituents in the development and diagenesis of middle to late Paleozoic carbonate platform: outcrops and subsurface examples from C. I. S. // Carbonate Reservoir and Carbonate Field Analogs/Zempolich W. C., Cook H. E., (eds.). Society of Paleontologists and Mineralogists. Special Publications, 74, 2002. P. 123–180.

References

Ardashova T. S., Rakitina A. G. (1985). *Otchet o regional'nykh seismorazvedochnykh rabotakh metododom obshchei glubinnoi tochki (MOGT) na Petrovskom uchastke v Ishimbaiskom, Gafuriiskom i Sterlitamakskom raionakh BASSR* [Report on regional seismic surveys by the method of the common deep point (MOGT) at the Petrovsky site in the Ishimbay, Gafuriysky and Sterlitamaksky districts of the BASSR]. Vol. I. Ufa. 79 p. (In Russian).

Blokhin A. A., Karpenko N. M. (1937). *Ishimbaiskii neftyanoi promysel imeni S. M. Kirova* [Ishimbai oil field named after S. M. Kirov.]. In: International Geological Congress, XVII session, Perm excursion, southern route Moscow. P. 66–80. (In Russian).

Bogdanov A. A. (1947). *Tektonika Ishimbaiskogo Priural'ya* [Tectonics of the Ishimbai Urals]. Moscow: MOIP Publishing House. 148 p. (In Russian).

Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N. (2010). *Kriterii prognozirovaniya mestorozhdenii nefi i gaza v oblastiakh s solyano-kupol'noi tektonikoi (na primere Prikaspiya i Predural'skogo progiba)* [Criteria for forecasting oil and gas deposits in areas with salt-dome tectonics (on the example of the Caspian Sea and the Pre-Ural trough)]. Materials of the VIII Interregional Scientific and Practical Conference of the Republic of Bashkortostan. Ufa. P. 198–201. (In Russian).

Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N., Dnistriansky V. I., Poberezhsky S. M., Efimov A. G. (2013). *Rol' razlomno-blokovoi tektoniki v formirovani zalezhei uglevodorodov v podsolevykh otlozheniyakh paleozoya na yuge Sol' — Ilet'skogo svoda* [The role of fault-block tectonics in the formation of hydrocarbon deposits in the Paleozoic subsalt deposits in the south of the Sol-Ilet'sk arch]. *Geologiya nefi i gaza*. № 2. P. 22–33. (In Russian).

Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N. (2022). *Genezis neptunicheskikh daek v Sterlitamakskikh Shikhanakh* [Genesis of neptunian dikes in Sterlitamak Shikhans]. *Geologicheskii vestnik*. № 2. P. 69–80. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2022-2-6

Gorozhanin V. M., Michurin S. V., Kanipova Z. A., Biktimerova Z. R. (2015). *Litologicheskie osobennosti diamiktitov na granitse rifeya i venda v razreze Tolparovo (Yuzhnyi Ural)* [Lithological features of diamictites at the boundary of the Riphean and Vendian in the Tolparovo section] // *Geologicheskii Sbornik*. № 12. P. 23–34. [Electronic edition; <http://ig.ufaras.ru/publikatsii/geologicheskiesborniki/geologicheskii-sbornik-12-2015-g/>]. (In Russian).

Gorozhanin V. M., Michurin S. V., Voikina Z. A., Sharipova A. A., Biktimerova Z. R., Sultanova A. G. (2019). *Marino-glyatsial'nye otlozheniya v Tolparovskom razreze verkh-*

- nego dokembriya (reki Zilim i Malyi Tolpar)* [Marino-glacial deposits in the Tolparovo section of the Upper Precambrian (the Zilim and Maly Tolpar rivers)] *Geologicheskii vestnik*. №3. P. 69–92. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2019-3-6
- Gorozhanina E. N. (2011). *Tektonicheskie tipy i modeli basseinov osadkonakopleniya v paleozoe Yuzhnogo Urala i Priural'ya* [Tectonic types and models of sedimentation basins in the Paleozoic of the Southern Urals and the Urals] *Materials of the International Conference "The Current State of Earth Sciences" dedicated to the memory of V. E. Khain*. Moscow: Publishing House of the Geological Faculty of Moscow State University. P. 485–489. (In Russian).
- Gorozhanina E. N., Gorozhanin V. M. (2019). *Geopark «Toratau»: pamyatniki prirody — permские karbonatnye massivy Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau* [“Toratau” Geopark: natural monuments — Permian carbonate massifs of Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau] *Geologicheskii vestnik*. №3. P. 161–170. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2019-3-11
- Gorozhanina E. N., Gorozhanin V. M., Sagdeeva N. S. (2023). *Litofatsial'nye osobennosti izvestnyakov nizhnei permi Sterlitamaskikh shikhanov* [Lithofacial features of limestones of the Lower Permian of the Sterlitamak shikhans] *Geologicheskii vestnik*. №2. P. 4–25. (In Russian) DOI: 10.31084/2619–0087/2023-2-1
- Gorozhanina E. N., Pazukhin V. N., Gorozhanin V. M. (2009). *Paleofatsial'naya model' osadkonakopleniya nizhnemennougol'nykh otlozhenii na Yuzhnom Urale* [Paleofacial model of sedimentation of lower carboniferous deposits in the Southern Urals]. *Materials of the international field meeting “Typical carboniferous sections of Russia and potential global stratotypes” Ufa-Sibai, August 13–18, 2009*. [Materialy mezhdunarodnogo polevogo soveshchaniya «Tipovye razrezy karbona Rossii i potencial'nye global'nye stratotipy» Ufa-Sibaj, 13–18 avgusta 2009g]. Ufa: Publishing house Designpoligrafservice LLC. P. 12–21. (In Russian).
- Zinyakhina I. K. (1988). *Paleogeomorfologiya Yuzhnogo Urala v rannyuyu i srednyuyu yuru* [Paleogeomorphology of the Southern Urals in the early and Middle Jurassic] *Questions of geology and geomorphology of the Southern Urals and the Urals*. [Voprosy geologii i geomorfologii YUzhnogo Urala i Priural'ya.]. Ufa: Publishing house UNC UrO RAS. P. 51–64. (In Russian).
- Isakova T. N., Kulagina E. I., Filimonova T. V. (2020). *Rannepermская foraminiferovaya biota rifovogo massiva Shakhtau i ee svyazi s biotami teticheskoi i arkticheskoi oblastei* [Early Permian foraminiferous biota of the Shakhtau reef massif and its connections with the biota of the Tethic and Arctic regions]. *Geologicheskii vestnik*. №1. P. 3–12. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2020-1-1
- Kopp M. L. (2005). *Noveishaya deformatsiya Yuzhnogo Urala i Mugodzhar i ee veroyatnoe proiskhozhdenie* [The newest deformation of the Southern Urals and Mugodzhar and its probable origin]. *Geotectonics* [Geotektonika]. №5. P. 36–61. (In Russian).
- Korolyuk I. K. (1985). *Metodika i rezul'taty izucheniya permского rifogennogo massiva Shakhtau (Priural'e)* [Methodology and results of studying the Permian reef massif of Shakhtau (Ural region)]. M.: Publishing house Nauka. 111 p. (In Russian).
- Kulagina E. I., Skuin I. A., Kosovaya O. L. (2015). *Permskii rif Shakhtau* [Perm reef Shakhtau]. Ufa: Belaya reka. 72 p. (In Russian).
- Lozin E. V. (2015). *Geologiya i neftenosnost' Bashkortostana* [Geology and oil content of Bashkortostan]. Ufa: Publishing house “BashNIPIneft”. 704 p. (In Russian).
- Mikryukov M. F. (1937). *Sterlitamaskie shikhany* [Sterlitamak shikhans]. Perm excursion, southern route. International Geological Congress, XVII session. Moscow. P. 81–92. (In Russian).
- Nalivkin D. V. (1937). *Sterlitamaskoe peresechenie Yuzhnogo Urala* [Sterlitamak crossing of the Southern Urals] In: International Geological Congress. XVII session. Perm excursion. Southern route. L.; M.: Publishing house Gosgeolizdat. P. 93–116. (In Russian).
- Nalivkin D. V. (1956). *Uchenie o fatsiyakh* [The doctrine of facies]. M.-L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. 534 p. (In Russian).
- Ovanesov G. P. (1962). *Formirovanie zalezhei nefiti i gaza v Bashkirii, ikh klassifikatsiya i metody poiskov* [Formation of oil and gas deposits in Bashkiria, their classification and search methods]. Moscow: Publishing house Gostopizdat. 295 p.
- Olli A. I. (1948). *Drevnie otlozheniya zapadnogo sklona Urala* [Ancient deposits of the western slope of the Urals]. Saratov: Saratov State University. 414 p.
- Puchkov V. N. (2000). *Paleogeodinamika Yuzhnogo i Srednego Urala* [Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals]. Ufa: Publishing house Dauria. 146 p. (In Russian).
- Puchkov V. N. (2010). *Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii)* [Geology of the Urals and the Urals (typical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa: Publishing house Designpoligrafservice. 280 p. (In Russian).
- Puchkov V. N. (2019). *Osobennosti geologicheskogo stroeniya geoparka «Toratau»* [Features of the geological structure of the geopark “Toratau”]. *Geologicheskii vestnik*. №3. P. 18–49. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2019-3-3
- Puchkov V. N., Kozlov V. I. (2005). *Osobennosti tektoniki Volgo-Ural'skoi neftegazonosnoi oblasti* [Features of the tectonics of the Volga-Ural oil and gas region]. *Georesources* [Georesursy]. Vol. 1, №16. P. 24–26. (In Russian).
- Rauser-Chernousova D. M. (1950). *Fatsii verkhnemennougol'nykh i artinskikh otlozhenii Sterlitamasko-Ishimbaevskogo Priural'ya: na osnove izucheniya fuzulinid* [Facies of the Upper Carboniferous and Artinskian deposits of the Sterlitamak-Ishimbaevsky Urals: based on the study of fusulinids]. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. 109 p. (Proceedings of the Geological Institute, Issue 119) (In Russian).
- Rozhdestvensky A. P. (1971). *Noveishaya tektonika i razvitie rel'efa Yuzhnogo Priural'ya* [The latest tectonics and the development of the relief of the Southern Urals]. Moscow: Publishing house Nauka. 303 p. (In Russian).
- Svetlakova A. N., Razuvaev V. I., Gorozhanina E. N., Puchkov V. N., Dnistriansky V. I., Gorelikov V. I., Poberezhsky S. M., Gorozhanin V. M. (2008). *Novye dannye o stroenii yuzhnoi chasti Predural'skogo progiba po rezul'tatam seismicheskikh rabot* [New data on the structure of the

southern part of the Pre-Ural trough according to the results of seismic work] *Dokl. RAS* [Dokl. RAN]. Vol. 423, №4. P. 502–506. (In Russian).

Smirnov A. I., Sokolov Yu. V., Muslukhov Sh. I. (2022). *Speleologicheskie ob'ekty shikhana Toratau* [Speleological objects of shikhana Toratau]. *Geologicheskii vestnik*. №3. P. 114–127. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2022-3-10

Strakhov N. M. (1951). *Izvestkovo-dolomitovye fatsii sovremennykh i drevnikh vodoemov* [Lime-dolomite facies of modern and ancient reservoirs]. Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Issue 124. Geological series. [Trudy Instituta Geologicheskikh nauk]. №55. 271 p. (In Russian).

Chuvashov B. I. (1998). *Dinamika razvitiya Predural'skogo kraevogo progiba* [Dynamics of the development of the Pre-Uralian Foredeep]. *Geotectonics* [Geotektonika]. №3. P. 22–37. (In Russian).

Chuvashov B. I., Gareev E. Z. (2014). *Geologicheskaya kharakteristika rifovykh massivov Sterlitamaskoi gruppy* [Geological characteristics of reef massifs of the Sterlitamak group] In: Unique natural monuments — shikhany Tratau and Yuraktau/Edited by A. I. Melentyev, V. B. Martynenko. Ufa: Publishing house Gilem, Bashk. Encyclopedia. P. 5–24. (In Russian).

Chuvashov B. I., Proust J. N., Boisseau T., Vennan E., Chernykh V. V. (1996). *K istorii formirovaniya sterlitamaskikh shikhanov (rannepermskie rifovye massivy Yuzhnogo Predural'ya)* [On the history of the formation of Sterlitamak shikhans [Early Permian reef massifs of the Southern Urals]. In: Yearbook-1995. Institute of Geology and Geochemistry. akad. A. N. Zavaritsky. Information collection of scientific papers. [Ezhegodnik-1995/Institut geologii i geohimii im. akad. A. N. Zavarickogo. Informacionnyj sbornik nauchnykh trudov], Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Science. P. 25–34. (In Russian).

Chuvashov B. I., Yakovleva L. P. (2007). *Pozdnepaleozoiskii Yuzhnoural'skii fosforitonosnyi bassein* [Late Paleozoic South

Ural phosphorite-bearing basin]. Yekaterinburg: Publishing house Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 160 p. (In Russian).

Chumakov I. S. (1982). *Osadochnnye komplekсы Sredizemnomorskoj megavpadiny i usloviya ikh zaleganiya* [Sedimentary complexes of the Mediterranean mega-trough and the conditions of their occurrence] The Earth's crust and the history of the development of the Mediterranean Sea. Moscow: Publishing house Nauka. 207 p. (In Russian).

Shamov D. F. (1984). *Razrez permi gor-odinochek Shakhtau i Tratau* [The section of Perm single mountains Shakhtau and Tratau]. In: Guided tours 047. South Ural 27th International Geological Congress. Moscow: Publishing house Nauka. P. 22–24. (In Russian).

Shamov D. F. (1957). *Fatsii sakmaro-artinskikh otlozhenii Ishimbaiskogo Priural'ya* [Facies of the Sakmarifn-Artian deposits of the Ishimbai Pre-Urals]. Proceedings of the UfNII [Trudy UFNII]. Issue II. M.: Publishing house Gostoptehizdat. P. 3–76. (In Russian).

Vennan E. (2007). Coelobiotic communities in neptunian fissures of synsedimentary tectonic origin in Permian reef, southern Urals, Russia. *Geological Society, London, Special Publications*. V. 275. P. 211–227. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.275.01.14>

Mazaev A. V. (2019). Lower Permian Gastropods of Shakhtau (Asselian — Sakmarian Boundary Beds, Southern Cisuralia). *Paleontological Journal*. Vol. 53. №12. P. 1237–1345. DOI: 10.1134/S0031030119120025

Zempolich W. C., Cook H. E. (2002). The role of biotic and abiotic constituents in the development and diagenesis of middle to late Paleozoic carbonate platform: outcrops and subsurface examples from C. I. S. Carbonate Reservoir and Carbonate Field Analogs/Zempolich W. C., Cook H. E., (eds.). Society of Paleontologists and Mineralogists. Special Publications, 74. P. 123–180.

Сведения об авторах:

Горожанин Валерий Михайлович, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа gorozhanin@ufaras.ru

Горожанина Елена Николаевна, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа gorozhanin@ufaras.ru

About the authors:

Gorozhanin Valery Michailovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Gorozhanina Elena Nickolaevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Статья поступила в редакцию 22.09.2023; одобрена после рецензирования 04.10.2023; принята к публикации 10.11.2023

The article was submitted 22.09.2023; approved after reviewing 04.10.2023; accepted for publication 10.11.2023