

УДК 55:551.736+551.83 (234.853)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О НИЖНЕПЕРМСКОМ РИФОВОМ МАССИВЕ КУШТАУ, ЮЖНОЕ ПРИУРАЛЬЕ: БИОСТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОФАЦИИ

Е. Н. Горожанина¹, В. М. Горожанин^{1, *}, Т. Н. Исакова², Т. В. Филимонова²,
Н. С. Сагдеева¹, Р. Е. Семенов¹

¹Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа

²Геологический институт РАН, Москва

*e-mail: gorozhanin@ufaras.ru

Поступила в редакцию 10.01.2025 г.

После доработки 01.04.2025 г.

Принята к публикации 17.04.2025 г.

Результаты исследования керна 12 скважин, пробуренных на горе Куштау (Южное Приуралье) и вскрывших разрез ассельских и сакмарских биогермных известняков, позволили выявить детали строения рифового массива на основе биостратиграфического расчленения отложений. Отложения датированы по фауне фораминифер, выделены горизонты и зоны, установлено гипсометрическое положение границ горизонтов, указывающее на пластовое строение шихана Куштау с пологим моноклинальным падением слоев на северо-запад. Выяснен характер распределения биогермных фаций по разрезу и латерали, определена эволюция рифовых палеобиоценозов от тубифитово-мшанковых биогермов тиховойдной зоны к фузулиновым пескам гидродинамически активной зоны. На границе ассельского и сакмарского ярусов распространены зернистые фузулиновые и полибиокластовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны), которые формировались в условиях активной гидродинамики, что может указывать на регрессивное обмеление шельфа. Граница проведена по смене фауны фузулинид и литологически не выражена. В карбонатном массиве горы Куштау установлены многочисленные нептунические дайки. Показан характер вторичных изменений, степень их влияния на карбонатные породы и время их проявления. Эти данные могут быть использованы при изучении нижнепермских рифовых отложений в других регионах.

Ключевые слова: ассельский ярус, сакмарский ярус, фораминиферы, тубифитесы, палеоаплизины, штормовые слои, цикличность, корреляция разрезов скважин, нептунические дайки

ВВЕДЕНИЕ

Западный борт Предуральяского прогиба на территории Южного Приуралья сложен нижнепермскими органогенными известняками рифовой фации. В районе города Стерлитамака они слагают четыре горы-одиночки Юрактау, Куштау, Шахтау (ныне карьер) и Торатау (Тратау), расположенные линейной цепочкой с севера на юг вдоль правого берега р. Белая (рис. 1в). Эти карбонатные массивы рассматриваются как фрагменты древней рифовой системы, формировавшейся в течение ассельского и сакмарского веков и завершившей развитие в артинском веке (Королук, 1985; Кулагина и др., 2015; Пучков, 2019; Горожанина и др., 2019; Горожанин, Горожанина, 2023). Эти горы-одиночки называются шиханами. Шихан Куштау расположен на территории геопарка и сейчас относится к охраняемым памятникам природы (Реестр..., 2010). Шихан Куштау находится в 4 км севернее г. Стерлитамака, представляет собой залесенную гору, вытянутую субмеридионально вдоль правого берега р. Белая на 4 км при ширине около 1.5 км (рис. 1а, 1г). По неопубликованным данным И.В. Хворовой (1942 г.), гора имеет пластовое строение, сложена тубифитовыми, мшанковыми, палеоапличиновыми, фузулинидовыми известняками с кораллами. Недавние палеонтологические исследования г. Куштау показали присутствие в известняках разнообразных водорослей (Иванова, Кулагина, 2023), колониальных рогоз (Коссовая, Кулагина, 2023), брахиопод (Давыдов, 2023), мшанок (Толоконникова, 2023), остракод (Семенов, 2004) и фораминифер (Исакова и др., 2023).

Рис. 1. Местоположение шихана Куштау.

Целью настоящей работы является уточнение геологического строения шихана Куштау. Для ее достижения потребовалось комплексное решение ряда литолого-биостратиграфических задач: выявление фораминиферовой характеристики отложений, анализ распространения фузулинидовых и мелкофораминиферовых комплексов по наиболее детально опробованным скважинам, обоснование возраста пород, расчленение разреза с учетом приуроченности комплексов фораминифер к определенным литофациальным типам карбонатных пород, анализ эволюции литофаций, обоснование условий формирования отложений и определение влияния вторичных процессов на их стратиграфическую последовательность, сравнение строения шихана Куштау с другими шиханами (Шахтау, Юрактау, Торатау).

МАТЕРИАЛ

В 2017 г. на горе Куштау ОАО “Башкиргеология” было пробурено 15 скважин по заказу АО “Сырьевая компания” с целью оценки качества и подсчета запасов известнякового сырья. Для изучения литологии и фораминифер горы Куштау был использован керн 12 скважин глубиной от 80 до 255 м. Скважины были пройдены с полным отбором керна. Образцы отбирались по мере смены литологии через 1–2 м. Литологические особенности определялись по спилам керна. Фораминиферы изучались по литологическим и палеонтологическим шлифам с ориентированными сечениями раковин фузулинид. Наиболее детально вертикальное распределение фузулинид и мелких фораминифер изучено по пяти скважинам. Из керна одной скважины получены комплексы остракод. По шлифам проводилось изучение микрофациальных особенностей пород с использованием классификационных признаков по Р. Данэму (Dunhem, 1962; Flügel, 2010). Вторичные изменения пород определялись по макропризнакам и уточнялись в шлифах. Всего отобрано 396 образцов и изготовлено свыше 500 шлифов. Коллекции образцов и основная часть шлифов, за исключением ориентированных палеонтологических, из скважин горы Куштау находятся в Институте геологии УФИЦ РАН, г. Уфа. Коллекция палеонтологических шлифов с ориентированными сечениями раковин фораминифер № 4927 хранится в Геологическом институте РАН, Москва. Базовыми материалами для построения схем сопоставления скважин послужили производственные отчеты по разведке карбонатного сырья, предоставленные АО “Сырьевая компания” и ОАО “Башкиргеология”.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ

Рифовые массивы западного борта Предуральского прогиба маркируют окраину пермского карбонатного шельфа Восточно-Европейской платформы. Они формировались во время Уральского орогенеза на удаленной шельфовой окраине Предуральского краевого прогиба (Пучков, 2000, 2019; Горожанина и др., 2023).

Шиханы сложены светлыми органогенными известняками с многочисленными микро- и макрофаунистическими остатками – фораминиферами, мшанками, криноидеями, брахиоподами, наутилоидеями, водорослями, а также проблемными организмами палеоаплизинами и тубифитесами. Последние имеют бактериальную природу, а ранее были отнесены к водорослям шамовеллам (Королюк, 1985; Кулагина и др., 2015; Иванова, Кулагина, 2023).

Карбонатные массивы гор-одиночек расположены на неотектоническом Шиханском блоке, который при поднятии подвергался растрескиванию, эрозии и

денудации. Сохранившиеся четыре шихана получили свое выражение в рельефе в виде гор-останцов (Королюк, 1985; Кулагина и др., 2015; Пучков, 2019; Горожанина и др., 2019; Горожанин, Горожанина, 2023). Линейное субмеридиональное расположение гор-одинок указывает на их приуроченность к единой разломной зоне, ограничивающей Шиханский блок с запада (рис. 1в). Шихан Юрактау расположен на северном окончании Шиханского тектонического блока, шихан Торатау (Тратау) – на южном окончании, гора Куштау расположена между ними. К югу от нее существовал шихан Шахтау, на месте которого сейчас карьер по добыче известнякового сырья для производства соды (рис. 1в). Детальное изучение стратиграфии и литофаций отложений, вскрытых карьером, проведено И.К. Королюк (Королюк, 1985), которой выделены отложения ассельского, сакмарского и артинского ярусов. Стратиграфия и фации известняков шиханов Юрактау и Торатау менее изучены из-за значительной тектонической раздробленности, нечеткости слоистости и перекристаллизации. Шихан Юрактау сложен известняками ассельского и сакмарского ярусов с тубифитесами, мшанками, криноидеями. На шихане Торатау распространены тубифитово-мшанковые известняки, которые отнесены преимущественно к ассельскому ярусу, фузулинидовые известняки отсутствуют (Чувашов и др., 1996; Чувашов, Гареев, 2014; Горожанин, Горожанина, 2023).

Шихан Куштау сложен нижнепермскими рифовыми известняками. Опубликованных данных по биостратиграфии отложений, составу известняков и структуре горы нет. Известно только из полевых дневников И.В. Хворовой, изучавшей Куштау в 1942 г., присутствие коренных выходов фузулинидовых, мшанковых и палеоаплизиновых известняков на западном склоне. Известняки с обильными остатками брахиопод, мшанок и разнообразных моллюсков, а также редких трилобитов указывались в выходах на южном и юго-восточном склонах горы. И.В. Хворова считала, что пласты образуют асимметричную антиклинальную складку, которая имеет крутое западное и пологое восточное крыло (Богданов, 1947). Данные бурения показали присутствие прослоев фузулинидовых грейнстоунов с крутой наклонной слоистостью, наклонное положение имеют также пластины палеоаплизин в известняках на западном склоне (Горожанина и др., 2023).

ФОРАМИНИФЕРОВАЯ БИОСТРАТИГРАФИЯ

Фузулиниды

Фузулинидовая биостратиграфия нижнепермских известняков башкирских рифовых массивов берет начало еще в 1930-е годы и связана с активным бурением нефтепромысловых скважин в районе Ишимбая. Появившийся массовый материал по

распространению фузулинид, полученный из керна буровых скважин погребенных рифовых массивов Ишимбая, позволил выявить закономерность распространения и вертикальной смены одних видов другими, вычленил характерные комплексы фузулинид и предложить схему дробного расчленения известняков (Раузер-Черноусова, 1937). Позже (Раузер-Черноусова, 1949, 1950) детализированная и уточненная схема расчленения ассельского и сакмарского ярусов нижней перми была распространена на все Башкирское Приуралье. Эта схема является основой для нижнепермских ярусов Стратиграфической схемы Урала (Стратиграфические..., 1993) и зональной шкалы по фузулинидам, разработанной для шихана Шахтау (Раузер-Черноусова, Королук, 1991).

Фузулиниды наиболее крупного шихана Куштау ранее почти не изучались ввиду сильной залесенности горы (Путеводитель..., 1991) и плохой обнаженности коренных пород. Но даже имеющиеся немногие ссылки в литературе, фиксирующие присутствие фузулинид в известняках Куштау, свидетельствуют о значительном родовом и видовом разнообразии состава сообществ фораминиферовой биоты, сравнимом с разнообразием биоты Шахтау (Исакова и др., 2020, 2023).

Современные новые данные о вертикальном распространении фузулинид, полученные по образцам из пяти скважин – 21, 22, 25, 27, 35 с дополнениями по скважинам 23, 24, 28, 32 и 34, свидетельствуют, что в шихане Куштау выделяется ассельский ярус суммарно в объеме верхней части холодноложского горизонта и шиханского горизонта, а также сакмарский ярус, представленный тастубским и стерлитамакским горизонтами. Согласно Региональной стратиграфической схеме нижнепермских отложений Урала (Стратиграфические..., 1993), каждому горизонту соответствуют зоны фузулинидовой зональной схемы. Верхней части холодноложского горизонта соответствует зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*. Шиханский горизонт включает зону *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*. Тастубский горизонт объединяет две зоны: нижнюю *Sakmarella moelleri* и верхнюю *Uraloverneuilites verneuili*. Стерлитамакскому горизонту соответствует зона *Uraloverneuilites urdalensis*. Кроме того, в пределах зон в составе зональных комплексов Куштау фиксируются местные сообщества фузулинид, включающие виды, закономерное появление и смена которых по вертикали, а также их количественное соотношение в сообществах позволяют получить более дробное расчленение разреза. Местные фузулинидовые сообщества приурочены к различным литологическим пачкам. Закономерная смена снизу вверх по разрезу местных сообществ фораминифер, приуроченных к отложениям особого литологического состава, является основой выделения литостратиграфических пачек в пределах общепринятых биостратиграфических фузулинидовых зон (рис. 2). Подобное

“сверхдробное расчленение разреза” впервые было предложено Д.М. Раузер-Черноусовой (1958) для верхнекаменноугольных отложений Самарской Луки.

Рис. 2. Соотношение стратиграфического расчленения башкирских шиханов Шахтау и Куштау по фауне фузулинид.

Ассельский ярус сложен микритовыми, водорослевыми, тубифитовыми, мшанковыми и фузулинидовыми известняками, образующими литологические пачки, содержащие различающиеся между собой местные сообщества фузулинид. Вскрытый разрез ассельского яруса в пределах двух фузулинидовых зон расчленяется на четыре литостратиграфические пачки.

Холодноложский горизонт. Включает пачки 1 и 2. Разрез вскрытой части горизонта представлен мшанково-тубифитовыми и фузулинидово-тубифитовыми известняками, содержащими “транзитный” комплекс швагеринид, в целом характерных для зоны *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*, но переходящих и выше. В состав комплекса зоны входят швагерины группы *Schwagerina constans* Scherbovich (табл. I, фиг. 1). Швагерины (табл. I, фиг. 2) часто образуют массовые скопления, что отмечается в скважине 27 на глубине 199.8 м. Для этой части разреза характерны также виды группы *Dunbarinella gregaria* (Lee) (табл. I, фиг. 4). Появляются ругозофузулиноидесы группы *Rugosofusulinoides serrata* (Rauser) в скважина 21, гл. 253.9 м и в скважина 27, гл. 199.8 м (рис. 3, 6). Типично частое присутствие представителей отряда *Schubertellida* – *Schubertella paramelonica paramelonica* (Suleimanov) и *Sch. paramelonica minor* (Suleimanov), *Sch. sphaerica* (Suleimanov), *Sch. kingi exilis* (Suleimanov).

Таблица I. Характерные виды фузулинид литостратиграфических пачек шихана Куштау.

Рис. 3. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 21 Куштау.

На восточном склоне шихана (скважины 22 и 29) ассельские отложения начинаются пачкой 1 мшанковых известняков с очень редкими мелкими *Schubertella* sp. или мшанково-тубифитовыми биогермными известняками без фузулинид. Ассельский возраст мшанковых известняков пачки 1 подтвержден находками остракод (Семенов, 2023), комплекс которых близок к комплексу, указанному ранее из ассельского яруса горы

Торатау. Выше начинаются фузулинидовые разности известняков пачки 2 (рис. 4). В сообществе фузулинид этой пачки преобладают экземпляры с осевыми уплотнениями, предположительно, группы *Dunbarinella paragregaria*. Верхняя часть пачки (скважина 22, гл. 167.2 м) выделяется более мелководным характером, на что указывает прослой песчанистого известняка, содержащего обломки и окатанные раковины *Shubertella ex gr. kingi* и *Reitlingerina sp.* Фузулинидовые известняки содержат также остатки *Tubiphytes sp.* Пачка 2 фузулинидовых известняков на восточном склоне прослеживается и в скважине 28, где также фиксируется сообщество фузулинид с осевыми заполнениями группы *Dunbarinella gregaria* и характерные для этого интервала разреза *Schwagerina sp. (S. ex gr. constans)*.

Рис. 4. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 22 Куштау.

В центральной части Куштау отложения пачки 1 – мшанковые известняки – не вскрыты. В скважинах 21 и 27 (рис. 3, 6) холодноложские отложения представлены фузулинидово-полидетритовыми известняками пачки 2 с *Schwagerina constans* (скв. 21, гл. 254.9 м, 253.9 м; скв. 27, гл. 199.8 м) и дунбаринеллами с осевыми заполнениями (скв. 21, гл. 238.6 м) *Dunbarinella ascedens* (Rauser). Пачка 2 центральной части шихана характеризуется появлением первых *Rugosofusulinoides ex gr. serrata* (скв. 21, гл. 244.6 м) и *Grozdilovia ex gr. sulcata* (скв. 21, гл. 238.6 м).

Шиханский горизонт. Объединяет пачки 3 и 4. Представлен фузулинидово-полибиокластовыми известняками с прослоями известняков с обломками палеоаплизин. Содержит комплекс фузулинид, в целом соответствующий зоне *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, и включает виды, как перешедшие из холодноложского горизонта, так и впервые появившиеся. Общий набор видов отличается обогащением таксономического состава. Увеличивается видовое разнообразие ругозофузулиноидесов. Отличительной особенностью комплекса становится доминирование *Rugosofusulinoides shaktauensis* (Suleimanov) (табл. I, фиг. 5, 6), при относительно постоянном присутствии других видов этого рода – *R. intermedia* (Suleimanov), *R. paralatorialis* (Suleimanov), *R. paramoderata* (Suleimanov), *R. serrata shikhanensis* (Suleimanov). В зональный состав комплекса входят разнообразные *Grozdilovia* – *G. sulcata* (Korzhenevsky) (табл. I, фиг. 12), *G. decurta* (Korzhenevsky) (табл. I, фиг. 8), *G. baschkirica* (Korzhenevsky), *G. ischimbajevi* (Korzhenevsky) (табл. I, фиг. 10). Появляются первые *Pseudochusenella lutuginiformis* (Rauser) (табл. I, фиг. 7).

Наиболее полно шиханский горизонт представлен в скважине 21 Куштау (рис. 3). В центральной части шихана фузулинидовые известняки в пределах зоны *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma* содержат два различных сообщества фузулинид. В нижнем (пачка 3) массово присутствуют ругозофузулиноидесы и обычные *Dunbarinella ascedens* (табл. I, фиг. 3). Характерным видом является *Rugosofusulinoides shaktauensis* (Suleimanov). Массовым ругозофузулиноидесам сопутствуют более редкие и проходящие в более молодые отложения *Grozdilovia baschkirica*, *G. sulcata*, *G. decurta*, *G. ischimbajevi*. Сообщество пачки 3 с ругозофузулиноидесами прослеживается в скважинах 21, 25, 27 центральной части и в скважине 22 восточного склона Куштау (рис. 3–6). Выше, в пачке 4, ругозофузулиноидесы представлены единичными видами группы *serrata*. В составе комплекса преобладают представители рода *Grozdilovia* – *G. ischimbajevi* и *G. decurta*, массовые *G. sulcata*. Новым элементом является *Pseudochusenella lutuginiformis*. Сообщество пачки 4 прослеживается в скважинах 21 и 35 центральной части и в скважине 22 восточного склона. Верхняя часть этой пачки в скважине 27, расположенной также в центральной части шихана, охарактеризована своеобразным составом фораминифер: на известняках с ругозофузулиноидесами залегают полидетритовые известняки с массовыми *Parastaffelloides* sp., *Reitlingerina* sp., разнообразными мелкими фораминиферами. Аналогично, на восточном склоне в скважине 22 выше слоев с *Rugosofusulinoides shaktauensis* отмечается прослой с *Parastaffelloides* sp. (рис. 4).

Рис. 5. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 25 Куштау.

Рис. 6. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 27 Куштау.

Сакмарский ярус сложен фузулинидовыми, криноидными, мшанковыми, палеоаплизинными и водорослевыми известняками, содержащими многочисленные остатки брахиопод и кораллов. Сакмарский ярус прослежен в полном объеме или частично в скважинах центральной части и на восточном склоне шихана. В пределах трех фузулинидовых зон он расчленяется на четыре литостратиграфические пачки.

Тастубский горизонт включает пачки 5–7, представлен фузулинидово-полибиокластовыми известняками, в нижней части – с прослоями кораллов, фузулинидовых и криноидных разностей. Наблюдаются прослои доломитизированных полидетритовых разностей. Нижняя граница горизонта определяется появлением

Sakmarella moelleri (Schellwien). Указанный вид с номинальным подвидом, а также его подвиды *S. moelleri aequalis* (Schellwien) (табл. I, фиг. 13) и *S. moelleri implicata* (Schellwien) (табл. I, фиг. 14) зафиксированы во всех изученных скважинах в составе зонального комплекса *Sakmarella moelleri* из нижней фузулинидовой зоны тастубского горизонта. Кроме группы подвидов вида-индекса, комплекс фузулинид включает “транзитные” виды *Pseudochusenella lutuginiformis*, *Grozdilovia decurta*, *G. ischimbajevi*, *G. sulcata*, что сближает его с местным комплексом верхней пачки 4 шиханского горизонта ассельского яруса. Новым элементом является *Pseudochusenella (?) callosa* (Rauser) (табл. I, фиг. 9). Зона *Sakmarella moelleri* прослеживается в центральной части (скважины 21, 25, 27, 35) и на восточном склоне Куштау (скважина 22). Наиболее детально эта зона охарактеризована в скважине 21 центральной части (рис. 3). В пределах зоны фиксируется последовательная смена двух местных сообществ фузулинид, приуроченных к известнякам двух литостратиграфических пачек. В нижней части выделяются фузулинидово-криноидные известняки пачки 5, в которой виду-индексу сопутствуют “транзитные” виды, перешедшие из подстилающих отложений. Выше эти известняки перекрываются пачкой 6, отличающейся присутствием в фузулинидовых известняках прослоев доломитизированных разностей, значительным сокращением “транзитных” видов и появлением *Grozdilovia composita* (табл. I, фиг. 11).

Для зоны *Uraloverneuilites verneuili* – верхней фузулинидовой зоны тастубского горизонта – характерно резкое сокращение видового разнообразия состава комплекса. Местное сообщество фузулинид приурочено к фузулинидовым и криноидно-фузулинидовым известнякам. В нижней части вычленяется пачка 7, сложенная фузулинидово-мшанково-криноидными разностями и содержащая комплекс фузулинид с первыми *Uraloverneuilites verneuili* (Moeller) (табл. I, фиг. 15), зафиксированными в скважине 21 на глубине 87.3 м, перешедшими из нижележащих отложений *Grozdilovia composita* (скважина 21, гл. 87.3 м) и впервые появившимися *Globifusulina uralica* (Krotov) (табл. I, фиг. 18) и *G. parva* (Belyaev) (скв. 21, гл. 87.3 м). Сообщество фузулинид пачки 7 отмечается также в скважине 35 центральной части шихана (рис. 7). На восточном склоне (скв. 22, гл. 5.1 м) пачка 7 завершает вскрытый разрез сакмарского яруса.

Рис. 7. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 35 Куштау.

Стерлитамакский горизонт сложен преимущественно мшанковыми и палеоаплизинowymi биогермными известняками с редкими прослоями фузулинидово-

полидетритовых известняков. Этот интервал разреза отнесен к пачке 8. Фузулинидовая характеристика этих отложений получена только в скважине 21 центральной части Куштау (рис. 3), где в двух прослоях фузулинидово-полидетритового известняка на глубине 34.3 и 19.6 м определены в основном массовые *Uraloverneuilites urdalensis urdalensis* (Rauser) (табл. I, фиг. 16) и *U. urdalensis abnormis* (Rauser) (табл. I, фиг. 17), характерные для фузулинидовой зоны *Uraloverneuilites urdalensis*. В мшанковых известняках фузулиниды отсутствуют. В скважине 35 центральной части шихана выше пачки 7 начинаются преимущественно мшанковые известняки пачки 8, охарактеризованные только комплексом мелких фораминифер (рис. 7).

Мелкие фораминиферы

Мелкие фораминиферы башкирских шиханов изучались с 1940-х годов (Липина, 1949; Морозова, 1949; Сулейманов, 1949; Королюк, Раузер-Черноусова, 1977). Шихан Шахтау был изучен с особой тщательностью, в отличие от Куштау и других. В основном на материале из Шахтау были выделены комплексы мелких фораминифер, привязанные к горизонтам и фузулинидовым зонам нижнепермских отложений башкирских шиханов (Раузер-Черноусова, 1949). Согласно предшествующим данным, для верхней части холодноложского горизонта характерен комплекс с *Cribrogenerina major*, *Cr. gigas*, *Tetrataxis subconica*, *Bradyinelloides crassaformis*, *Lagenida*; для шиханского горизонта – комплекс с *Pseudoagathammina regularis*, *Cribrogenerina gigas*, *Nodosinelloides longa*, *Nodosinelloides*, *Geinitzina*, *Lasiiodiscidae*; для тастубского горизонта – комплекс с *Tetrataxis irregularis*, *T. lata*, *T. planulata*, *Geinitzina magna*, *Pseudoglomospira compressa conspecta*, *Pseudospira vulgaris*, *Ps. ishimbaica*, *Nodosinelloides tenuiseptata*, группы *N. netchajewi*, *Lasiiodiscidae*; для стерлитамакского горизонта – комплекс с *Bradyinelloides major*, *Endothyra lipinae*, *Nodosinelloides bella*, *Lasiiodiscidae*, *Endothyra*; для бурцевского горизонта артинского яруса – комплекс с *Postmonotaxinoides costiferus*, *Geinitzina postcarbonica*, *Bradyina lucida*.

Полученные нами новые данные о распространении мелких фораминифер позволяют скорректировать, уточнить, а также расширить характеристику ранее известных комплексов и использовать их для детализации расчленения нижнепермских разрезов шиханов. При расчленении разрезов по мелким фораминиферам учитывались в основном виды и роды с наиболее узкими интервалами распространения, а также периоды их наибольшего расцвета. Комплексы мелких фораминифер Куштау были выделены, прослежены и соотнесены с литостратиграфическими пачками с фузулинидами в скважинах 21, 22, 24, 25, 27, 28, 32, 35 (рис. 2□7). В составе комплексов указаны только

характерные виды, имеющие стратиграфическое значение, или наиболее часто встречающиеся.

Мелкие фораминиферы пачки 2 представлены видами *Bradyinelloides crassaformis* (Morozova), *Nodosinelloides grandis* (Lipina), *N. cf. conspecies* (Lipina), *Tezaquina clivuli* Vachard (скв. 22 и 27; рис. 4, 6), а также *Postmonotaxinoides aff. grandis* (Lipina), *Postm. horridus* (Lipina), *Pseudoagathammina regularis* (Lipina), *Pseudoag. duplicata* (Lipina), *Trepeilopsis sp.* (скв. 24, гл. 94.7–147.5 м). Виды *Nodosinelloides grandis*, *N. cf. conspecies* в разрезах скважин Куштау встречены только в комплексе пачек 2 (верхи холодноложского горизонта) и 3 (низы шиханского горизонта). Только в пачке 2 встречены *Postm. horridus* и *Nodosinelloides grandis*.

В пачке 3 низов шиханского горизонта в скважинах 21, 22, 25 (рис. 3□5) обнаружены виды *Asselodiscus sp.*, *Postmonotaxinoides costiferus* (Lipina) (много), *Bradyinelloides crassaformis*, *Bradyinell. ordinata* (Konovalova), *Bradyina subsphaerica* (Morozova), *Br. dublipora* (Morozova), *Cribrogenerina major* (Morozova), *Pseudoglomospira ex gr. insigna* (Konovalova), *Geinitzina multicamerata* Lipina, *Nodosinelloides conspecies*, *Syzrania sp.* В скважине 28 (гл. 80.6–153.8 м) определены виды *Geinitzina multicamerata*, *Cribrogenerina major*, *Insolentithea sp.* В скважине 32 (гл. 165.5–239.1 м) присутствуют виды *Bradyinell. ordinata*, *Pseudospira vulgaris* (Lipina), *Geinitzina multicamerata* и др. В целом в комплексе появляется десять новых видов. Только для пачки 3 характерны *Asselodiscus sp.*, *Nodosinelloides conspecies* и *Geinitzina multicamerata*. В комплексе появляются *Cribrogenerina major* и *Bradyina dublipora*, характерные и для пачки 4, *Bradyinelloides ordinata*, который прослеживается до пачки 7 тастубского горизонта, а также формы *Pseudoglomospira ex gr. insigna*, которые распространены в пачках 3–5 шиханского горизонта и низов тастубского горизонта.

Комплекс пачки 4 верхней части шиханского горизонта в скважинах 22, 25, 27, 35 (рис. 3–6) содержит виды *Postmonotaxinoides costiferus*, *Bradyinelloides crassaformis*, *Bradyinell. major* (Morozova), *Bradyinell. omrica* (Konovalova), *Bradyinell. ordinata*, *Bradyina dublipora* (Morozova), *Br. delicata* (Konovalova), *Br. subsphaerica* (Morozova), *Cribrogenerina major*, *Tetrataxis ex gr. angusta* Vissarionova, *Pseudoglomospira insigna*, *Pseudogl. ex gr. insigna*, *Hemigordius compressa* (Lipina), *Amphoratheca iniqua* Mamet et Pinard, *Insolentithea sp.* Менее разнообразный комплекс обнаружен в скважине 28 (гл. 13–56.7 м) – *Postmonotaxinoides costiferus*, *Bradyina subsphaerica*, *Pseudoglomospira insigna*, *Hemigordius aff. compressa*, *Insolentithea sp.* В целом в комплексе появляется семь новых видов. Среди них два вида *Hemigordius compressa* и *Amphoratheca iniqua* характерны только для этого комплекса, остальные – *Bradyinelloides major*, *Bradyinell. omrica*, *Bradyina delicata*,

Tetrataxis ex gr. angusta, *Pseudoglomospira insigna*, *Insolentithea* sp. – встречаются и выше. В комплексе весьма многочисленны *Pseudoglomospira insigna* и *Pseudogl. ex gr. insigna*.

В комплексе пачки 5 нижней части тастубского горизонта в скважинах 22, 24, 25, 27, 35 (рис. 4–7) мелкие фораминиферы представлены видами, проходящими из пачки 4 – *Postmonotaxinoides costiferus* (много), *Bradyinelloides omrica*, *Bradyinell. ordinata*, *Bradyinell. major*, *Bradyina delicata*, *Br. subsphaerica*, *Pseudoglomospira insigna*, *Pseudogl. ex gr. insigna*, *Tezaquina clivuli* и десятью впервые появившимися – *Climacammina rara* Konovalova, *Lateenoglobivalvulina pergrata* (Konovalova), *Pseudoglomospira aquilonaris* (Konovalova), *Bradyina aff. lucida* Morozova, *Endothyranella* sp., *Endothyra* sp., *Geinitzina* sp. 1, *G. magna* Lipina, *G. cf. uralica* Suleimanov, *Nodosinelloides potievskayae* Mamet et Pinard, *N. aff. longa* (Lipina). В скв. 32 (гл. 150.0–158 м) комплекс пачки 5 содержит виды *Climacammina rara*, *Endothyranella* sp., *Endothyra* sp., *Geinitzina magna*, *Postmonotaxinoides costiferus*, *Insolentithea* sp. и др.

В пачке 6 средней части тастубского горизонта в скважинах 22, 35 (рис. 4, 7) комплекс менее разнообразный; помимо проходящих из пачки 5 видов *Bradyinelloides ordinata*, *Climacammina rara*, *Lateenoglobivalvulina pergrata*, *Endothyranella* sp., *Tezaquina clivuli*, *Geinitzina magna*, присутствуют представители рода *Earlandia*.

В пачке 7 верхней части тастубского горизонта в скважинах 21, 22 (рис. 3, 4) снова весьма многочисленны *Postmonotaxinoides costiferus* (акме) и *Endothyra* sp., часть видов □ *Bradyinelloides ordinata*, *Geinitzina magna*, *Climacammina vissarionovae* (Morozova), *Pseudoglomospira ovalis* (Konovalova) – представлены меньшим количеством раковин.

Комплекс пачки 8 стерлитамакского горизонта обнаружен в скважинах 21 и 35 (рис. 3, 7). Представлен проходящими из нижележащих пачек видами – *Climacammina rara* (много), *Postmonotaxinoides costiferus* (много), *Bradyinelloides major*, *Bradyinell. cf. major*, *Endothyranella* sp., *Earlandia* sp., *Syzrania* sp., *Geinitzina cf. uralica*, *G. sp. 1*, *Nodosinelloides potievskayae*. Помимо них появляются *Lateenoglobivalvulina arguta* (Konovalova), *Bradyinelloides grandiosa* (Konovalova), *Postmonotaxinoides grandis* (Lipina), *Bradyina lucida*, *Geinitzina ex gr. ovoides* Lipina, *Amphoratheca* sp., *Nodosinelloides* sp. 1, *N. sp. 2* с многослойной стенкой. В скважине 32 (гл. 17.6–52.5 м) комплекс пачки 8 содержит виды *Climacammina rara*, *Postmonotaxinoides costiferus*, *Postm. grandis*, *Geinitzina* sp. 1 и др.

ЛИТОФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

Породы массива Куштау, так же как и других шиханов, сложены органогенными известняками. Отложения относятся к рифовым фациям, образовавшимся в результате жизнедеятельности морских организмов в краевой части шельфа (Королук, 1985;

Антошкина, 2003; Чувашов, 2014). Под термином “рифовый массив” мы понимаем горное поднятие, сложенное шельфовыми карбонатными отложениями, включающими значительное количество биогермных (рифовых) образований, представленных баундстоунами и рудстоунами. К биогермам относятся карбонатные образования на морском дне, представленные остатками известьвыделяющих прикрепленных организмов, сохранившихся в прижизненном положении и образующих органогенные постройки небольшой мощности (Чувашов, 2014), которые рассматриваются как экологические рифы (Антошкина, 2003).

Органогенные известняки подразделены на две литофациальные группы: биогермные известняки, или баундстоуны, и зернистые биокластовые или детритовые известняки (Горожанина и др., 2023). Литофациальные типы или разновидности биогермных и зернистых известняков выделены по составу преобладающих (породообразующих) фаунистических остатков (Сагдеева, 2022; Горожанина и др., 2023) и представлены мшанковыми, тубифитовыми, коралловыми и палеоаплизиновыми баундстоунами, а также фузулиновыми, криноидными и полибиокластовыми пакстоунами, грейнстоунами и вакстоунами.

Литофациальные типы известняков шихана Куштау

Палеоаплизиновые известняки (баундстоуны и рудстоуны) характеризуются присутствием крупных пластин палеоаплизин толщиной до 1 см, разделенных светлыми инкрустационными кальцитовыми корками толщиной 3–5 мм и темно-серыми участками микритового тонкослоистого карбонатного материала, заполняющего пространства между инкрустационными обрастаниями (рис. 8а–8г). Темные участки представляют собой остатки карбонатного ила. Эти известняки встречаются на двух стратиграфических уровнях в ассельском и сакмарском ярусах. В ассельском ярусе эта разновидность известняков приурочена к шиханскому горизонту (рис. 8г, 8ж, 8з), а в сакмарском ярусе – к верхней части тастубского горизонта – стерлитамакскому горизонту (рис. 8а–8в, 8д, 8е). В ассельском ярусе палеоаплизиновые известняки чередуются с фузулиновыми полибиокластовыми грейнстоунами и пакстоунами (Башлыкова и др., 2023). В сакмарском ярусе палеоаплизиновые известняки образуют мощные (до 40 м толщиной) пласты, протягивающиеся в меридиональном направлении и слагающие обе вершины г. Куштау. В ассоциации с палеоаплизинами развиты мшанки, отмечается обрастание пластин палеоаплизин мшанками, тубифитесами и нитчатыми гирванеллами (рис. 8д, 8е). Считается, что мшанки укрепляют биогермные тела, заполняя свободные участки (Толоконникова, 2023). Пластинки палеоаплизин встречаются преимущественно в виде

обломков в фузулинидово-биокластовых грейнстоунах. В сакмарский век палеоаплизиновые биогермы формировались в тиховодных условиях мелководного шельфа. Об этом свидетельствует сохранность участков илового матрикса с тонкой слоистостью – ватерпасов (Ponomarenko, 2021). Вероятно, эти условия были более благоприятны для спокойного роста крупных биостромов (Маслов, 1950). Фациальная обстановка формирования ассельских палеоаплизиновых известняков – зона мелководного шельфа с переменной волновой гидродинамикой, возможно также со штормовым влиянием, что приводило к разрушению палеоаплизиновых биогермов.

Рис. 8. Палеоаплизиновые известняки сакмарского (а, б, в, д, е) и ассельского (г, ж, з) ярусов.

Фузулинидовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны) сложены раковинами фузулинид часто с примесью другой биокластики – водорослей, тубифитесов, криноидей, кораллов, брахиопод, мелких фораминифер. Эти известняки являются наиболее распространенными в разрезах скважин и слагают мощные толщи ассельского и сакмарского ярусов. Граница между ассельским и сакмарским ярусами литологически не выражена и проходит в толще фузулинидово-тубифитовых пакстоунов (рис. 3–7, 9). Отмечаются прослои, сложенные скоплением крупных раковин фузулинид (Исакова и др., 2023). Они относятся к типу карбонатных песков. В зависимости от типа и количества примеси другой биокластики они подразделяются на разновидности: фузулинидовые известняки с криноидеями, с кораллами, с тубифитесами, водорослями, мшанками, палеоаплизинами. Фузулинидовые известняки с кораллами также широко распространены в тастубском горизонте. Кораллы образуют колонии среди фузулинидово-биокластовых грейнстоунов (Коссовая, Кулагина, 2023). Фузулинидовые известняки с тубифитесами характерны для шиханского и тастубского горизонтов (рис. 9г, 9з, 10б, 10е, 10з). Они могут содержать также обломки сифоновых водорослей и палеоаплизин, микритизированные с краев обломки члеников криноидей (кортоиды), скелетные фрагменты кораллов. Отмечается значительная раздробленность водорослевых и других остатков и отсутствие остатков багряных водорослей, что объясняется высокой гидродинамикой среды (Иванова, Кулагина, 2023). Полибиокластовые известняки с фузулинидами (пакстоуны и грейнстоуны) характерны для ассельского яруса, встречены в шиханском (рис. 9д, 9з) и холодноложском горизонтах (рис. 9и–9м). Особенностью фузулинидовых и полибиокластовых известняков является ритмичность – чередование фузулинидовых грейнстоунов и полибиокластовых пакстоунов (рис. 9е, 9з, 9к, 9л, 10). Мощность ритма около 1 м. В отдельных прослоях наблюдается слоистость (рис. 10в),

отражающая влияние течений (наклон слоистости указывает на постседиментационное тектоническое влияние). В некоторых прослоях наблюдается градационность. В результате вторичной перекристаллизации некоторые раковины фузулинид были частично выщелочены и растворены (разъедены), их остатки иногда выглядят как обломки (рис. 9ж, 10б, 10е, 10з). Фациальная обстановка – мелководная зона шельфа с активной гидродинамикой. Фузулинидовые грейнстоуны могли формироваться на отмелях. Характер слоистости и ритмичности отложений указывает на влияние течений и штормов.

Рис. 9. Примеры строения седиментационных ритмов (мощностью 1 м), представленных чередованием крупнозернистых фузулинидовых грейнстоунов (а, в, д, ж, к, м) и мелко-тонкозернистых полибиокластовых пакстоунов, обогащенных тубифитесами (б, г, е, з, и, л).

Рис. 10. Текстуры особенности фузулинидовых и полибиокластовых известняков шихана Куштау

Мелкобиокластовые известняки (пакстоуны) сложены мелкими, сортированными, алевритовой размерности фрагментами тубифитесов, фораминифер, криноидей, брахиопод, водорослей, содержат мелкие фораминиферы. Матрикс пород часто перекристаллизован, с инкрустациями, в отдельных участках наблюдаются остатки темного микрита (рис. 9б–9г, 9е–9з, 9и–9л, 10д–10з, 10к). Пакстоуны встречаются в виде прослоев мощностью 10–30 см среди грейнстоунов, образуя с ними ритмичное чередование.

Мшанковые и мшанково-тубифитовые известняки представлены баундстоунами, рудстоунами, вакстоунами и пакстоунами (рис. 11). Они распространены в холодноложском горизонте ассельского яруса и содержат остракоды и брахиоподы (пачка 1); встречаются также в верхах сакмарского яруса и включают палеоаплизины (пачки 7–8). В скважине 34 известняки содержат ассельские остракоды: *Carbonita abundans* Kotschetkova, 1972, *Eocypridina ovata* Gusseva, 1986, *Entomozoe tumefacta* Gusseva, 1986, *Polyscope perminuta* (Kellett, 1933) и другие (Семенов, 2024). Особенностью мшанково-тубифитовых известняков является наличие остатков темно-серого микритового матрикса, участками перекристаллизованного в виде инкрустаций, что придает породе узорчато-пятнистый вид (рис. 11а–11з). Считается, что мшанковые биогермы распространены в шельфовой зоне в интервале глубин от 25 до 200 м. Они могли формироваться в

гидродинамических условиях разной интенсивности. Отмечается, что формирование массивных сеток, вероятно, происходило на участках дна с относительно спокойной гидродинамикой (Толоконникова, 2023). Фациальная обстановка – тиховодные условия мелководного шельфа.

Рис. 11. Мшанково-тубифитовые известняки холодноложского горизонта ассельского яруса с веточками мшанок (Br), желваками тубифитесов (T) в микритовом матриксе (m), с остатками раковин брахиопод (Bh) с ватерпасами (W) внутри каверн.

Тубифитовые известняки (вакстоуны) представляют собой светло-серые массивные породы с многочисленными рассеянными мелкими белыми трубочками (“червячками”) обволакивающих и инкрустирующих организмов неясного генезиса, ранее отнесенных к группе синезеленых водорослей, позднее к цианобактериям (рис. 11в, 11д). Они сложены плотным тонкозернистым кальцитом, в шлифах выглядят темными и непрозрачными (рис. 11б, 11г, 11з). Отмечаются две морфологические разновидности тубифитесов: цилиндрические формы (*Tubiphytes obscurus shamovella* Rauser-Chernousova) и сегментированные агрегаты в виде лепешковидных тел с выростами (*T. obscurus obscurus* Maslov) (Иванова, Кулагина, 2023; Горожанина и др., 2023). Тубифитесы цилиндрической формы характерны для холодноложского горизонта ассельского яруса, лепешкообразные тубифитесы распространены в фузулинидово-полибиокластовых известняках шиханского горизонта ассельского яруса и тастубского горизонта сакмарского яруса (рис. 10д, 10е, 10м). Тубифитесы ассоциируют с мшанками, образуя мшанково-тубифитовые баундстоуны, вакстоуны и пакстоуны. Фациальная обстановка – тиховодная зона шельфа, на что указывают остатки микрозернистого и пелоидного матрикса. Из-за развития кальцитовых инкрустаций (обычно вокруг полостей карстового типа) порода имеет узорчатый вид (рис. 11а, 11б, 11г, 11ж).

Брахиоподовые известняки (ракушняки или рудстоуны) распределены незакономерно. В скважине 24 на глубине 64–67 м наблюдаются прослои, сложенные скоплением разноориентированных раковин, мощностью 15–20 см в толще фузулинидово-полибиокластовых вакстоунов. Они чередуются с прослоями (15 см) рудстоунов, содержащих обломки пластин палеоаплизин (рис. 10н, 10о). Брахиоподовые ракушняки и рудстоуны с палеоаплизинами представляют собой штормовые слои (темпеститы). Обычно крупные раковины брахиопод находятся в рассеянном виде (рис. 11а, 11в), также встречаются в виде прослоев ракушняка или банковых поселений (Королюк, 1985; Давыдов, 2023). На штормовой генезис брахиоподовых ракушняков указывает наличие

обломков наряду с целыми раковинами, плотная упаковка, наличие ватерпасов, неровный с разрывом контакт с подстилающими отложениями. Раковины брахиопод часто пустотелые, выщелоченные, придают пористый вид породе (рис. 10о). По ватерпасам можно определить положение слоистости (рис. 11а). Фациальная обстановка – штормовая зона шельфа, ниже уровня волнового воздействия.

Распределение литофациальных типов известняков по разрезам скважин

Центральная часть массива. Скважины, пробуренные в центральной части массива (21, 23, 25, 27, 32, 35) (рис. 1г), вскрыли (сверху вниз) известняки стерлитамакского и тастубского горизонтов сакмарского яруса, шиханского и холодноложского горизонтов ассельского яруса. По комплексному составу фауны фузулинид они были разделены на 7 литостратиграфических пачек (рис. 2). Известняки, слагающие разные пачки, имеют различия по биолитофациальному составу (рис. 12). В основании вскрытого этими скважинами разреза залегают фузулинидовые известняки с тубифитесами (фузулинидово-полибиокластовые пакстоуны и грейнстоуны) холодноложского горизонта ассельского яруса (пачка 2). Эти известняки в скважинах 21 и 27 содержат комплекс фузулинид зоны *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*. Вскрытая мощность около 30 м. Выше в фузулинидово-полибиокластовых известняках шиханского горизонта встречаются прослойки с обломками палеоаплизин (пачка 3). Эти слои прослежены в скважинах 21, 25, 27, 32 (рис. 12). Известняки, вскрытые скважинами 21, 25, 27, содержат фузулиниды зоны *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, представленные местным сообществом *Rugosofusulinoides shaktauensis*, *Dunbarinella ascedens* (пачка 3, мощность 40–50 м). В верхней части шиханского горизонта и в пограничных слоях с сакмарским ярусом распространены фузулинидово-полибиокластовые известняки (пачка 4), содержащие фрагменты лепешкообразных тубифитесов и обломки сифоновых и дазикладиевых водорослей (Иванова, Кулагина, 2023). Они прослежены с юга на север практически во всех скважинах центральной зоны (рис. 12). В скважинах 21, 25, 27, 35 обнаружены фузулиниды той же зоны *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, представленные местным сообществом *Grozdilovia ischimbajevi*, *Pseudochusenella lutuginiformis* (пачка 4, мощность 40–60 м).

Рис. 12. Сопоставление литофациальных типов ассельских и сакмарских рифовых известняков по керну скважин шихана Куштау;

Известняки тастубского горизонта представлены ритмично чередующимися фузулинидово-полибиокластовыми грейнстоунами и пакстоунами (рис. 12). Нижняя часть

горизонта относится к зоне *Sakmarella moelleri*, а верхняя – к зоне *Uraloverneuilites vernuili*. По литологии известняков и комплексам фузулинид, содержащихся в них, в тастубском горизонте вычленяются три пачки. Пачки 5 и 6 относятся к нижней зоне, пачка 7 – к верхней. В скважинах 21, 25, 35 нижняя пачка 5 представлена фузулинидовыми грейнстоунами, в которых присутствуют многочисленные колониальные кораллы и фузулиниды местного сообщества *Sakmarella moelleri*, *Grozdilovia decurta*. Вышележащая пачка 6 сложена фузулинидово-биокластовыми пакстоунами с криноидеями и содержит местное сообщество фузулинид *Sakmarella moelleri*, *Grozdilovia composita* (рис. 3, 7). Верхняя часть тастубского горизонта представлена фузулинидовыми и мшанковыми известняками с фузулинидами местного сообщества *Uraloverneuilites vernuili*, *Globifusulina galica* (пачка 7 в скважинах 21 и 35). Общая мощность толщи от 80 до 130 м.

На вершине горы в скважинах 21, 32 и 35 вскрыты палеоаплизиновые биогермные (биостромовые) известняки пластового строения, мощностью около 40 м (рис. 8, 12). Они относятся к стерлитамакскому горизонту сакмарского яруса. Палеоаплизиновые биогермные известняки с прослоями мшанковых и фузулинидовых известняков характеризуются комплексом фузулинид пачки 8 с *Uraloverneuilites urdalensis*.

Восточный склон массива. Скважины 22, 24, 28 на восточном склоне Куштау (рис. 1в) вскрывают (сверху вниз) отложения тастубского горизонта сакмарского яруса и отложения шиханского и холодноложского горизонтов ассельского яруса (рис. 4). В основании разреза залегают мшанково-тубифитовые баундстоуны и вакстоуны без фузулинид (рис. 12) пачки 1 (около 40 м). В скважинах 29 и 34, пробуренных у подножия восточного склона горы Куштау, они занимают весь вскрытый интервал мощностью 80 и 85 м соответственно. Известняки имеют узорчатый облик из-за неравномерной перекристаллизации, участками сохраняется темный микритовый матрикс. Кроме мшанок и тубифитесов наблюдаются раковины брахиопод, реже остатки аммоноидей. В шлифах фиксируются остатки мелких раковин трилобитов (скв. 22, гл. 230 м), остракод, одиночных кораллов. В скважинах 22, 24 и 28 мшанково-тубифитовые известняки холодноложского горизонта ассельского яруса (пачка 1) перекрываются фузулинидово-полибиокластовыми пакстоунами пачки 2 мощностью 40–50 м. Выше залегают фузулинидовые известняки с швагеринами шиханского горизонта и многочисленными остатками тубифитесов, сифоновых водорослей, криноидей (пачка 3 мощностью до 40 м). Особенностью этих известняков, так же как и в скважинах центральной зоны, является присутствие обломков пластин палеоаплизин. В скважине 28 пласты с палеоаплизинами имеют вскрытую мощность около 20 м. Отмечается субпараллельное и крутое наклонное залегание пластинок палеоаплизин, разделенных прослоями темного микрита и светлыми

инкрустационными кальцитовыми корочками (рис. 8г, 8з). Наклон слоистости (30° – 40° к горизонту) является вторичным и свидетельствует о тектоническом влиянии на положение пластов. В скважине 22 выше палеоаплизиновых известняков вскрыты фузулинидово-полибиокластовые пакстоуны верхней части шиханского горизонта пачки 4 мощностью около 60 м. Выше залегают фузулинидовые известняки тастубского горизонта сакмарского яруса с колониальными кораллами (зона *Sakmarella moelleri*, пачки 5 и 6), мощностью около 50 м. К пачке 7 (зона *Uraloverneuilites verneuili*) относятся известняки с палеоаплизинами (вскрыто 5 м). Верхняя пачка 8 в скважине 22 отсутствует. В скважине 24 выше известняков пачки 3 с палеоаплизинами вскрыты ритмично-слоистые фузулинидовые известняки пачки 4, сложенные, как и в скважине 25, чередованием фузулинидовых грейнстоунов и полибиокластовых пакстоунов, обогащенных тубифитесами (рис. 9а–9г). На этом уровне наблюдаются прослой рудстоунов штормовой природы с обломками палеоаплизин и раковинами брахиопод (рис. 10н, 10о). Верхняя часть разреза в скважине 24 до 20 м мощности сложена карстовой брекчией с обломками кавернозно-пористых выщелоченных известняков в буровато-коричневом фосфатном матриксе с прослоями глины.

КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН

В результате анализа стратиграфического распространения фузулинид в скважинах 21, 22, 25, 27, 28, 35 (рис. 3–7) установлено положение границы ассельского и сакмарского ярусов и проведено сопоставление разрезов скважин по профилям вдоль простирания горы с юга на север и вкrest простирания с запада на восток (рис. 13). Граница ассельского и сакмарского ярусов в скважинах 25 и 27 проведена по изогипсам 225 и 210 м соответственно, в скважине 21 – по изогипсе 197 м и в скважине 35 – по изогипсе 185 м (рис. 3–7). Граница между тастубским и стерлитамакским горизонтами сакмарского яруса в скважинах 21 и 23 проведена по изогипсе с абсолютной отметкой 320 м (рис. 3). Севернее отмечается ее понижение на уровень 300 м (скв. 32 и 35). Граница между холодноложским и шиханским горизонтами ассельского яруса в этих скважинах, вероятно, находится на уровне изогипсы 120 м (рис. 13, профиль I–I). В скважине 22, пробуренной на восточном склоне, положение границы ассельского и сакмарского ярусов, установленное по фауне фузулинид, находится на уровне изогипсы 295 м, что на 100 м выше, чем в скважине 21 (рис. 3, 4), пробуренной на вершине (рис. 13, профиль II–II). Положение границы между холодноложским и шиханским горизонтами ассельского яруса в скважинах 22, 24, 28 прослеживается субпараллельно на 100 м ниже. Эти данные указывают на наклон пластов на северо-запад под углом около 10° – 15° (рис. 13, профили

III–III, IV–IV). Самая нижняя часть разреза (скважины 22, 24, 29 и 34), представленная мшанково-тубифитовыми биогермными известняками пачки 1, которые не содержат фузулинид, охарактеризована ассельским комплексом остракод из скважины 34 (вскрыто около 80 м) (Семенов, 2023).

Рис. 13. Схемы сопоставления разрезов скважин, пробуренных на горе Куштау, по продольным (I–I, IV–IV) и поперечным (II–II, III–III) профилям, и распределение литотипов известняков.

Субпараллельность установленных биостратиграфических границ указывает на ненарушенность разреза, слабый подъем толщ в центре и погружение их на северо-запад (рис. 13). Мощность горизонтов выдерживается с небольшими отклонениями. Вскрытая мощность ассельского яруса составляет от 80 до 190 м, сакмарского – 110–180 м, общая максимальная мощность вскрытого разреза ассельско-сакмарских известняков составляет свыше 370 м.

ВТОРИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ

В керне скважин наблюдается влияние различных вторичных процессов преобразования пород: перекристаллизации, доломитизации, выщелачивания, гидротермальной проработки (по трещинам) и метасоматоза, карстования, фосфатизации, омарганцевания, брекчирования.

Перекристаллизация

Наиболее ярко проявлен процесс перекристаллизации и образования крустификационного кальцита в известняках, что рассматривается как один из признаков их рифовой природы (Королюк, 1985; Антошкина, 2003; Antoshkina, Ponomarenko, 2014). Наблюдения в шлифах показывают, что радиально-лучистый кальцит широко развит в разных типах известняков – как в биогермных мшанково-тубифитовых, так и в зернистых фузулинидовых (рис. 14а, 14б). На начальной стадии крустификационные корочки развиваются в микритовом матриксе вдоль трещин или полостей с резким, но неровным контактом с вмещающим матриксом, на границе с которым иногда наблюдается тонкая полоска микрокристаллического кальцита (рис. 14в, 14г). Процесс растворения (“разъедания”) породы сопровождался относительно быстрой кристаллизацией новообразованного шестоватого кальцита. Следующая стадия выражена в полной перекристаллизации микритового матрикса и развитии инкрустационного кальцита вокруг остатков трубочек тубифитесов (рис. 14д, 14е), веточек мшанок и раковин фузулинид

(рис. 14б, 14д, 14е). Сохранившиеся полости в центре заполнены светлым блоковым кальцитом (спаритом). Шестоватый друзовый кальцит формируется при относительно быстрой кристаллизации (увеличение концентрации раствора возможно при высыхании), блоковый кальцит внутри полостей сформировался позднее за более длительное время. В литературе имеются данные о том, что образование крустификаций могло быть обусловлено палеокарстовыми процессами (Пономаренко, 2022). Данные по изотопам углерода и кислорода, полученные по известнякам из карьера Шахтау, указывают на значительную роль метеорных процессов, воздействовавших на породу в предартинское время (Zempolich et al., 2002; Vennin, 2007).

Рис. 14. Вторичное минералообразование в известняках шихана Куштау.

Доломитизация

К вторичным процессам микроуровня относится доломитизация, выраженная в развитии тонкокристаллического доломита преимущественно по фузулинидовым грейнстоунам (рис. 15ж–15з). Прослой доломитизированных фузулинидовых известняков прослежены в большинстве скважин в пограничных слоях ассельского и сакмарского ярусов. Процессы выщелачивания и доломитизация могли быть результатом прохождения нефтяных флюидов. Некоторые пласты фузулинидовых известняков доломитизированы на 100% и представляют собой так называемые “ситчатые доломиты”, которые относятся к высокочемким коллекторам Ишимбайского месторождения нефти (Горожанин, Горожанина, 2023).

Рис. 15. Вторичные постседиментационные образования в известняках шихана Куштау.

Нептунические дайки

Во всех изученных скважинах наблюдаются нептунические дайки – своеобразные жилиобразные тела, сложенные темным микритом с остроугольными обломками вмещающих известняков (рис. 15а, 15б). Толщина даек варьирует от 3 мм до 40 см. Нептунические дайки являются индикаторами землетрясений. Они формировались в виде трещин-расщелин, которые выполнялись карбонатным илом и обломочным материалом. Наблюдается стадийное заполнение трещин: на раннем этапе происходило обрастание стенок трещин (расщелин) строматолитоподобными корками, аналогичными пещерным наростам, затем шло накопление в них тонкослоистого микрита – илового материала (по

типу ватерпасов). В центральной зоне дайки часто содержат брекчию с остроугольными обломками вмещающих биогермных и зернистых известняков (рис. 15г, 15д). Часто дайки выполнены темным микритом с многочисленными рассеянными члениками криноидей (криноидным вакстоуном). Тонкие нептунические трещины иногда подвергались последующим разрывам, стенки которых покрывались крустификациями кристаллического кальцита. В некоторых нептунических дайках отмечается фосфатный матрикс и омарганцевание по трещинам (рис. 15б, 15г). Формирование нептунических даек, секущих ассельские и сакмарские известняки, относится к артинскому времени, когда произошло разрушение и затопление рифовой зоны (Королюк, 1985; Чувашов и др., 1996; Чувашов, Гареев, 2014; Горожанин, Горожанина, 2022, 2023). Присутствие в дайках обломков вмещающих инкрустированных известняков свидетельствует о том, что перекристаллизация известняков происходила до формирования трещин-расселин и, возможно, была связана с палеокарстовыми процессами, которые могли происходить в предартинское время при выводе рифовых отложений в зону осушения (Zempolich et al., 2002; Vennin, 2007).

Карст

К более поздним процессам относятся карстовые проявления, выраженные в брекчировании, выщелачивании, дроблении и ожелезнении пород (рис. 15д, 15е), особенно по зонам дробления, приуроченным к тектоническим разломам. В верхней части разрезов развиты мощные (3–10 м) глинистые отложения, представляющие кору выветривания по известнякам и, вероятно, формировавшиеся в мезо-кайнозое.

ОБСУЖДЕНИЕ

Фораминиферовая биостратиграфия

Полученные данные о распространении фораминифер позволяют провести расчленение разреза нижнепермских рифовых известняков шихана Куштау. Ранее (Раузер-Черноусова, Королюк, 1991) детальная стратиграфическая схема ассельского и сакмарского ярусов была разработана для шихана Шахтау (рис. 2). Ассельская часть разреза включала две фузулиновые зоны. Нижняя зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda* соответствовала верхней части холодноложского горизонта, а зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma* отвечала шиханскому горизонту. Более детально расчленялась сакмарская часть разреза. В нижней зоне *Sakmarella moelleri* тастубского горизонта сакмарского яруса выделялись две подзоны местного значения: нижняя *Sakmarella moelleri* и ругозофузулины, верхняя *Sakmarella moelleri*, *Grozdilovia*

baschkirica. Верхней части тастубского горизонта соответствовала фузулинидовая зона *Uraloverneuilites verneuili*. Стерлитамакский горизонт сакмарского яруса объединял две зоны □ нижнюю *Pseudofusulina* (= *Pseudochusenella* ?) *callosa* и верхнюю *Uraloverneuilites urdalensis*. Анализ вертикального и латерального распределения фузулинид в разрезе шихана Куштау, учитывающий новые данные, показал возможность аналогичной или близкой детализации фузулинидовой схемы расчленения шиханского горизонта ассельского яруса и нижней части тастубского горизонта сакмарского яруса (рис. 2).

Сравнение схемы предлагаемого детального расчленения шихана Куштау с ранее известной для шихана Шахтау показывает следующее. Схемы расчленения не идентичны, но близки. Новые материалы по Куштау позволили сделать более дробное расчленение шиханского горизонта ассельского яруса. Учитывая преобразования в составе фузулинидовой фауны, выражающиеся в изменении массовости и частоте встречаемости отдельных видов, в соотношении транзитных из подстилающих отложений и впервые появившихся видов, шиханский горизонт отчетливо расчленяется на две части – нижнюю (пачка 3) с *Rugosofusulinoidea shaktauensis*, *Dunbarinella ascedens* и верхнюю (пачка 4) с *Pseudochusenella lutuginiformis*, *Grozdilovia ischimbajevi*. Вышеуказанная смена фузулинидовой фауны проходит среди литологически близких разностей фузулинидовых известняков пачек 3 и 4. Расчленение низов тастубского горизонта Куштау и Шахтау проведено аналогично, но использованы различные местные сообщества.

Анализ фузулинидовых сообществ из пограничных отложений двух ярусов свидетельствует о том, что в центральной части Куштау в позднеассельское время существовали относительно благоприятные условия для развития фузулинидовых ассоциаций, имеющих высокое видовое разнообразие. Основной массовой составляющей являлись ругозофузулиноидесы и гроздиловии группы *sulcata*. Первые имеют отличительный морфологический признак – волнистую и морщинистую структуру стенки раковины, а вторые характеризуются удлиненной тонкостенной формой раковины со складчатыми септами. Обобщенные данные по экологии фузулинид и выводы функционально-морфологического анализа (Раузер-Черноусова, 1975) указывают на то, что подобные признаки присущи фузулинидам, обитающим в относительно глубоководных условиях при умеренно активном гидрологическом режиме, и гидрологический режим признается определяющим фактором места обитания. К концу позднеассельского времени условия обитания фузулинид меняются. В кровле ассельского яруса на Куштау проявляются следы обмеления, отмеченного ранее на шихане Шахтау. В центральной части Куштау изменение условий обитания фузулинид приводит к сокращению видового разнообразия и численности популяции ругозофузулиноидесов.

Представители этого рода были вытеснены из своей экологической ниши и замещены в основном гроздиловиями.

Более четким показателем изменения среды обитания и ухудшения условий существования фузулинидовой фауны является массовое присутствие *Parastaffelloides* sp. в кровле шиханского горизонта, отмеченное на восточном склоне шихана. Известно, что параштаффеллиды на Шахтау в ассельское время были распространены в наиболее мелководных отложениях с активным гидродинамическим режимом. Таким образом, изменение на Куштау условий среды обитания фузулинид в позднеассельское время привело к изменению соотношений в родовом и видовом составе местных сообществ. Менялся и ареал их расселения. Так, в ранне- и среднетастубское время к югу от Куштау популяция ругозофузулиноидесов группы *Rugosofusulinoides serrata* и гроздиловий группы *Grozdilovia sulcata* составляли основную массу фузулинидовых известняков шихана Шахтау (Раузер-Черноусова, 1975).

Globifusulina uralica – другой пример несовпадения вертикального распространения вида, характерного для нижнепермских отложений Урала и отмеченного в сообществах фузулинид шиханов Шахтау и Куштау. В позднеассельское время “массивные раковины группы *Globifusulina uralica* занимали центральную часть и верхнюю часть восточного склона с более активной динамикой водных масс” на шихане Шахтау (Раузер-Черноусова, 1975, с. 116). На шихане Куштау эта популяция фузулинид приурочена к позднеассельскому времени и фиксируется в фузулинидово-криноидных известняках с обломками кораллов.

Результаты исследований показали, что на Куштау имеется полный разрез ассельско-сакмарских карбонатных отложений с последовательностью всех фузулинидовых зон. Это позволило определить границу ассельских и сакмарских отложений в разных скважинах, проследить ее положение в продольных и поперечных профилях, определить мощности горизонтов (рис. 13). Мощность холодноложского горизонта более 80 м, шиханского – 80–100 м, тастубского – до 140 м, стерлитамакского – около 40 м. Общая мощность вскрытого разреза ассельско-сакмарских известняков составляет свыше 370 м. Выдержанность границ мощностей горизонтов по простиранию указывает на пластовое строение горы Куштау.

Комплексы мелких фораминифер, выявленные на шихане Куштау, имеют как сходство, так и отличия от известных раннепермских сообществ других шиханов и погребенных массивов Башкирии, а также разрезов Тимано-Печорской провинции. В комплексах мелких фораминифер, выявленных для каждой литостратиграфической пачки шихана Куштау, определены характерные виды. Для верхней части холодноложского

горизонта (пачка 2) характерными видами мелких фораминифер являются *Nodosinelloides grandis*, *Postmonotaxinoides horridus*, *Postm. aff. grandis* и *Bradyinelloides crassaformis*. Появление последнего вида фиксировалось на этом же уровне и на шихане Шахтау (Раузер-Черноусова, 1949), так же как и вида *Pseudoagathammina duplicata*. Вид *Pseudoag. regularis* из комплекса пачки 2 Куштау появляется на Шахтау только в шиханском горизонте. Комплекс пачки 2 Куштау содержит редкие, в отличие от Шахтау, виды рода *Nodosinelloides*. На Куштау в шиханском горизонте происходит более раннее появление *Postmonotaxinoides costiferus*, чем в других разрезах Приуралья (Kulagina, Filimonova, 2020), но более позднее появление *Cribrogenerina major*. Кроме того, наблюдается резкое увеличение таксономического разнообразия и количества раковин фораминифер родов *Bradyinelloides* и *Bradyina*, что характерно и для Шахтау (Королюк, Раузер-Черноусова, 1977), а также и для Южного Тимана (Коновалова, 1962). Комплексы пачек 3 и 4 шиханского горизонта на Куштау близки, но отличаются более разнообразным таксономическим составом брэдиинид, приуроченных к пачке 4. Кроме того, только в пачке 3 найден вид *Geinitzina multicamerata*, отмеченный ранее в шиханско-тастубских отложениях погребенных массивов Башкирии, и только в пачке 4 обнаружен вид *Hemigordius compressa*, характерный для шиханских отложений того же региона (Липина, 1949). Только для шиханского горизонта Куштау (пачки 3 и 4) характерны ассельские виды *Cribrogenerina major* и *Bradyina dublipora* (Морозова, 1949), причем первый является руководящим для холодноложского горизонта Шахтау (Раузер-Черноусова, 1949). В пачке 3 шиханского горизонта Куштау появляется *Pseudoglomospira ex gr. insigna*, а в пачке 4 – *Pseudoglomospira insigna*, известные только из сакмарских отложений Тимано-Печорской провинции (Коновалова, 1962, 1991). Тастубский комплекс мелких фораминифер можно разделить на два. Поскольку сообщество мелких фораминифер пачки 6 отличается от сообщества пачки 5 только обеднением таксономического состава, предлагается выделение объединенного комплекса для пачек 5 и 6. Объединенный комплекс пачек 5 и 6 наследует практически все виды брэдиинид, псевдогломоспир и лазиодисцид шиханского горизонта. В нем появляются сакмарские виды Тимано-Печорской провинции – *Climacammina rara*, *Lateenoglobivalvulina pergrata*, *Pseudoglomospira aquilonaris* (Коновалова, 1962), руководящий для тастубских отложений Башкирского Приуралья вид *Geinitzina magna* (Липина, 1949), новые *Geinitzina*, а также частые *Endothyranella* sp. и *Endothyra* sp. Выше выделяется комплекс пачки 7. Состав комплекса пачки 7 редуцирован по сравнению с предыдущим. Он отличается появлением *Pseudoglomospira ovalis*, описанного из сакмарских отложений Тимано-Печорской провинции (Коновалова, 1962), и *Climacammina vissarionovae*, указанного для тастубского-иргинского горизонтов

Башкирского Приуралья (Морозова, 1949). Комплекс пачки 7 содержит многочисленные транзитные виды *Postmonotaxinoides costiferus* и *Endothyra* sp. и редкие *Geinitzina magna*. Комплекс пачки 7 сменяется новым комплексом, приуроченным к пачке 8 стерлитамакского горизонта сакмарского яруса. Новый комплекс характеризуется появлением сакмарских видов – *Postmonotaxinoides grandis*, *Bradyinelloides grandiosa* и *Lateenoglobivalvulina arguta*, имеющих распространение в Башкирском Приуралье и в Тимано-Печорской провинции (Липина, 1949; Коновалова, 1962, 1991; Filimonova, 2016; Kulagina, Filimonova, 2020). В комплексе присутствуют также сакмарско-артинские виды Приуралья *Bradyinelloides major*, *Bradyina lucida* (Королюк, Раузер-Черноусова, 1977) и многочисленные *Climacammina rara* и *Postmonotaxinoides costiferus*, проходящие из нижних слоев. Специфический характер стерлитамакскому комплексу придает появление новых таксонов, требующих описания, родов *Nodosinelloides* и *Geinitzina*. В целом своеобразный состав комплекса может служить индикатором отложений стерлитамакского горизонта и при отсутствии в них фузулинидовых маркеров.

Анализ распределения мелких фораминифер в отложениях шихана Куштау показал, что большинство видов и родов в составе выделенных комплексов имеют весьма продолжительные стратиграфические интервалы распространения, соответствующие нескольким фузулинидовым зонам. Так же как и в фузулинидовых комплексах, обнаружены несовпадения вертикального распространения некоторых видов мелких фораминифер, известных из отложений шиханов Шахтау и Куштау и разрезов Тимано-Печорской провинции. Выявлено, что видовой и родовой состав мелких фораминифер, а также частичное или полное их отсутствие на протяжении нескольких литостратиграфических пачек связаны, вероятно, с фациальными особенностями разреза и отсутствием экологических ниш, подходящих для мелких фораминифер, а также с вытеснением их другими группами фауны. Это можно проиллюстрировать на примере составов комплексов мелких фораминифер пачек 6 и 7.

Литофациальная характеристика

Литологические особенности известняков, указывающие на условия их образования. Основным показателем гидродинамики среды является тип матрикса и/или цемента, его соотношение с фаунистическими остатками, раковинами и зернами. Как правило, микритовый (иловый) матрикс образуется в тиховой обстановке (Flügel, 2010). Эти условия, по-видимому, более благоприятны для формирования рифовых палеобиоценозов – совместного существования разных организмов, что наблюдается в нарастании на палеоаплизиновые пластины сеточек мшанок, обрастание их тубифитесами

или гирванеллами (рис. 8д, 8е). Более активная гидродинамика выражена в макротекстурных признаках – в характере слоистости, ритмичной повторяемости слоев разного состава и размерности, присутствии более грубообломочных прослоев хаотичного строения. Эти признаки наблюдаются в толще карбонатов, сложенных зернистыми фузулинидовыми и полибиокластовыми известняками. Слоистость обусловлена чередованием пакстоунов и грейнстоунов толщиной 10–15 и 20 см. Наиболее распространенными являются фузулиново-полибиокластовые пакстоуны. Присутствие микритового и/или тонкопелоидного матрикса наблюдается в реликтовых участках, сохранившихся при перекристаллизации. Фузулиновые грейнстоуны сложены крупными (до 0.5 см) раковинами фузулинид с небольшой примесью другой биокластики. Эти породы значительно сильнее перекристаллизованы, для них характерен инкрустационный кальцитовый цемент, часто они доломитизированы и выщелочены с образованием вторичных мелкокристаллических “ситчатых” доломитов. Ритмичный характер чередования этих пород в разрезе указывает на цикличность гидродинамического воздействия разной интенсивности. Встречаются ракушняки или рудстоуны темпеститовой природы, сложенные скоплением обломков раковин брахиопод либо палеоаплизин и свидетельствующие о периодических штормах (рис. 10н, 10о). Часто встречаются обломки сифоновых водорослей (Иванова, Кулагина, 2023). В скважине 21 в шиханском горизонте впервые обнаружены остатки филоидной водоросли *Calcipatera* (Горожанин, Горожанина, 2018; Горожанин, Горожанина, 2021). Находки раковин аммоноидей единичны. В ассоциации с мшанками в известняках холодноложского горизонта встречаются трилобиты (скв. 22), что указывает на относительно глубоководные условия.

Распределение литофациальных типов известняков по разрезу. Характер чередования разных типов известняков в разрезах скважин показал эволюцию карбонатного осадкообразования. В основании разреза скважин вскрыты тубифитовые и мшанковые биогермные известняки (пачка 1) мощностью более 80 м. Выше известняки представлены полибиокластовыми пакстоунами с раковинами швагерин холодноложского горизонта, мощностью около 50 м (пачка 2). В шиханском горизонте среди фузулиново-полибиокластовых известняков встречаются прослой с фрагментами палеоаплизин (пачки 3–4). В скважине 28 интервал их распространения составляет около 20 м. Возможно, на этом уровне существовал палеоаплизинный биогерм, размытый штормами, обломки пластин которого могли быть разнесены по площади. В тастубском горизонте в толще фузулиново-полибиокластовых пакстоунов-грейнстоунов наблюдаются прослой с колониальными кораллами (пачки 5–6). Уровень с кораллами прослеживается с юга на

север практически во всех скважинах центральной зоны. К верхней части тастубского горизонта (пачка 7) и к стерлитамакскому горизонту (пачка 8) приурочены палеоаплизиновые известняки с микритовым матриксом, вскрытой мощностью около 40 м. По-видимому, они образовывали биостром большой протяженности, так как прослежены в скважинах на наиболее возвышенных северной и южной вершинах (в центре, в ложбине, участок размыт). Аналогичные пласты палеоаплизиновых известняков описаны М.М. Толстихиной на Уфимском плато в бортовой зоне Юрюзано-Айской впадины (Маслов, 1950; Горожанина, Горожанин, 2020).

Эволюция условий рифообразования. Изучение литофациальных особенностей отложений, датированных по фузулинидам, позволило выявить эволюцию смены рифовых фаций в ассельско-сакмарское время. В течение ассельского века происходила смена биогермных фаций тиховодной зоны шельфа с формированием мшанковых, тубифитовых и палеоаплизиновых биогермов фациями подвижного мелководья с формированием зернистых карбонатных песков, сложенных преимущественно раковинами фузулинид с тубифитесами, криноидеями и другой биокластикой, к концу ассельского века. На границе ассельского и сакмарского ярусов распространены зернистые фузулинидовые и полибиокластовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны), их особенностью является присутствие значительного количества тубифитесов лепешковидной формы. В течение ассельско-сакмарского пограничного интервала отлагались фузулинидовые пески в условиях более активной гидродинамики, что может указывать на некоторое обмеление шельфа. В тастубское время наблюдается расцвет колониальных кораллов в ассоциации с фузулинидовыми песками в условиях активных волн. К концу тастубского времени фузулинидовые пески сменяются тубифитово-мшанковой ассоциацией с палеоаплизинами, формировавшимися в тиховодных условиях. Они отражают максимум рифообразования в сакмарском веке. Установлены два уровня образования палеоаплизиновых биогермов: первый – в позднеассельское (шиханское) время, второй – в сакмарское (позднетастубское–стерлитамакское) время. Это указывает на цикличность формирования рифовых сообществ. Цикл включает смену тубифитесовых и мшанковых палеобиоценозов фузулинидовыми песками с коралловыми колониями, в конце цикла в условиях уменьшения гидродинамики формируются палеоаплизиновые биогермы. Выделяется два цикла – ассельский и сакмарский. На границе ассельского и сакмарского веков отмечается смена регрессивной последовательности на трансгрессивную. В конце сакмарского или в начале артинского века, по-видимому, произошло резкое обмеление и рифовые породы оказались в зоне эрозии и карстования (Королюк, 1985; Zempolich et al., 2002; Vennin, 2007). В субаэральной обстановке,

вероятно, происходило разрушение пород, что сопровождалось растворением, перекристаллизацией и формированием инкрустаций в карбонатных отложениях. Об этом свидетельствует присутствие обломков инкрустированных тубифитово-мшанковых и фузулинидовых известняков в нептунических дайках (рис. 15в, 15г). Раннеартинские отложения на территории шиханов не установлены; возможно, они размыты (Королюк, 1985), что указывает на перерыв в осадконакоплении. Резкое разрушение и затопление рифового шельфа отражено в заполнении нептунических даек темным микритовым иловым материалом с остатками более глубоководной фауны (Королюк, 1985; Чувашов, Гареев, 2014; Горожанин, Горожанина, 2022).

Структурное положение

По результатам детального изучения и датирования известняков шихана Куштау проведена корреляция разрезов скважин по продольным и поперечным профилям, получены гипсометрические уровни границ горизонтов, которые указывают на наклон пластов на северо-запад под углом около 10° – 15° (рис. 14). Пачки выделенных литофациальных разновидностей известняков хорошо прослеживаются по площади, свидетельствуя о слоистом строении рифовых отложений с моноклинально-пологопадающими на северо-запад слоями.

Сравнение с другими шиханами

Расположенный на восточной окраине города Стерлитамака карьер Шахтау образован на месте горы Шахтау, с абс. отметкой вершины около 320 м. Карьером были вскрыты известняки ассельского и сакмарского ярусов. По данным исследований И.К. Королюк (Королюк, 1985), ассельский ярус сложен биогермными тубифитово-мшанковыми известняками и зернистыми фораминиферовыми и детритовыми (полибиокластовыми) известняками общей мощностью около 100–120 м. В тастубском горизонте сакмарского яруса распространены зернистые фузулинидовые и полибиокластовые (детритовые) известняки мощностью 100–150 м. Стерлитамакский горизонт (мощностью около 150 м) содержит палеоаплизиновые биогермы. Сравнение с Шахтау указывает на практически полную идентичность их разрезов как по мощности, так и по литофациям. Также отмечается полого-наклонное залегание пластов с падением на северо-запад (Богданов, 1947; Раузер-Черноусова, 1950; Королюк, 1985). На шихане Юрактау вскрыт шиханско-тастубский интервал разреза, также сложенный в основании мшанково-тубифитовыми известняками, сменяющимися вверх по разрезу фузулинидовыми и полибиокластовыми известняками. Характерной особенностью

шихана Юрактау является пласт известняков с многочисленными колониями кораллов – коралловая тропа на вершине горы (Коссовая, Кулагина, 2023). На горе Куштау аналогичный пласт с кораллами прослежен в тастубском горизонте на уровне зоны *Sakmarella moelleri*, он перекрыт фузулиновыми известняками и пластом палеоапличиновых известняков верхней части тастубского горизонта и стерлитамакским горизонтом (зоны *U. vernuili* и *U. urdalensis*). На Юрактау палеоапличиновый пласт отсутствует, редко встречаются только фрагменты палеоапличиновых пластин. По данным А.А. Богданова (1947), известняки шихана Юрактау образуют моноклираль, наклоненную к западу под углом 20°. Самый южный шихан Торатау сложен в основном мшанково-тубифитовыми биогермными известняками без фузулинид. Возраст рифовых известняков шихана считается ассельско-сакмарским (Чувашов и др., 1996; Чувашов, Гареев, 2014; Vennin, 2007). Установленный комплекс остракод в скважине 34 Куштау сопоставим с ассельским комплексом остракод шихана Торатау (Семенов, 2023), ранее отнесенным к шиханскому горизонту (Кочеткова, Гусева, 1972). По данным Д.Ф. Раузер-Черноусовой (1950), тубифитово-мшанковые известняки, слагающие гору Тратау (Торатау), выделены в фации подводной банки нижней части швагеринового горизонта, что соответствует нижней части ассельского яруса – ниже зоны *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda* холодноложского горизонта. Это означает, что бесфузулиновые мшанково-тубифитовые биогермные известняки, вскрытые скважинами 22, 24, 29, 34 (рис. 13) на восточном склоне и подножии шихана Куштау, можно сопоставить с теми же литофациями, слагающими шихан Торатау. По всей вероятности, тубифитово-мшанковые известняки также относятся к холодноложскому горизонту ассельского яруса.

Влияние вторичных процессов

В породах горы Куштау, так же как и на других шиханах, проявлены вторичные процессы разного времени воздействия. Наиболее ранним процессом, по-видимому, является перекристаллизация и образование инкрустационных кальцитовых корок вокруг фаунистических остатков, зерен, трещин и каверн в породе. Это могло быть связано с палеокарстовыми процессами растворения (Antoshkina, Ponomarenko, 2014; Пономаренко, 2022) при резком падении уровня моря в послесакмарское, возможно раннеартинское время, при выводе толщи карбонатных пород в зону осушения (Zempolich et al., 2002; Vennin, 2007). Следующим процессом, изменившим облик и строение толщи пород, было формирование нептунических даек при растрескивании известняков в послесакмарское время. Наблюдается стадийное заполнение трещин. На ранней стадии происходило обрастание краев трещин строматолитоподобными корками, затем – заполнение

микритовым матриксом с криноидеями (криноидным вакстоуном) и более глубоководной фауной (спикулами губок, радиоляриями) (Королук, 1985; Чувашов и др., 1996; Чувашов, Гареев, 2014; Vennin, 2007; Горожанин, Горожанина, 2022). В иловом наполнении нептунических даек содержатся остроугольные обломки перекристаллизованных рифовых известняков с кальцитовыми инкрустациями. Это косвенно свидетельствует о доартинском времени их перекристаллизации. Более поздним процессом является доломитизация, выраженная в образовании участков с выщелоченными фузулинидами, замещенными тонкокристаллическим буроватым агрегатом доломита. Эти уровни в ишимбайских массивах являются коллекторами нефти. Наиболее интенсивно в известняках Куштау проявлены карстовые процессы неотектонического (почти современного) этапа, выраженные в брекчировании, растворении, разрушении, ожелезнении карбонатных пород. Выявленные вторичные процессы нарушают стратиграфическую последовательность в толщах известняков и затушевывают в целом слоисто-пластовое строение горы Куштау.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Шихан Куштау представляет собой карбонатный массив, сложенный ассельско-сакмарскими рифовыми фациями, полный разрез которых выявлен по результатам исследований керна 12 скважин. Полученные новые данные позволили решить несколько проблем, связанных с определением и уточнением биостратиграфического расчленения рифовых отложений и корреляции Куштау с другими шиханами, дали возможность выяснить распределение биогермных фаций по разрезу и латерали, определить эволюцию рифовых палеобиоценозов, влияние трансгрессивно-регрессивных циклов, гидродинамические условия, выяснить характер и время вторичных преобразований, степень их влияния на карбонатные породы

Фораминиферовая биостратиграфия. Впервые на горе Куштау выявлено семь последовательно сменяющихся местных фузулинидовых сообществ, приуроченных к определенным литотипам известняков, среди которых наиболее продуктивными являются фузулинидовые, фузулинидово-тубифитовые и фузулинидово-полибиокластовые. Мшанковые разности известняков либо не содержат фузулинид, либо включают единичных представителей в основном только шубертеллид. Наиболее полная последовательность местных сообществ фузулинид прослежена в скважине 21 центральной части шихана Куштау. Установленная закономерная сменяемость фузулинидовых сообществ выдерживается как в центральной части, так и на восточном склоне Куштау во всех изученных скважинах. В пределах общепринятых

стратиграфических горизонтов последовательная сменяемость местных сообществ позволяет предложить более подробную детальность расчленения пограничных отложений ассельского и сакмарского ярусов. Шиханский горизонт ассельского яруса подразделяется на две части, а тастубский горизонт сакмарского яруса на три части, охарактеризованные местными специфическими сообществами. Таким образом, детально изученное вертикальное распространение фузулинид в разрезе шихана Куштау, базирующееся на впервые полученных данных бурения, служит основой для более подробного расчленения шиханского горизонта ассельского яруса Куштау, чем известное ранее расчленение, предлагавшееся для шихана Шахтау. Расчленение низов тастубского горизонта Куштау (зона *Sakmarella moelleri*) на две части аналогично расчленению шихана Шахтау, однако оно опирается на другие местные сообщества, отличающиеся родовым и видовым составом.

Выявлено 6 ассоциаций мелких фораминифер, приуроченных к пачкам с местными сообществами фузулинид. Помимо проходящих и характерных видов для всего ассельско-сакмарского интервала, определены виды, маркирующие комплексы мелких фораминифер верхней части холодноложского горизонта (пачка 2), нижнюю и верхнюю пачки шиханского горизонта (пачки 3 и 4), неразделенную нижнюю и среднюю части тастубского горизонта (пачки 5–6), верхнюю часть тастубского (пачка 7) и стерлитамакского горизонтов (пачка 8).

Литофациальный анализ. По составу породообразующих организмов выделены основные литофациальные типы известняков: биогермные палеоаплизиновые и мшанково-тубифитовые, зернистые фузулинидовые и полибиокластовые. Менее распространенными являются коралловые, брахиоподовые и криноидные разности известняков. Установлено их распределение по разрезу, получены сведения об эволюции и цикличности формирования рифовых комплексов в ассельско-сакмарское время. В ассельский век отмечается расцвет тубифитесов и мшанок. В этой ассоциации (пачка 1) отсутствуют фузулиниды, распространены мелкие фораминиферы и остракоды. В известняках наблюдается присутствие реликтов тонкопелоидного и микритового матрикса. Отложения относятся к тиховодным фациям мелководного шельфа. К концу ассельского века гидродинамический режим шельфовой зоны становится более активным, что, вероятно, связано с обмелением. Образуются толщи зернистых фузулинидовых песков – грейнстоунов и пакстоунов, с примесью различной биокластики – тубифитесов преимущественно лапчатой формы, сифоновых и дазикладиевых водорослей, отмечаются прослой с фрагментами тонких палеоаплизиновых корок (пачки 2, 3, 4). Гидродинамический режим является штормовым с влиянием течений. В сакмарском веке

среди фузулинидовых отложений массово формируются коралловые колонии (пачки 5, 6, 7). К концу сакмарского века снова устанавливается тиховодный режим, способствовавший росту мшанковых поселений и формированию в стерлитамакское время мощных (до 40 м) палеоапличиновых биостромов большой протяженности (пачка 8). Вертикальная последовательность смены биофаций – от тубифитово-мшанковых к фузулинидово-коралловым и палеоапличиновым ассоциациям циклично повторялась в ассельское и сакмарское время. Эти данные говорят о существовании в ассельско-сакмарское время протяженной шельфовой полосы с богатыми биогермными комплексами, образующими циклично повторяющиеся рифовые палеобиоценозы.

Структура шихана Куштау. Полученные результаты биостратиграфического и литолого-фациального изучения указывают на слоисто-пластовое строение карбонатного массива, сложенного разными фациями рифовых известняков, последовательно и циклично сменявших друг друга. Структура горы Куштау в целом представляет собой моноклиналию толщу с пологим падением пластов на северо-запад.

Сравнение с другими шиханами (Шахтау, Юрактау, Торатау). Сравнение с Шахтау указывает на практически полную идентичность разрезов как по мощности, так и по литофациям. Отличием от горы Юрактау является присутствие в стерлитамакском горизонте на вершине шихана Куштау мощного палеоапличинового биострома, который на Юрактау, вероятно, был размыт. Сравнение с шиханом Торатау показывает, что слагающие его бесфузулинидовые мшанково-тубифитовые биогермные известняки можно сопоставить с литофациями холодноложского горизонта, вскрытыми скважинами на восточном подножии шихана Куштау.

Вторичные изменения пород, выраженные в перекристаллизации, выщелачивании, доломитизации, карстовании, фосфатизации, омарганцевании, брекчировании, проявились в разное время. К раннему этапу относится развитие кальцитовых инкрустаций во всех типах известняков, которое мы связываем с палеокарстовым процессом в предартинское время. Развитие негипергенных даек – трещин, заполненных темным фосфатизированным микритом с угловатыми обломками рифовых известняков, относится к артинскому веку – времени затопления рифового шельфа. Процессы выщелачивания и доломитизации происходили позднее, возможно на неотектоническом этапе. Наиболее поздним является брекчирование пород в результате молодых карстовых процессов, сопровождавшихся ожелезнением и омарганцеванием пород. Выявленные вторичные процессы нарушают стратиграфическую последовательность в толщах известняков и затушевывают в целом слоисто-пластовое строение горы Куштау.

Полученные результаты изучения кернa скважин, пробуренных на горе Куштау и вскрывших наиболее полный разрез ассельско-сакмарских рифовых отложений, позволили определить стратиграфическую последовательность смены био- и литофаций, установить цикличность в смене рифовых палеобиоценозов в ассельско-сакмарское время. Эти данные могут быть использованы при изучении нижнепермских рифовых отложений в других регионах.

Благодарности. Выражаем искреннюю признательность руководству АО “Сырская компания” и лично А.В. Шкурко за предоставленную возможность изучения кернa, а также благодарим рецензентов Е.И. Кулагину и Я.А. Вевель за конструктивную критику и ценные советы, позволившие улучшить качество рукописи.

Источники финансирования. Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ по темам госзаданий FMRS-2022-0010, FMRS-2025-0013, FMRS-2022-0015, FMRS-2025-0016 (ИГ УФИЦ РАН) и 0114-2021-0003 (ГИН РАН).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 303 с.

Башлыкова Е.Ю., Кулагина Е.И., Коссовая О.Л. Палеоаплизины Башкирских шиханов // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 85–93. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-2-6>

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

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Филлоидная водоросль рода *Calciptera* в нижнепермских отложениях Приуралья // Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 29–31 января 2018 г. Программа и тезисы докладов. Ред. А.С. Алексеев. М.: Палеонтол. ин-т им. А.А. Борисяка РАН, 2018. С. 26.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. О строении горы Куштау (Башкирское Приуралье) // Экзолит-2021. Актуальные проблемы литологии: задачи и решения. Годичное собрание (научные чтения), Москва, 25–26 мая 2021 г. Сборник научных материалов. Ред. Ю.В. Ростовцева. Москва: МАКС Пресс, 2021. С. 93–96.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Генезис нептунических даек в Стерлитамакских Шиханах // Геол. вестник. 2022. № 2. С. 69–80.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Тектоническое строение и история геологического развития территории Стерлитамакских шиханов // Геол. вестник. 2023. № 3. С. 98–129. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-3-9>

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М. Геопарк “Торатау”: памятники природы пермские карбонатные массивы Тратау, Шахтау, Куштау, Юрактау // Геол. вестник. 2019. № 3. С. 161–170. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-11>

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М. О нижнепермских рифах Уфимского плато. Геология рифов // Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 130-летию со дня рождения В.А. Варсанофьевой. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. С. 43–45.

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Сагдеева Н.С. Литофациальные особенности известняков нижней перми Стерлитамакских шиханов // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 4–25. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-2-1>

Давыдов А.Э. Таксономическое разнообразие брахиопод Башкирских шиханов // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 43–42.

Иванова Р.М., Кулагина Е.И. Водоросли пермского шихана Куштау // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 53–65.

Исакова Т. Н., Кулагина Е. И., Филимонова Т. В. Раннепермская фораминиферовая биота рифового массива Шахтау и ее связи с биотами тетической и арктической областей // Геол. вестник. 2020. № 1. С. 3–12. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-1-1>

Исакова Т.Н., Филимонова Т.В., Кулагина Е.И. Особенности таксономического разнообразия раннепермских фораминифер башкирских шиханов геопарка Торатау // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 94–115. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-2-7>

Коновалова М.В. Новые виды сакмарских фораминифер Тимано-Печорской провинции // Палеонтол. журн. 1962. № 3. С. 16–23.

Коновалова М.В. Стратиграфия и фузулиниды верхнего карбона и нижней перми Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. М.: Недра, 1991. 201 с.

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

Королук Е.В., Раузер-Черноусова Д.М. Ассельские и сакмарские брэдины (фораминиферы) из биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. 1977. Вып. 20. С. 126–141.

Коссовая О. Л., Кулагина Е. И. Пермские кораллы из рифовых массивов в районе г. Стерлитамака // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 66–84. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-2-5>

Кочеткова Н.М., Гусева Е.А. Раннепермские остракоды Южного и Среднего Приуралья. М.: Наука, 1972. 180 с.

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

Литина О.А. Мелкие фораминиферы погребенных массивов Башкирии // Тр. Геол. ин-та АН СССР. 1949. Вып. 105. С. 198–235.

Маслов В.П. Геолого-литологическое исследование рифовых фаций Уфимского плато // Тр. Ин-та геол. наук. Геол. сер. 1950. Вып. 118. № 42. 69 с.

Морозова В.Г. Представители семейств Lituolidae и Textulariidae из верхнекаменноугольных и артинских отложений Башкирского Приуралья // Тр. Геол. ин-та АН СССР. 1949. Вып. 105. С. 244–275.

Пономаренко Е.С. Происхождение цементолитов в верхнесилурийских лагунных отложениях Северного Урала // Вестник геонаук. 2022. № 7 (331). С. 20–31.

Путеводитель геологических экскурсий (23 июля–4 августа 1991) // Международный конгресс “Пермская система Земного шара”. Путеводитель геологических экскурсий. Ч. I. Общая характеристика пермских отложений Урала и Поволжья. Свердловск, 1991. 64 с.

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

Пучков В.Н. Особенности геологического строения геопарка “Торатау” // Геол. вестник. 2019. № 3. С. 18–49. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>

Раузер-Черноусова Д.М. О фузулинидах и стратиграфии верхнего карбона и артинского яруса западного склона Урала (резюме доклада) // Бюлл. МОИП. Отд. Геол. 1937. Т. 15. Вып. 5. С. 478–480.

Раузер-Черноусова Д.М. Стратиграфия верхнекаменноугольных и артинских отложений Башкирского Приуралья // Фораминиферы верхнекаменноугольных и артинских отложений Башкирского Приуралья. Труды Ин-та геол. наук. Геол. сер. 1949. Вып. 105. № 35. С. 3–21.

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

Раузер-Черноусова Д.М. Опыт сверхдробного расчленения разреза верхнекаменноугольных отложений в районе Куйбышевской ГЭС // Швагериновый горизонт Русской платформы и подстилающие его отложения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 121–138. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 13).

Раузер-Черноусова Д.М. Палеоэкология ассельских и сакмарских фузулинид из биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. 1975. Вып. 18. С. 96–122.

Раузер-Черноусова Д.М., Корольюк И.К. Стерлитамакские шиханы – раннепермские рифы // Международный конгресс “Пермская система Земного шара”. Путеводитель геологических экскурсий. Ч. II. Южноуральская экскурсия. Свердловск, 1991. С. 47–71.

Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Изд. 2-е, перераб. Уфа: Издательский центр “МедиаПринт”, 2010. 414 с.

Сагдеева Н.С. Основные типы известняков горы Куштау // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. Сборник статей Всероссийской молодежной конференции. М.: Перо, 2022. С. 107–109 [Электронное издание].

Семенов Р.Е. Остракоды из ассельских (нижнепермских) отложений горы Куштау // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. Сборник статей XII Всероссийской молодежной конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАН В.Н. Пучкова, г. Уфа, 23–27 сентября 2024 г. Москва: Перо, 2024. С. 60–63 [Электронное издание].

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1993.

Сулейманов И.С. Некоторые мелкие фораминиферы из верхнепалеозойских отложений Башкирии // Тр. Геол. ин-та АН СССР. 1949. Вып. 105. С. 236–243.

Толоконникова З.А. Раннепермские мшанки из рифовых массивов западного склона Южного Урала // Геол. вестник. 2023. № 2. С. 132–143. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2023-2-10>

Чувашов Б.И. Раритетные органогенные постройки прошлого и настоящего времени // Ежегодник-2013. Тр. ИГГ УрО РАН. 2014. Вып. 161. С. 47–49.

Чувашов Б.И., Гареев Э.З. Геологическая характеристика рифовых массивов Стерлитамакской группы // Уникальные памятники природы – шиханы Тратау и Юрактау. Ред. Мелентьев А.И., Мартыненко В.Б. Уфа: Гилем, Башкирская 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. Тр. Ин-та геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого. Информационный сборник научных трудов. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 25–34.

Antoshkina A.I., Ponomarenko E.S. Bioinduced crustification as a reaction of Late Carboniferous–Early Permian reef ecosystems to biosphere changes // *Paleontol. J.* 2014. V. 48. № 14. P. 1565–1576.

Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // *Classification of Carbonate Rocks*. Ed. Ham W.E. AAPG. 1962. Mem. 1. P. 108–121.

Filimonova T.V. A new Pennsylvanian (Late Carboniferous)–Permian foraminiferal genus (*Lateenoglobivalvulina* nov. gen., Biseriamminoidea) and its paleobiogeographic distribution // *Rev. Micropaléontol.* 2016. V. 59. P. 188–199.

Flügel E. *Microfacies of Carbonate Rocks*. Berlin: Springer-Verlag, 2010. 984 p.

Kulagina E.I., Filimonova T.V. Taxonomy and evolution of Visean–Roadian (Late Mississippian–Guadalupian) Lasiodiscidae // *J. Foraminiferal Res.* 2020. V. 50. № 2. P. 141–173. <http://doi.org/10.2113/gsjfr.50.2.1412020>

Ponomarenko E.S. Palaeoecological features of Lower Asselian (Lower Permian) carbonate skeletal mounds in the Pisanyi Kamen' section (Un'ya River, Northern Urals) // *Depositional Rec.* 2021. № 7. P. 311–332. <https://doi.org/10.1002/dep2.141>

Vennin E. Coelobiontic communities in neptunian fissures of synsedimentary tectonic origin in Permian reef, southern Urals, Russia // *Palaeozoic Reefs and Bioaccumulations: Climatic and Evolutionary Controls*. Eds. Alvaro J.J., Aretz M., Boulvain F., Munnecke A., Vachard D., Vennin E. *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 2007. V. 275. № 1. P. 211–227.

Zempolich W.G., Cook H.E., Zhemchuzhnikov V.G., Zhaimina V.Ya., Zorin A.Ye. et al. Biotic and abiotic influence on the stratigraphic architecture and diagenesis of Middle to Upper Paleozoic carbonates of the Bolshoi Karatau Mountains, Kazakhstan and the Southern Urals, Russia: implications for the distribution of early marine cements and reservoir quality in subsurface reservoirs // *Paleozoic Carbonates of the Commonwealth of Independent States (CIS): Subsurface Reservoirs and Outcrops Analogs*. Eds. Zempolich W.G., Cook H.E. *SEPM (Society for Sedimentary Geology) Spec. Publ.* 2002. V. 74. P. 123–180.

<https://doi.org/10.2110/pec.02.74.0205>

Рецензенты Я.А. Вевель, Е.И. Кулагина, Т.Б. Леонова

ПОДПИСИ К ИЛЛЮСТРАЦИЯМ

Таблица I. Характерные виды фузулинид литостратиграфических пачек шихана Куштау. Длина масштабной линейки 1 мм. Коллекция оригиналов № 4927 хранится в микропалеонтологической лаборатории ГИН РАН.

1 – *Schwagerina constans* Scherbovich, ГИН РАН, № 4927/1, скв. 21 Куштау, гл. 253.9 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*, пачка 2; 2 – *Schwagerina* sp., ГИН РАН, № 4927/2, скв. 27 Куштау, гл. 199.8 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, пачка 2; 3 – *Dunbarinella ascendens* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/3, скв. 22 Куштау, гл. 183.1 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*, пачка 2; 4 – *Dunbariella gregaria* (Lee), ГИН РАН, № 4927/4, скв. 27 Куштау, гл. 199.8 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, пачка 2; 5, 6 – *Rugosofusulinoides shaktauensis* (Suleimanov): 5 – ГИН РАН, № 4927/5, скв. 21 Куштау, гл. 203.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, кровля пачки 3; 6 – ГИН РАН, № 4927/6, скв. 28 Куштау, гл. 17.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт; 7 – *Pseudochusenella lutuginiformis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/7, скв. 35, гл. 153.4 м, пограничный интервал ассельского и сакмарского ярусов; 8 – *Grozdilovia decurta* (Korzhenevsky), ГИН РАН, № 4927/8, скв. 21 Куштау, гл. 203.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, кровля пачки 3; 9 – *Pseudochusenella* (?) *callosa* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/9, скв. 35, гл. 144.8 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 10 – *Grozdilovia ischimbajevi* (Korzhenevsky), ГИН РАН, № 4927/10, скв. 22 Куштау, гл. 17.2 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 11 – *Grozdilovia composita* (Korzhenevsky), ГИН РАН, № 4927/11, скв. 21, гл. 177.4 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 12 – *Grozdilovia sulcata* (Korzhenevsky), ГИН РАН, № 4927/12, скв. 27, гл. 154.8 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, пачка 4; 13 – *Sakmarella moelleri aequalis* (Schellwien), ГИН РАН, № 4927/13, скв. 35, гл. 144.8 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 14 – *Sakmarella moelleri implicata* (Schellwien), ГИН РАН, № 4927/14, скв. 22, гл. 43.5–46.5 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 15 – *Uraloverneuilites verneuili* (Moeller), ГИН РАН, № 4927/15, скв. 21, гл. 87.3 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 7; 16 – *Uraloverneuilites urdalensis urdalensis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/16, скв. 21, гл. 19.6 м, сакмарский ярус, стерлитамакский горизонт, зона *Uraloverneuilites urdalensis*, пачка 8; 17 – *Uraloverneuilites urdalensis abnormis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/17, скв. 21, гл. 19.6 м, сакмарский ярус, стерлитамакский горизонт, зона *Uraloverneuilites urdalensis*, пачка 8; 18 – *Globifusulina uralica* (Krotow), ГИН РАН, № 4927/18, скв. 21, гл. 103.2 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Uraloverneuilites verneuili*, пачка 7.

Рис. 1. Местоположение шихана Куштау.

(а) – вид на восточный склон (фото Е.И. Кулагиной); (б) – положение на географической схеме; (в) – положение на карте Ишимбайского Приуралья (Горожанин, Горожанина, 2023), (г) – геологическая карта горы Куштау с расположением скважин и профилей (по материалам ОАО “Башкиргеология”). Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – неогеновые осадки; 3–5 – породы нижней перми: 3 – кунгурского яруса, 4 – артинского яруса, 5 – ассельского и сакмарского ярусов.

Рис. 2. Соотношение стратиграфического расчленения башкирских шиханов Шахтау и Куштау по фауне фузулинид.

Рис. 3. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 21 Куштау. А – абсолютная высота положения стратиграфической границы.

Рис. 4. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 22 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Рис. 5. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 25 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Рис. 6. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 27 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Рис. 7. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 35 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Рис. 8. Палеоаплизинные известняки сакмарского (а, б, в, д, е) и ассельского (г, ж, з) ярусов.

(а, в, г) – пластины палеоаплизин (Pl) со светлыми кальцитовыми инкрустациями (Ca) и темными участками остаточного микритового матрикса (m); (б, д) – палеоаплизинный известняк с микритовым матриксом (m), с члениками криноидей (Cr); (д, е) – обрастание пластины палеоаплизин: (д) – сетчатой мшанкой (Br), Vh – раковина брахиоподы, (е) – онколитоподобным агрегатом гирванелл (o); (ж, з) – пластины палеоаплизин (Pl) в пакстоуне: (ж) – с раковинами фораминифер; (з) – с обломками мшанок (Br). (а, б, д) – скв. 21: (а) – гл. 17 м, (б) – гл. 42 м, (д) – гл. 39 м; (в, е) – скв. 35: (в) – гл. 23 м, (е) – 15 м; (г, ж, з) – скв. 28: (г) – гл. 68 м, (ж) – гл. 38 м, (з) – гл. 56 м. (а–г) – штуфы, (д–з) – шлифы без анализатора.

Рис. 9. Примеры строения седиментационных ритмов (мощностью 1 м), представленных чередованием крупнозернистых фузулинидовых грейнстоунов (а, в, д, ж, к, м) и мелко-тонкозернистых полибиокластовых пакстоунов, обогащенных тубифитесами (б, г, е, з, и, л).

(а–г) – тастубский горизонт, скв. 25: (а, г) – гл. 30 м; (б, в) – гл. 29 м; (д–з) – шиханский горизонт, скв. 27: (д) – гл. 165 м, (е) – гл. 166 м, (ж) – гл. 146 м, (з) – гл. 154 м; (и–м) – холодноложский горизонт: (и, л) – скв. 21, (и) – гл. 254 м, (л) – гл. 255 м, (к, м) – скв. 27, гл. 199 м. (а, б, д, е, и, к) – штуфы; (в, г, ж, з, л, м) – шлифы без анализатора. Сокращения: F – фузулиниды, Cr – криноидеи, T – тубифитесы, al – водоросли, m – матрикс, Ca – инкрустационный кальцит.

Рис. 10. Текстурные особенности фузулинидовых и полибиокластовых известняков шихана Куштау.

(а, б) – фузулинидовый грейнстоун, сложенный крупными раковинами фузулинид (F) с инкрустационным кальцитовым цементом (Ca), тастубский горизонт, скв. 27, (а) – штуф, гл. 82 м, (б) – шлиф без анализатора, гл. 88 м; (в, г) – слоистый фузулинидовый пакстоун-грейнстоун, слоистость за счет чередования прослоев, обогащенных раковинами фузулинид, ориентированных по слоистости, шиханский горизонт, скв. 35, гл. 206 м: (в) – штуф, (г) – шлиф без анализатора: в шлифе раковины фузулинид темные микритизированные (F), m – матрикс; (д, е) – фузулинидово-полибиокластовый пакстоун с тубифитами (T), частично перекристаллизованный (Ca), с участками сохранившегося микритового матрикса (m), шиханский горизонт, скв. 22, гл. 98 м: (д) – штуф, (е) – шлиф без анализатора; (ж, з) – полибиокластовый пакстоун с нитевидными водорослями *Calcipatera*, частично перекристаллизованный (Ca), скв. 21: (а) – штуф, гл. 221 м, (б) – шлиф без анализатора, гл. 220 м; (и, к, л) – фузулинидовые пакстоуны с сохранившимся микритовым матриксом (m), частично перекристаллизованным (Ca), шиханский горизонт, шлифы без анализатора: (и) – скв. 21, гл. 206 м, (к) – скв. 21, гл. 178 м, (л) – скв. 25, гл. 134 м; (м) – фузулинидовый грейнстоун с тубифитесами (T), перекристаллизованный, тастубский горизонт, шлиф без анализатора, скв. 27, гл. 60 м; (н, о) – рудстоуны штормовой природы, шиханский горизонт, скв. 24: (н) – с обломками палеоаплизин (Pl), штуф, гл. 65 м; (о) – с раковинами брахиопод (Bh), штуф, гл. 66.5 м.

Рис. 11. Мшанково-тубифитовые известняки холодноложского горизонта ассельского яруса с веточками мшанок (Br), желваками тубифитесов (T) в микритовом матриксе (m), с остатками раковин брахиопод (Bh) с ватерпасами (W) внутри каверн.

(а–г) – мшанково-тубифитовые баундстоуны и вакстоуны с инкрустациями (Ca) и сохранившимися темно-серыми участками микритового матрикса (m), скв. 29, (а, б) – гл. 50 м, (в, г) – гл. 74 м; (д–з) – тубифитовые вакстоуны (д) и мшанково-тубифитовые баундстоуны (е–з) с микритовым матриксом с раковинами остракод (e) и с инкрустациями (Ca) вокруг каверн, скв. 34: (д, е) – гл. 30 м, (е, ж, з) – гл. 32 м; (а, в, д, ж) – штуфы, (б, г, е, з) – шлифы без анализатора.

Рис. 12. Сопоставление литофациальных типов ассельских и сакмарских рифовых известняков по керну скважин шихана Куштау; микрофотографии шлифов без анализатора, длина снимков 4 мм.

Сокращения: Pl – палеоаплизины, F – фузулиниды, T – тубифитесы, Bg – мшанки, Cr – криноидеи, D – водоросли, Co – кораллы, tr – трилобит, m – матрикс, Ca – инкрустационный кальцит.

Рис. 13. Схемы сопоставления разрезов скважин, пробуренных на горе Куштау, по продольным (I–I, IV–IV) и поперечным (II–II, III–III) профилям, и распределение литотипов известняков. Составлены Е.Н. Горожаниной по материалам АО “Сырьевая компания” и ОАО “Башкиргеология”. Условные обозначения к колонкам см. на рис. 3.

Рис. 14. Вторичное минералообразование в известняках шихана Куштау.

(а, б) – развитие инкрустационного (Ca) и блокового кальцита в полости выщелачивания: (а) – в тубифитовом известняке, ассельский ярус, скв. 24, гл. 130 м; (б) – в фузулинидовом грейнстоуне, сакмарский ярус, скв. 27, гл. 88 м; (в, г д, е) – узорчатые инкрустации (Ca) в мшанково-тубифитовых вакстоунах, ассельский ярус: (в, г) – скв. 34, гл. 78 м, (д, е) – скв. 29, гл. 49 м; (ж, з) – доломитизированные фузулинидовые грейнстоуны: (ж) – скв. 21, гл. 159 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт; (з) – скв. 27, гл. 121 м, ассельский ярус, шиханский горизонт. Шлифы: (а, б, в, д, ж) – николи параллельны; (г, е) – николи скрещены. Условные обозначения: T – тубифитесы, Bg – мшанки, o – онколитовые обрастания, Cr – криноидеи, F – фузулиниды, Ca – инкрустационный кальцит, m – микритовый матрикс.

Рис. 15. Вторичные постседиментационные образования в известняках шихана Куштау.

(а–г) – нептунические дайки: (а) – тонкая нептуническая дайка с обломочным наполнением, скв. 24, гл. 16 м; (б) – резкий контакт дайки и вмещающего светлого известняка (внизу), в краевой части дайка заполнена слоистым микритовым материалом, участками фосфатизированным (Ph), в центральной части дайка сложена брекчией с остроугольными светлыми обломками известняка в темном микрите; (в, г) – брекчия из центральной части дайки с остроугольными обломками вмещающих перекристаллизованных известняков, (г) – раковина фузулиниды из обломка известняка срезана на контакте с фосфатизированным (Ph) матриксом дайки, черное – омарганцевание (Mn), шлиф, николи параллельны; (б, в, г) – скв. 27, гл. 37 м; (д) – карстовая брекчия с пластинами палеоаплизин (Pl) с красно-бурым ожелезненным глинистым матриксом между обломками, скв. 35, гл. 14 м; (е) – кавернозно-пористый перекристаллизованный и выщелоченный известняк, скв. 24, гл. 4 м.

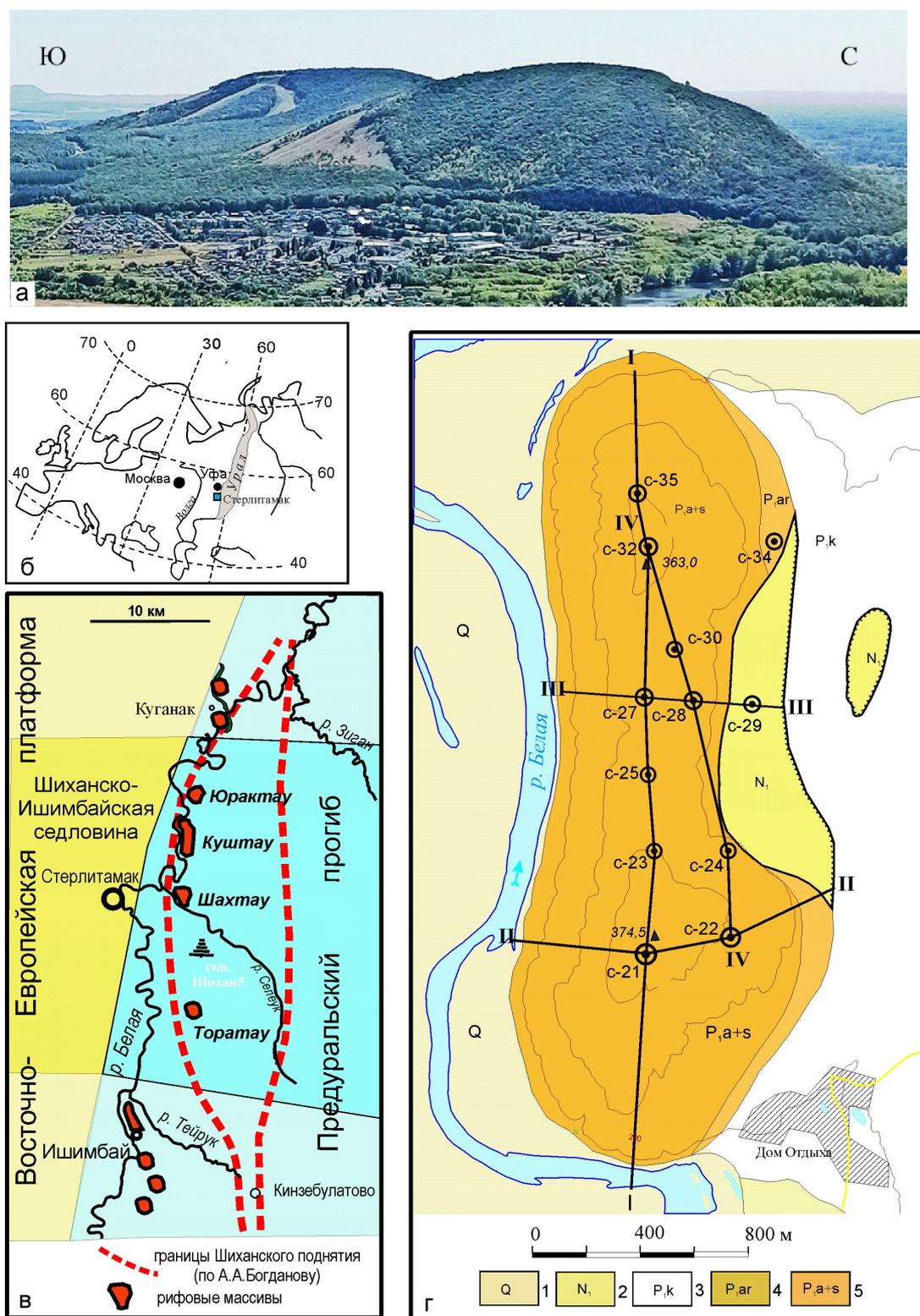


Рис. 1. Местоположение шихана Куштау.

(а) – вид на восточный склон (фото Е.И. Кулагиной); (б) – положение на географической схеме; (в) – положение на карте Ишимбайского Приуралья (Горожанин, Горожанина, 2023), (г) – геологическая карта горы Куштау с расположением скважин и профилей (по материалам ОАО “Башкиргеология”). Условные обозначения: 1 –

четвертичные отложения; 2 – неогеновые осадки; 3–5 – породы нижней перми: 3 – кунгурского яруса, 4 – артинского яруса, 5 – ассельского и сакмарского ярусов.

Таблица I.

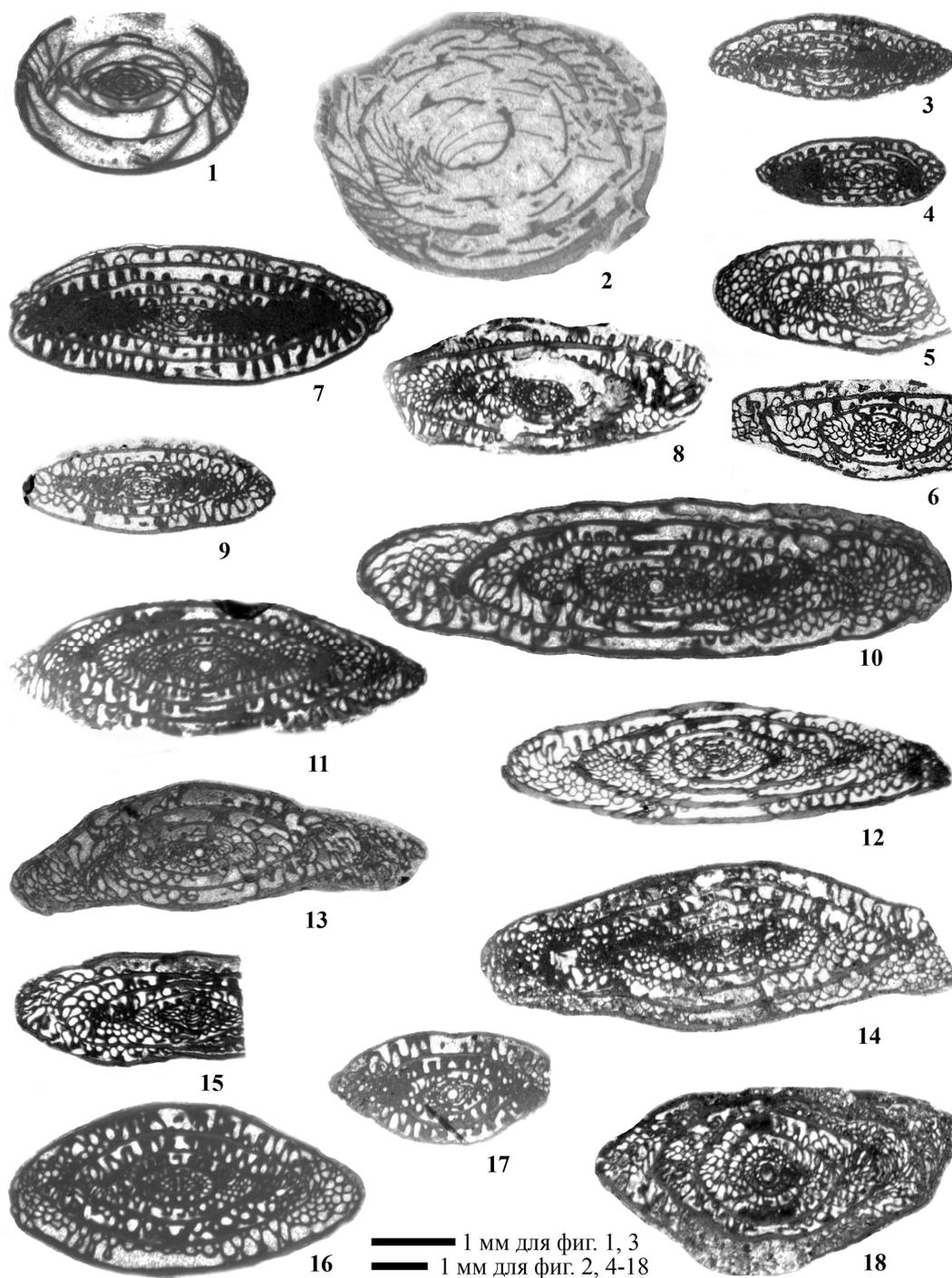


Таблица I. Характерные виды фузулинид литостратиграфических пачек шихана Куштау. Длина масштабной линейки 1 мм. Коллекция оригиналов № 4927 хранится в микропалеонтологической лаборатории ГИН РАН.

1 – *Schwagerina constans* Scherbovich, ГИН РАН, № 4927/1, скв. 21 Куштау, гл. 253.9 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*, пачка 2; 2 – *Schwagerina* sp., ГИН РАН, № 4927/2, скв. 27 Куштау, гл. 199.8 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, пачка 2; 3 – *Dunbarinella ascendens* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/3, скв. 22 Куштау, гл. 183.1 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, зона *Schwagerina moelleri*–*Globifusulina fecunda*, пачка 2; 4 – *Dunbariella gregaria* (Lee), ГИН РАН, № 4927/4, скв. 27 Куштау, гл. 199.8 м, ассельский ярус, холодноложский горизонт, пачка 2; 5, 6 – *Rugosofusulinoides shaktauensis* (Suleimanov): 5 – ГИН РАН, № 4927/5, скв. 21 Куштау, гл. 203.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, кровля пачки 3; 6 – ГИН РАН, № 4927/6, скв. 28 Куштау, гл. 17.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт; 7 – *Pseudochusenella lutuginiformis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/7, скв. 35, гл. 153.4 м, пограничный интервал ассельского и сакмарского ярусов; 8 – *Grozdilovia decurta* (Korzhenovsky), ГИН РАН, № 4927/8, скв. 21 Куштау, гл. 203.0 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, кровля пачки 3; 9 – *Pseudochusenella* (?) *callosa* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/9, скв. 35, гл. 144.8 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 10 – *Grozdilovia ischimbajevi* (Korzhenovsky), ГИН РАН, № 4927/10, скв. 22 Куштау, гл. 17.2 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 11 – *Grozdilovia composita* (Korzhenovsky), ГИН РАН, № 4927/11, скв. 21, гл. 177.4 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 12 – *Grozdilovia sulcata* (Korzhenovsky), ГИН РАН, № 4927/12, скв. 27, гл. 154.8 м, ассельский ярус, шиханский горизонт, зона *Sphaeroschwagerina sphaerica*–*Globifusulina firma*, пачка 4; 13 – *Sakmarella moelleri aequalis* (Schellwien), ГИН РАН, № 4927/13, скв. 35, гл. 144.8 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 14 – *Sakmarella moelleri implicata* (Schellwien), ГИН РАН, № 4927/14, скв. 22, гл. 43.5–46.5 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 5; 15 – *Uraloverneuilites verneuili* (Moeller), ГИН РАН, № 4927/15, скв. 21, гл. 87.3 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Sakmarella moelleri*, пачка 7; 16 – *Uraloverneuilites urdalensis urdalensis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/16, скв. 21, гл. 19.6 м, сакмарский ярус, стерлитамакский горизонт, зона *Uraloverneuilites urdalensis*, пачка 8; 17 – *Uraloverneuilites urdalensis abnormis* (Rauser), ГИН РАН, № 4927/17, скв. 21, гл. 19.6 м, сакмарский ярус, стерлитамакский горизонт, зона *Uraloverneuilites urdalensis*, пачка 8; 18 – *Globifusulina uralica* (Krotow), ГИН РАН, № 4927/18, скв. 21, гл. 103.2 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт, зона *Uraloverneuilites verneuili*, пачка 7.

Региональная стратиграфическая схема нижнепермских отложений Урала (Стратиграфические схемы..., 1993)			Фузулинидовая схема дробного расчленения ассельского и сакмарского ярусов Башкирских шиханов	
ярус	горизонт	зона	Шахтау (Паузер-Черноусова, Корольюк, 1991)	Куштау (предлагаемое расчленение)
Сакмарский	стерлитамакский	Uraloverneuilites urdalensis	Uraloverneuilites urdalensis	Пачка 8 с Uraloverneuilites urdalensis
			Pseudofusulina callosa	
	тастубский	Uraloverneuilites verneuili	Uraloverneuilites verneuili	Пачка 7 с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica
			Sakmarella moelleri	Пачка 6 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia composita
Ассельский	шиханский	Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma	Sakmarella moelleri, Grozdilovia baschkirica	Пачка 5 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia decurta
			Sakmarella moelleri и ругозофузулины	
	холодно-ложский	Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda	Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma	Пачка 4 с Grozdilovia ischimbajevi, Pseudochusenella lutuginiformis
Пачка 3 с Rugosofusulinoides shaktauens, Dunbarinella ascedens				
			Пачка 2 с Schwagerina constans	Пачка 1 с редкими Schubertella sp.

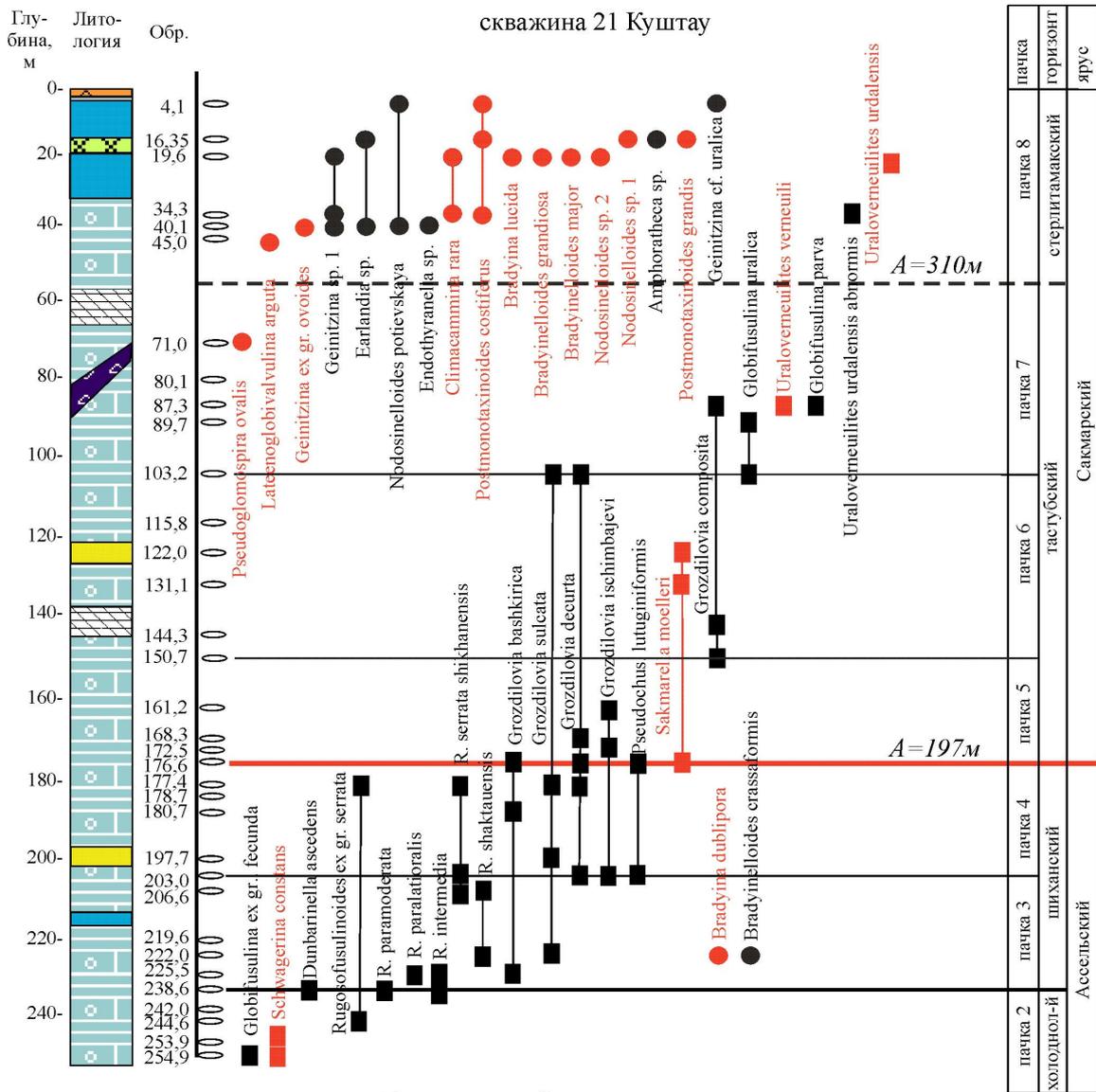
Рис. 2. Соотношение стратиграфического расчленения башкирских шиханов

Шахтау и Куштау по фауне фузулинид.

- Uraloverneuilites urdalensis
- Uraloverneuilites verneuili
- Sakmarella moelleri
- Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma
- Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda
- Uraloverneuilites urdalensis
- Pseudofusulina callosa
- Uraloverneuilites verneuili
- Sakmarella moelleri, Grozdilovia baschkirica
- Sakmarella moelleri и ругозофузулины
- Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma
- Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda
- Пачка 8 с Uraloverneuilites urdalensis
- Пачка 7 с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica

Выделенное цветом не набирать. Оно не относится к названию рисунка. Это список латинских названий для верстальщиков.

Пачка 6 с *Sakmarella moelleri*, *Grozdilovia composita*
 Пачка 5 с *Sakmarella moelleri*, *Grozdilovia decurta*
 Пачка 4 с *Grozdilovia ischimbajevi*, *Pseudochusenella lutuginiformis*
 Пачка 3 с *Rugosofusulinoides shaktauensis*, *Dunbarinella ascedens*
 Пачка 2 с *Schwagerina constans*
 Пачка 1 с редкими *Schubertella sp.*



Условные обозначения:

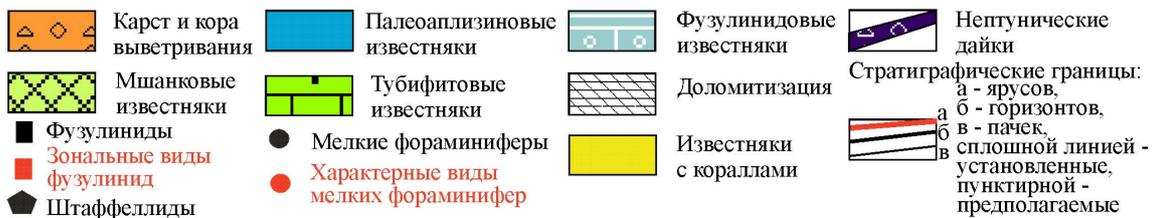


Рис. 3. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 21 Куштау. А – абсолютная высота положения стратиграфической границы.

Pseudoglomospira ovalis
Lateenoglobivalvulina arguta
Geinitzina ex gr. ovoides
Geinitzina sp. 1
Earlandia sp.
Nodosinelloides potievskaya
Endothyranella sp.
Climacammina rara
Postmonotaxinoides costiferus
Bradyina lucida
Bradyinelloides grandiose
Bradyinelloides major
Nodosinelloides sp. 2
Nodosinelloides sp. 1
Amphoratheca sp.
Postmonotaxinoides grandis
Geinitzina cf. uralica
Globifusulina uralica
Uralovern. verneuili
Globifusulina parva
Uralov. urdalensis abbreviata
Uralovern. urdalensis
Globifusulina ex gr. fecunda
Schwagerina constans
Dunbarinella ascedens
Rugosofusulinoides ex gr. serrata
R. paramoderata
R. paralatioralis
R. intermedia
R. serrata shikhanensis
R. shaktauensis
Grozdilovia bashkirica
Grozdilovia sulcata
Grozdilovia decurta
Grozdilovia ischimbajevi
Pseudochus. lutuginiformis
Sakmarella moelleri
S. composita
Bradyina dublipora
Bradyinelloides crassaformis

Выделенное цветом не набирать

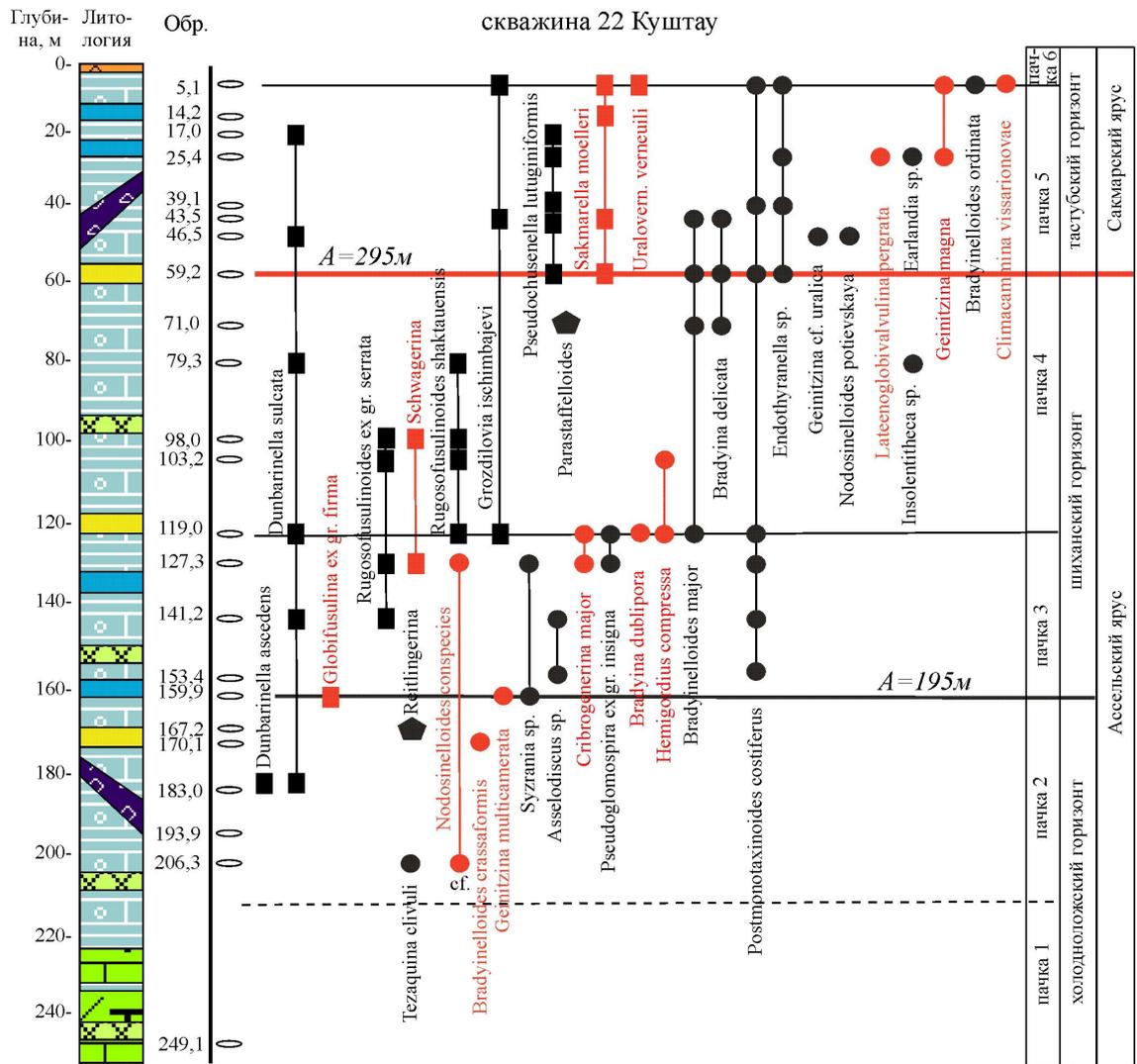


Рис. 4. Распространение фузулид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 22 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

- 4,
- Tubiphytes
- Tezaquima clivuli
- Nodosinelloides conspiciens
- cf.
- Bradyinelloides crassaformis
- Geinitzina multicamerata
- Syzrania sp.
- Asselodiscus sp.
- Cribrogenerina major
- Pseudoglomospira ex gr. insigna
- Bradyina dublipora
- Hemigordius compressa
- Bradyinelloides major
- Bradyina delicata
- Postmonotaxinoides costiferus
- Endothyranella sp.
- Geinitzina cf. uralica
- Nodosinelloides potievskaya
- Lateenoglobivalvulina pergrata

Выделенное цветом не
набирать

Insolentithea sp.
Earlandia sp.
Geinitzina magna
Bradyinelloides ordinata
Climacammina vissarionovae

Dunbarinella ascedens
Dunbarinella sulcata
Globifusulina ex gr. firma
Rugosofusulinoides ex gr. serrata
Reitlingerina
Schwagerina
Rugosofusulinoides shaktauensis
Grozdilovia ischimbajevi
Pseudochus. lutuginiformis
Parastaffelloides
Sakmarella moelleri
Uralovern. verneuili

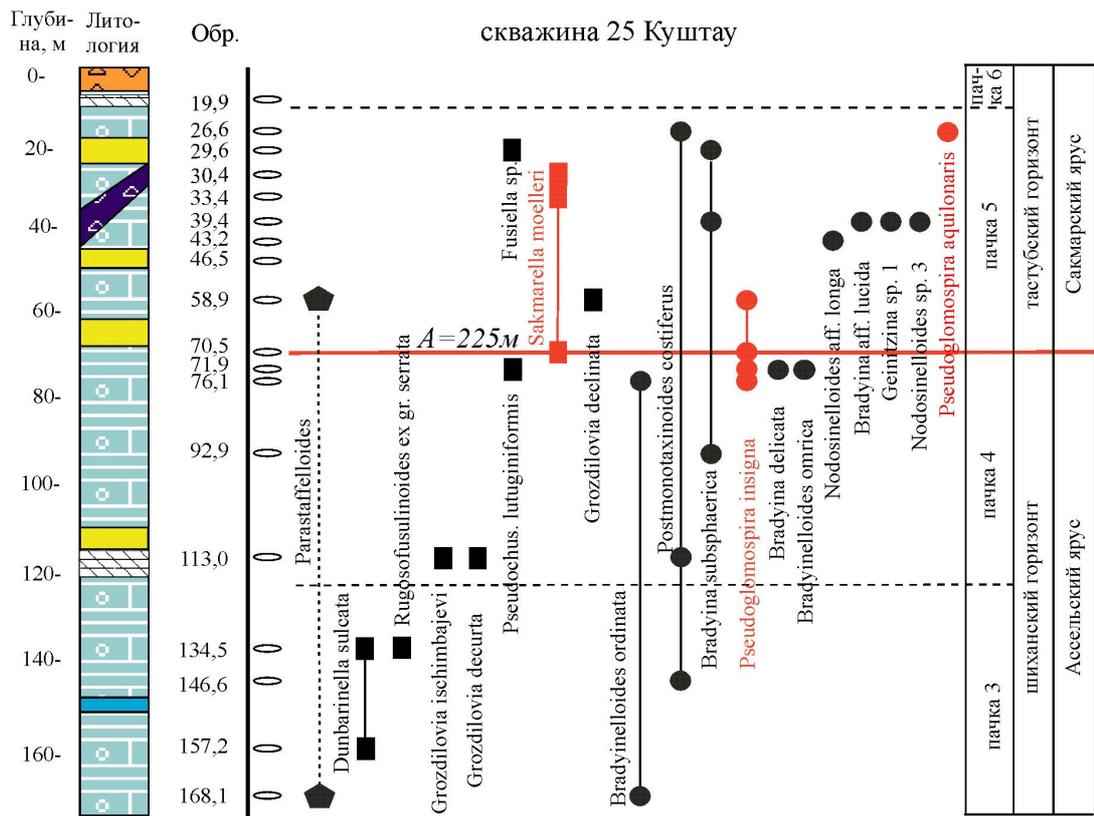


Рис. 5. Распространение фузулид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 25 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Parastaffelloides
Dunbarinella sulcata
Rugosofusulinoides ex gr. serrata
Grozdilovia ischimbajevi
Grozdilovia decurta
Pseudochus. lutuginiformis

Выделенное цветом не набирать

Fusiella sp.
 Sakmarella moelleri
 Grozdilovia declinata
 Bradyinelloides ordinata
 Postmonotaxinoides costiferus
 Bradyina subsphaerica
 Pseudoglomospira insigna
 Bradyina delicata
 Bradyinelloides omrica
 Nodosinelloides aff. longa
 Bradyina aff. lucida
 Geinitzina sp. 1
 Nodosinelloides sp. 3
 Pseudoglomospira aquilonaris

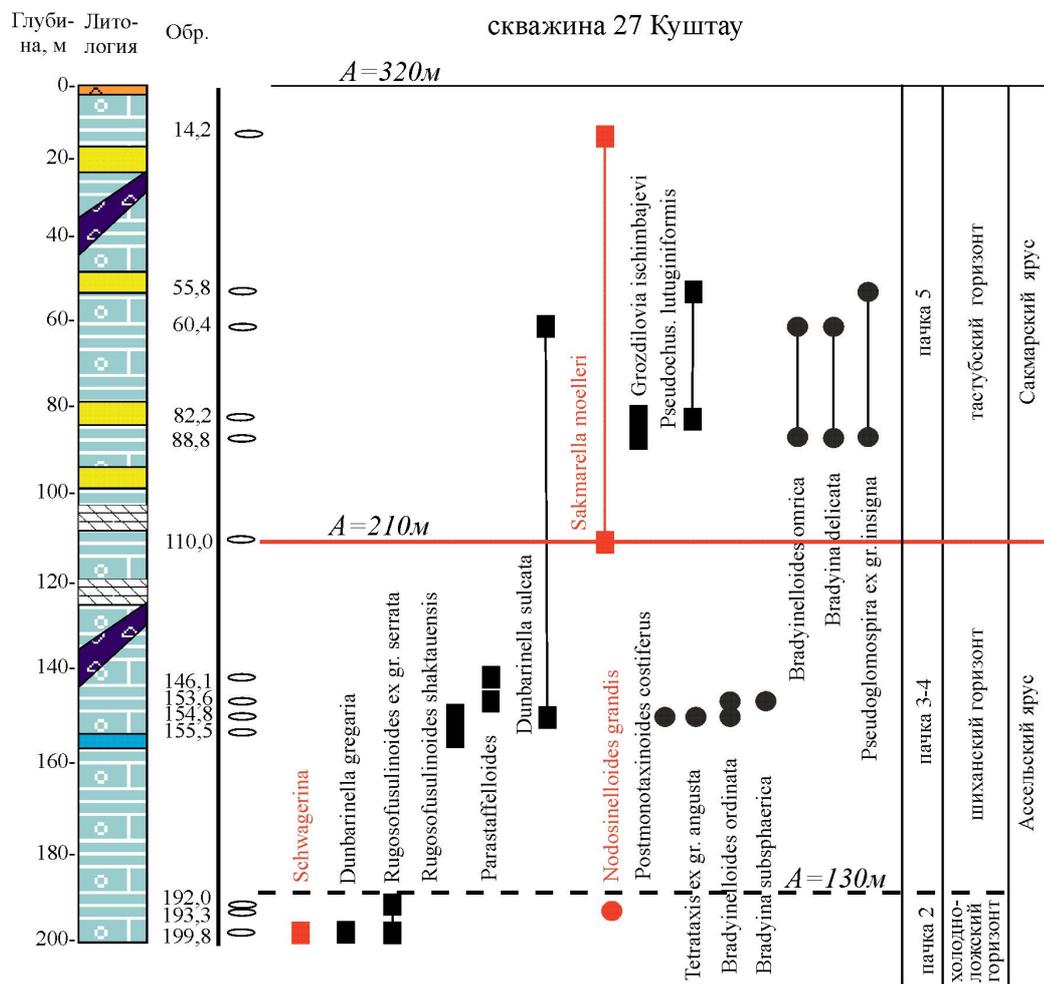


Рис. 6. Распространение фузулинид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 27 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Schwagerina
 Dunbarinella gregaria
 Rugosofusulinoides ex gr. serrata
 Rugosofusulinoides shaktauensis
 Parastaffelloides

Выделенное цветом не
набирать

Dunbarinella sulcata
 Sakmarella moelleri
 Grozdilovia ischimbajevi
 Pseudochus. lutuginiformis
 Nodosinelloides grandis
 Postmonotaxinoides costiferus
 Tetrataxis ex gr. angusta
 Bradyinelloides ordinata
 Bradyina subsphaerica
 Bradyinelloides omrica
 Bradyina delicata
 Pseudoglomospira ex gr. insigna

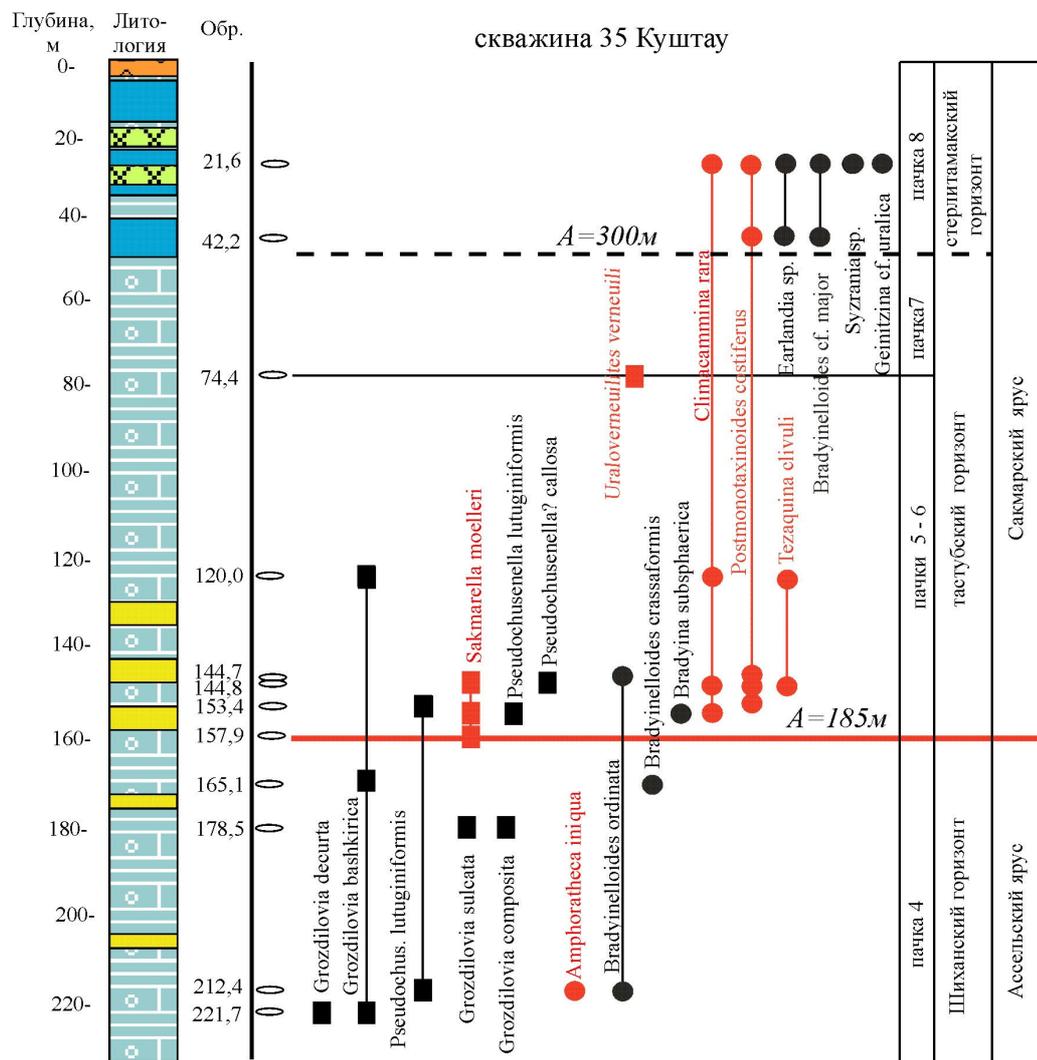


Рис. 7. Распространение фузулид и мелких фораминифер в нижнепермских отложениях скв. 35 Куштау. Условные обозначения см. на рис. 3.

Grozdilovia decurta
 Grozdilovia bashkirica
 Pseudochus. lutuginiformis
 Grozdilovia sulcata
 Grozdilovia composita

Выделенное цветом не набирать

Sakmarella moelleri
Pseudochus. lutuginiformis
Uralovern. verneuili
Amphoratheca iniqua
Bradyinelloides ordinata
Bradyinelloides crassaformis
Bradyina subsphaerica
Climacammina rara
Postmonotaxinoides costiferus
Tezaquina clivuli
Earlandia sp.
Bradyinelloides cf. major
Syzrania sp.
Geinitzina cf. uralica

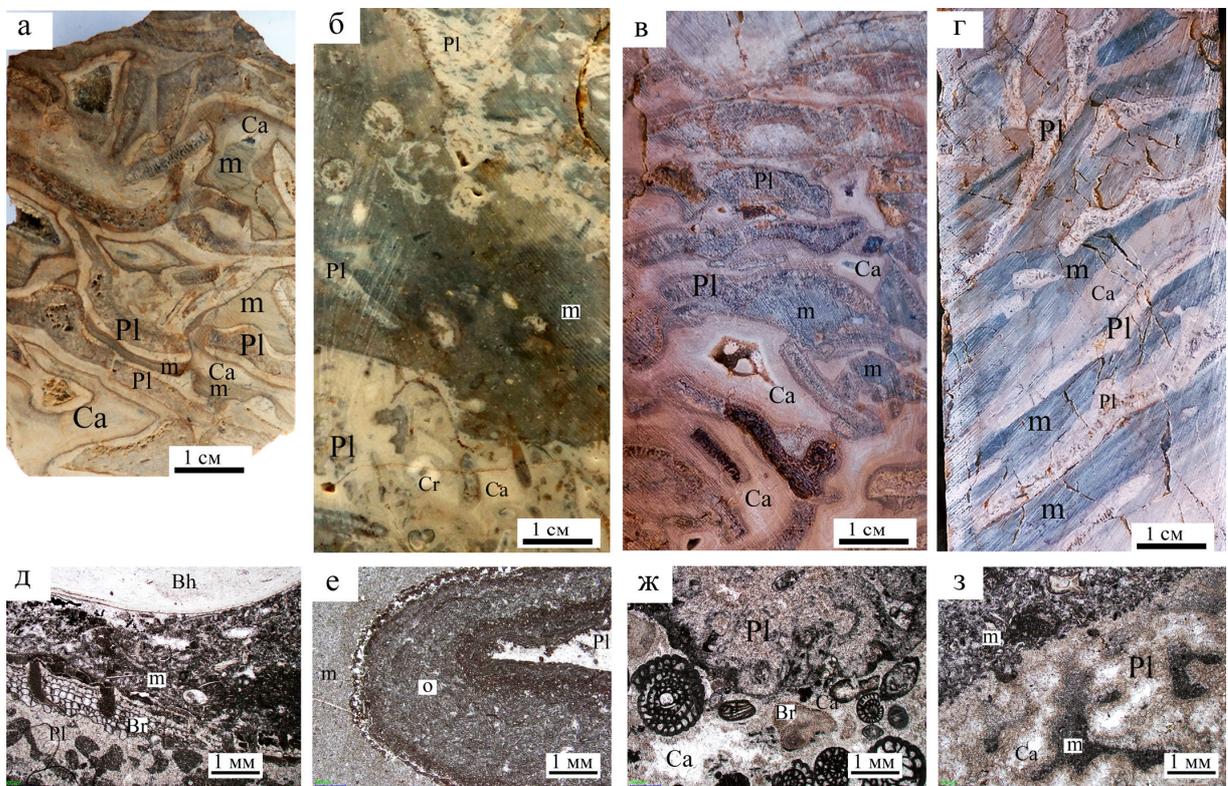


Рис. 8. Палеоапелизиновые известняки сакмарского (а, б, в, д, е) и ассельского (г, ж, з) ярусов.

(а, в, г) – пластины палеоапелизин (Pl) со светлыми кальцитовыми инкрустациями (Ca) и темными участками остаточного микритового матрикса (m); (б, д) – палеоапелизиновый известняк с микритовым матриксом (m), с члениками криноидей (Cr); (д, е) – обрастание пластины палеоапелизины: (д) – сетчатой мшанкой (Br), Bh – раковина брахиоподы, (е) – онколитоподобным агрегатом гирванелл (o); (ж, з) – пластины палеоапелизин (Pl) в пакстоуне: (ж) – с раковинами фораминифер; (з) – с обломками мшанок (Br). (а, б, д) – скв. 21: (а) – гл. 17 м, (б) – гл. 42 м, (д) – гл. 39 м; (в, е) – скв. 35: (в)

– гл. 23 м, (е) – 15 м; (г, ж, з) – скв. 28: (г) – гл. 68 м, (ж) – гл. 38 м, (з) – гл. 56 м. (а–г) – штуфы, (д–з) – шлифы без анализатора.

Pl
Ca
m
Br
Bh
e

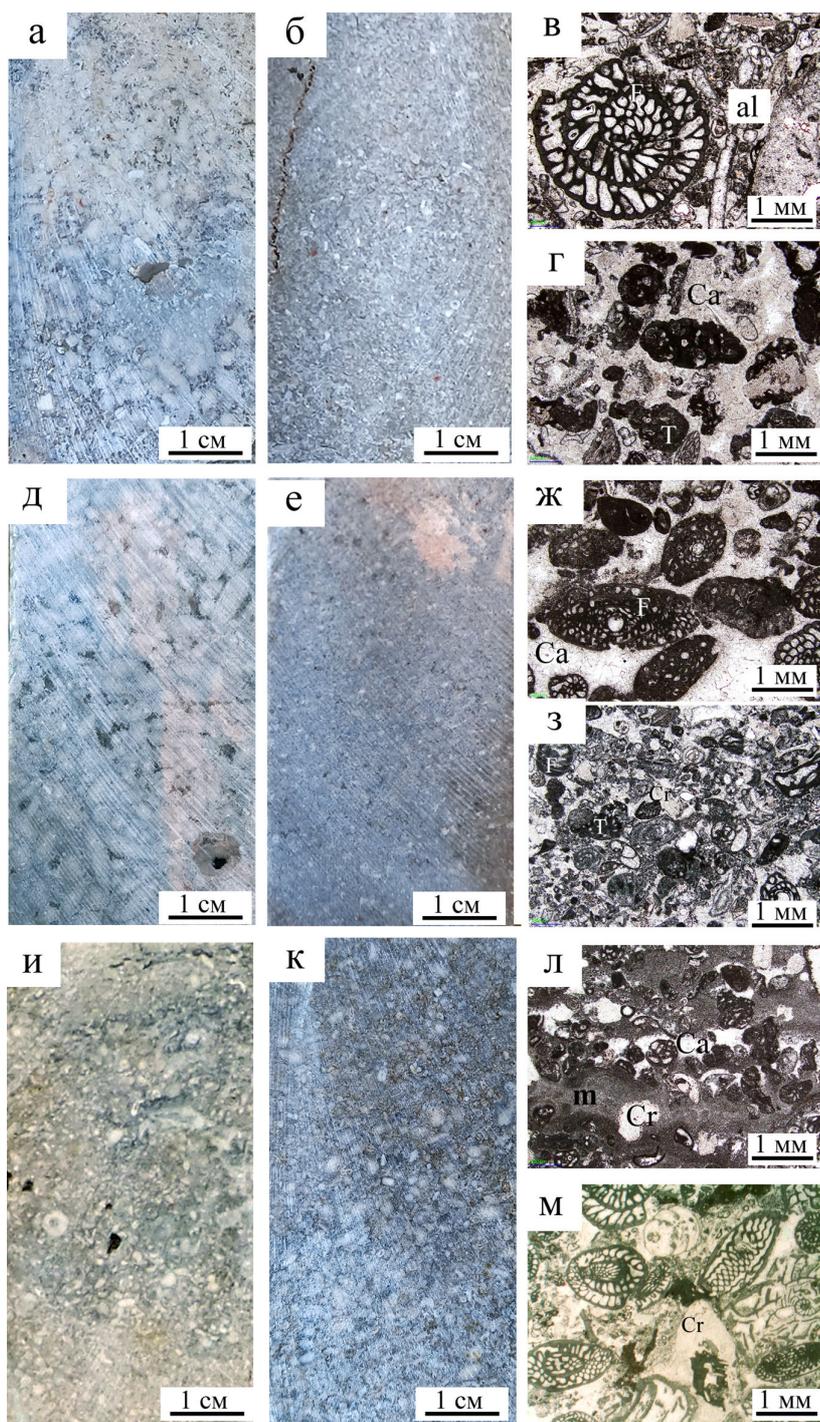


Рис. 9. Примеры строения седиментационных ритмов (мощностью 1 м), представленных чередованием крупнозернистых фузулинидовых грейнстоунов (а, в, д, ж,

к, м) и мелко-тонкозернистых полибиокластовых пакстоунов, обогащенных тубифитесами (б, г, е, з, и, л).

(а–г) – тастубский горизонт, скв. 25: (а, г) – гл. 30 м; (б, в) – гл. 29 м; (д–з) – шиханский горизонт, скв. 27: (д) – гл. 165 м, (е) – гл. 166 м, (ж) – гл. 146 м, (з) – гл. 154 м; (и–м) – холодноложский горизонт: (и, л) – скв. 21, (и) – гл. 254 м, (л) – гл. 255 м, (к, м) – скв. 27, гл. 199 м. (а, б, д, е, и, к) – штуфы; (в, г, ж, з, л, м) – шлифы без анализатора. Сокращения: F – фузулиниды, Cr – криноидеи, T – тубифитесы, al – водоросли, m – матрикс, Ca – инкрустационный кальцит.

F
Cr
T
al
m
Ca

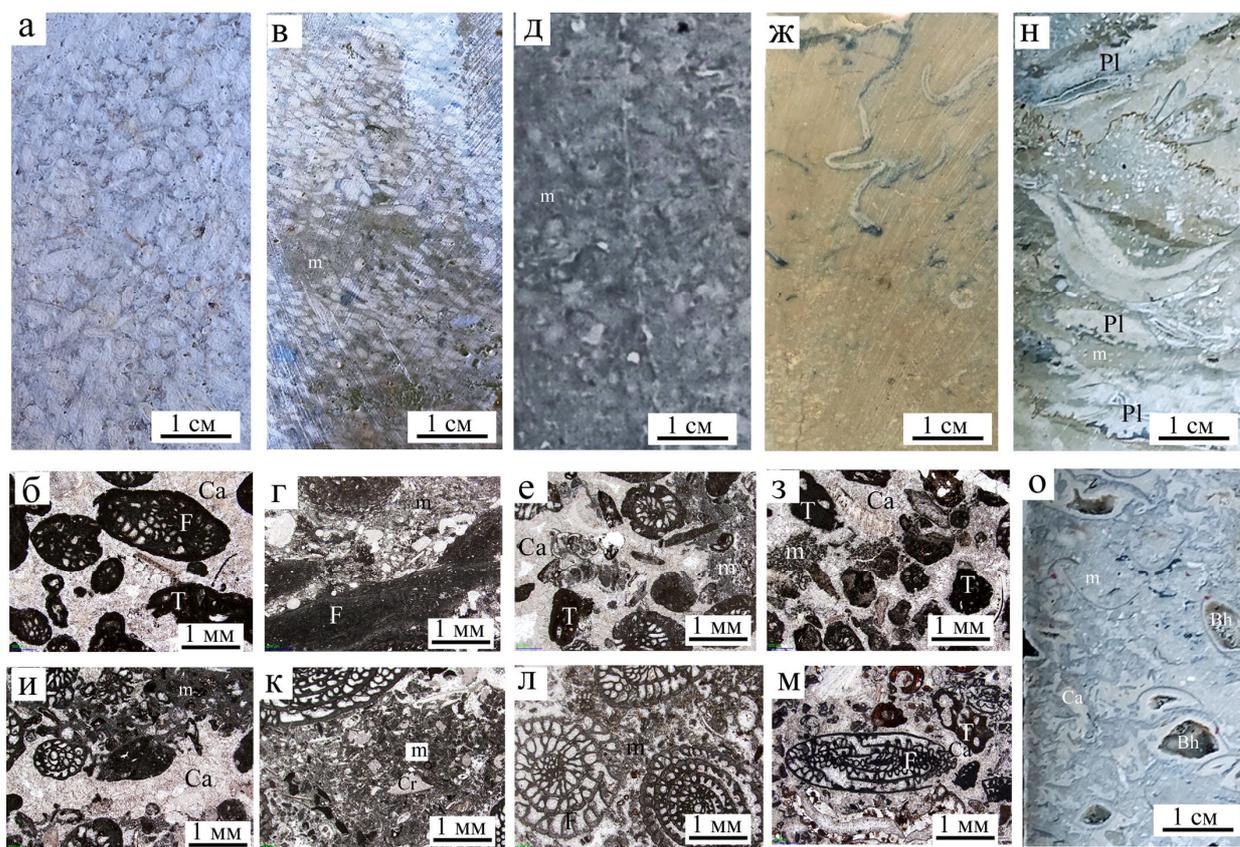


Рис. 10. Текстурные особенности фузулинидовых и полибиокластовых известняков шихана Куштау.

(а, б) – фузулинидовый грейнстоун, сложенный крупными раковинами фузулинид (F) с инкрустационным кальцитовым цементом (Ca), тастубский горизонт, скв. 27, (а) – штуф, гл. 82 м, (б) – шлиф без анализатора, гл. 88 м; (в, г) – слоистый фузулинидовый

пакстоун-грейнстоун, слоистость за счет чередования прослоев, обогащенных раковинами фузулинид, ориентированных по слоистости, шиханский горизонт, скв. 35, гл. 206 м: (в) – штуф, (г) – шлиф без анализатора: в шлифе раковины фузулинид темные микритизированные (F), m – матрикс; (д, е) – фузулинидово-полибиокластовый пакстоун с тубифитами (Т), частично перекристаллизованный (Ca), с участками сохранившегося микритового матрикса (m), шиханский горизонт, скв. 22, гл. 98 м: (д) – штуф, (е) – шлиф без анализатора; (ж, з) – полибиокластовый пакстоун с нитевидными водорослями *Calcipatera*, частично перекристаллизованный (Ca), скв. 21: (а) – штуф, гл. 221 м, (б) – шлиф без анализатора, гл. 220 м; (и, к, л) – фузулинидовые пакстоуны с сохранившимся микритовым матриксом (m), частично перекристаллизованным (Ca), шиханский горизонт, шлифы без анализатора: (и) – скв. 21, гл. 206 м, (к) – скв. 21, гл. 178 м, (л) – скв. 25, гл. 134 м; (м) – фузулинидовый грейнстоун с тубифитесами (Т), перекристаллизованный, тастубский горизонт, шлиф без анализатора, скв. 27, гл. 60 м; (н, о) – рудстоуны штормовой природы, шиханский горизонт, скв. 24: (н) – с обломками палеоаплизин (Pl), штуф, гл. 65 м; (о) – с раковинами брахиопод (Bh), штуф, гл. 66.5 м.

Ca
F
m
T
Pl
Bh

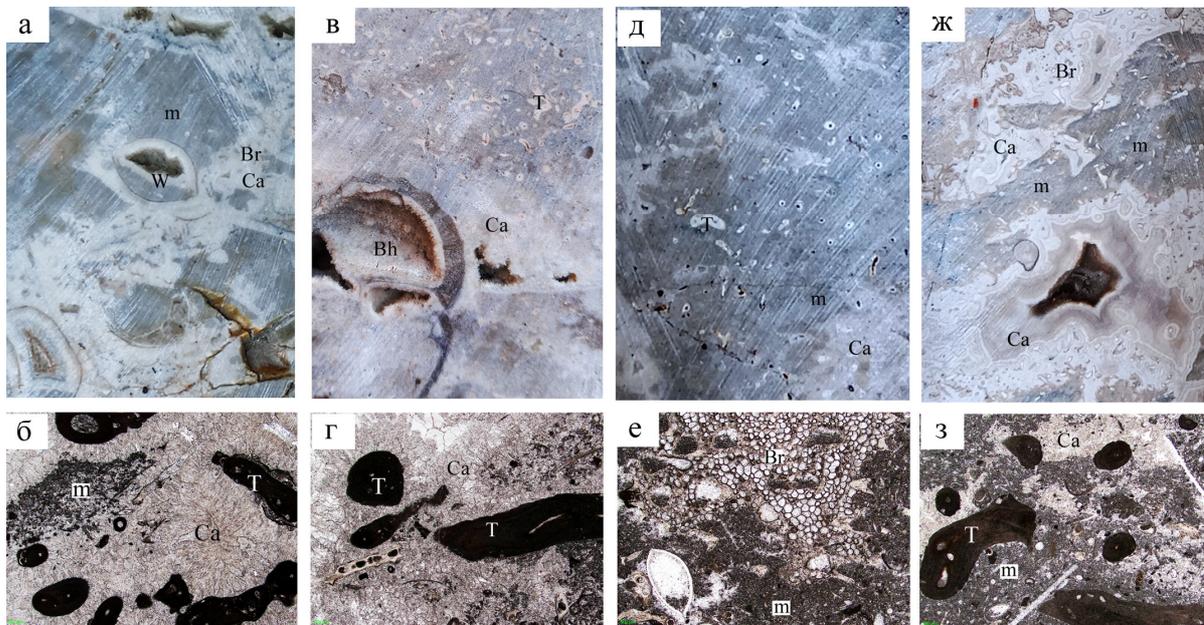


Рис. 11. Мшанково-тубифитовые известняки холодноложского горизонта ассельского яруса с веточками мшанок (Br), желваками тубифитесов (Т) в микритовом матриксе (m), с остатками раковин брахиопод (Bh) с ватерпасами (W) внутри каверн.

(а–г) – мшанково-тубифитовые баундстоуны и вакстоуны с инкрустациями (Ca) и сохранившимися темно-серыми участками микритового матрикса (m), скв. 29, (а, б) – гл. 50 м, (в, г) – гл. 74 м; (д–з) – тубифитовые вакстоуны (д) и мшанково-тубифитовые баундстоуны (е–з) с микритовым матриксом с раковинами остракод (e) и с инкрустациями (Ca) вокруг каверн, скв. 34: (д, е) – гл. 30 м, (е, ж, з) – гл. 32 м; (а, в, д, ж) – штуфы, (б, г, е, з) – шлифы без анализатора.

Br
F
Bh
W
Ca
m

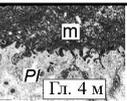
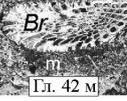
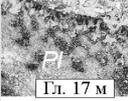
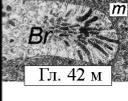
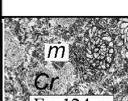
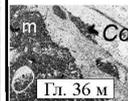
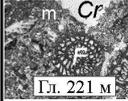
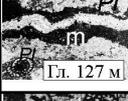
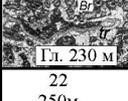
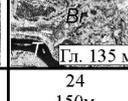
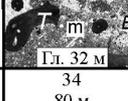
Ярус	горизонт	Фораминиферовая зона	Пачки	Типы пород	№ скважины						Колебания уровня моря
					21	22	24	27	35	34	
Сакмарский	стернгамский	<i>Uraloverneuities urdatensis</i>	8	Палеоаплизинные и мшанковые известняки		Карст					Падение
	тастубский	<i>Uraloverneuities vermuli</i>	7	Палеоаплизинные, мшанковые и фузулиновые известняки				Отсутствуют			
		<i>Sakmarella moelleri</i>	6	Фузулиновые известняки с криноидеями			Карст				
			5	Фузулиновые известняки с кораллами							
Ассельский	шиханский	<i>Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma</i>	4	Фузулиновые известняки с тубифитесами и водорослями							
			3	Фузулиновые известняки с тубифитесами, палеоаплизинами, мшанками					Не вскрыты		
	холодоложский	<i>Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda</i>	2	Фузулиновые известняки с тубифитесами						Отсутствуют	
1	Мшанково-тубифитесовые известняки без фузулинид		Не вскрыты			Не вскрыты					
№ скважины. глубина					21 255м	22 250м	24 150м	27 200м	35 222м	34 80 м	

Рис. 12. Сопоставление литофациальных типов ассельских и сакмарских рифовых известняков по керну скважин шихана Куштау; микрофотографии шлифов без анализатора, длина снимков 4 мм.

Сокращения: Pl – палеооплизины, F – фузулиниды, T – тубифитесы, Br – мшанки, Cr – криноидеи, D – водоросли, Co – кораллы, tr – трилобит, m – матрикс, Ca – инкрустационный кальцит.

~~*Schwagerina moelleri*~~
~~*Globifusulina fecunda*~~

~~*Sphaeroschwagerina*~~
~~*sphaerica*~~
~~*Globifusulina firma*~~

~~*Sakmarella moelleri*~~

~~*Uraloverneuilites*~~
~~*vernuli*~~

~~Pl~~

~~F~~

~~T~~

~~Br~~

~~Cr~~

~~D~~

~~Co~~

~~tr~~

~~m~~

~~Ca~~

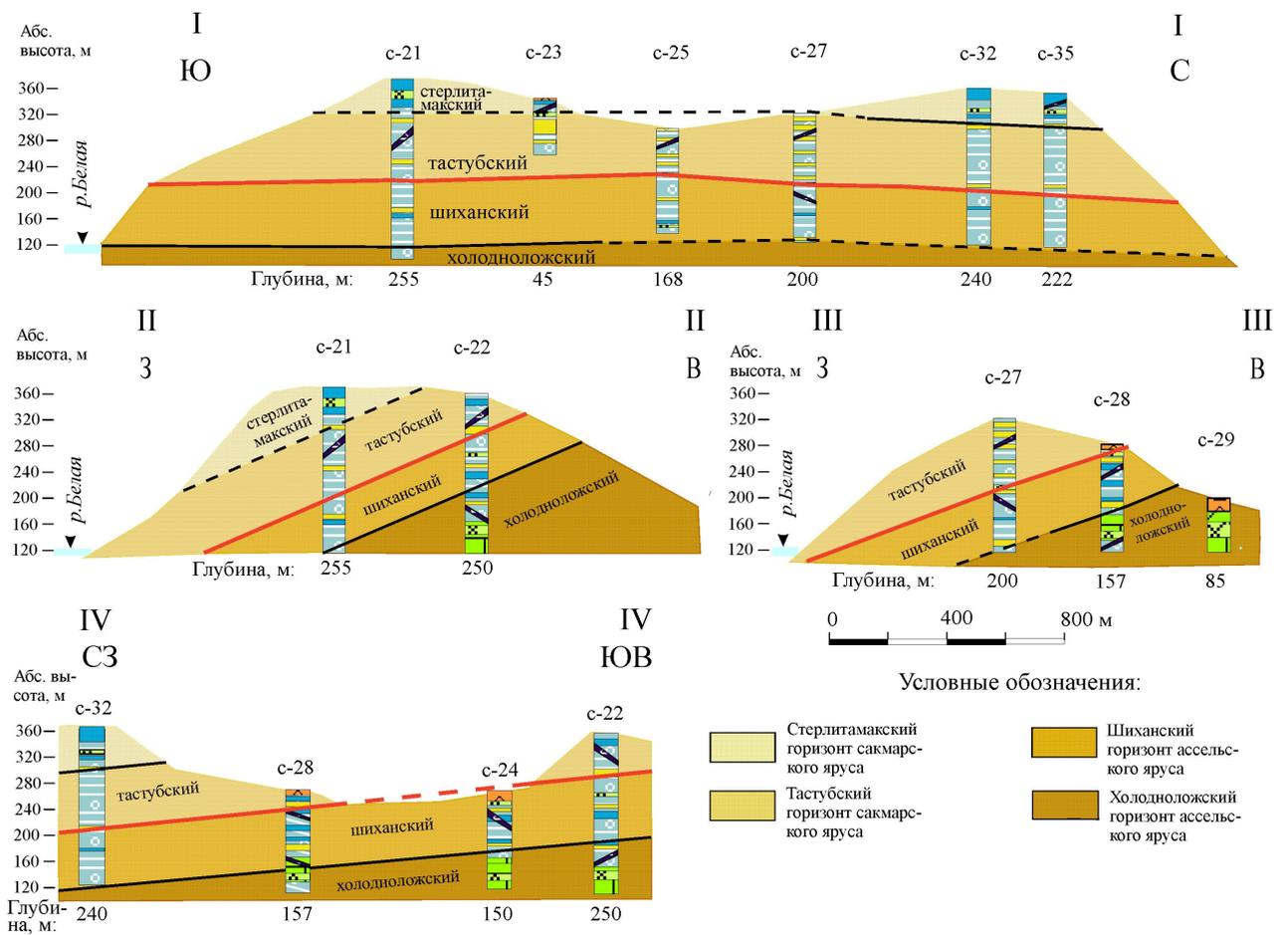


Рис. 13. Схемы сопоставления разрезов скважин, пробуренных на горе Куштау, по продольным (I–I, IV–IV) и поперечным (II–II, III–III) профилям, и распределение литотипов известняков. Составлены Е.Н. Горожаниной по материалам АО “Сырьевая компания” и ОАО “Башкиргеология”. Условные обозначения к колонкам см. на рис. 3.

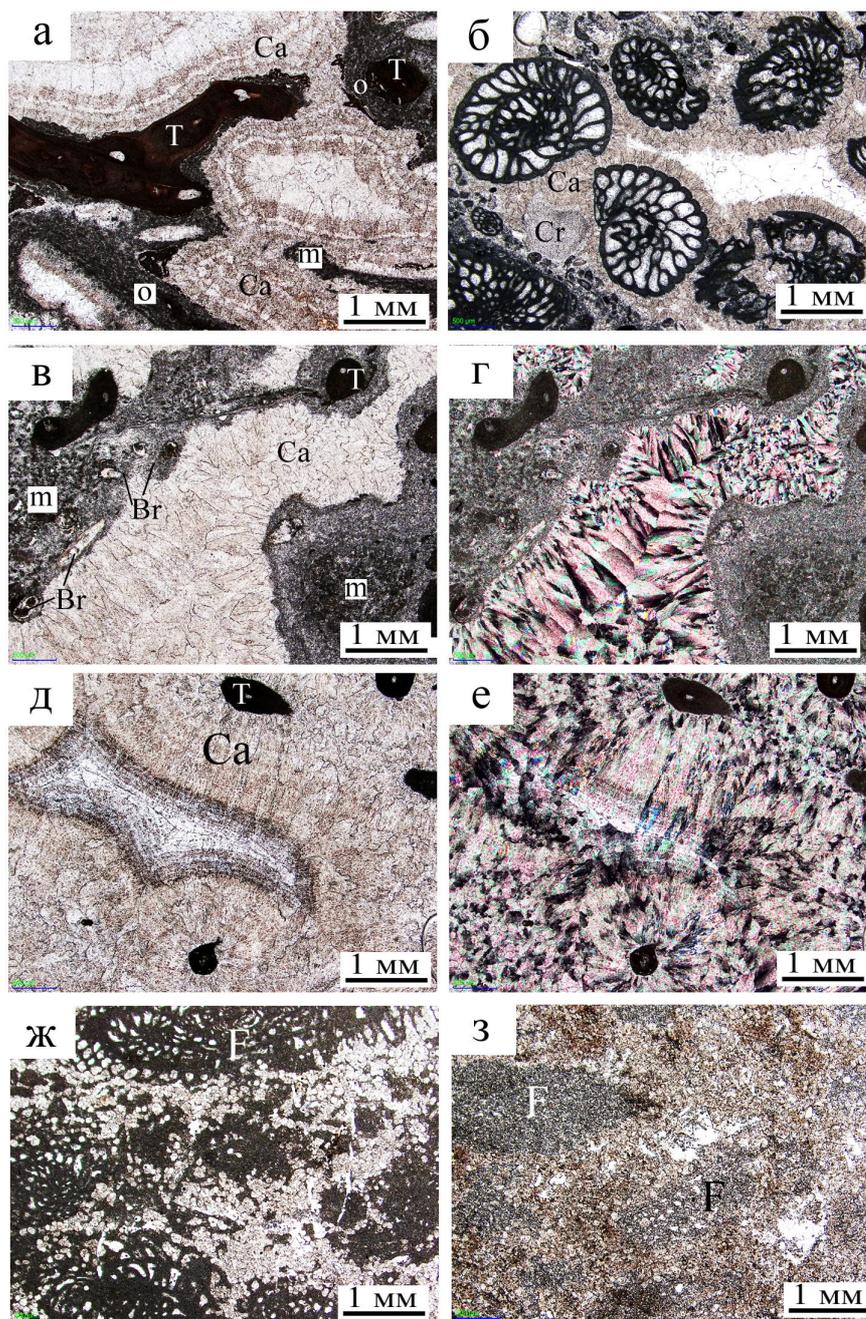


Рис. 14. Вторичное минералообразование в известняках шихана Куштау.

(а, б) – развитие инкрустационного (Са) и блокового кальцита в полости выщелачивания: (а) – в тубифитовом известняке, ассельский ярус, скв. 24, гл. 130 м; (б) – в фузулинидовом грейнстоуне, сакмарский ярус, скв. 27, гл. 88 м; (в, г д, е) – узорчатые инкрустации (Са) в мшанково-тубифитовых вакстоунах, ассельский ярус: (в, г) – скв. 34, гл. 78 м, (д, е) – скв. 29, гл. 49 м; (ж, з) – доломитизированные фузулинидовые грейнстоуны: (ж) – скв. 21, гл. 159 м, сакмарский ярус, тастубский горизонт; (з) – скв. 27, гл. 121 м, ассельский ярус, шиханский горизонт. Шлифы: (а, б, в, д, ж) – николи параллельны; (г, е) – николи скрещены. Условные обозначения: Т – тубифитесы, Вг – мшанки, о – онколитовые обрастания, Сг – криноидеи, F – фузулиниды, Са – инкрустационный кальцит, m – микритовый матрикс.

Т
В
е
С
Р
F
Ca
m

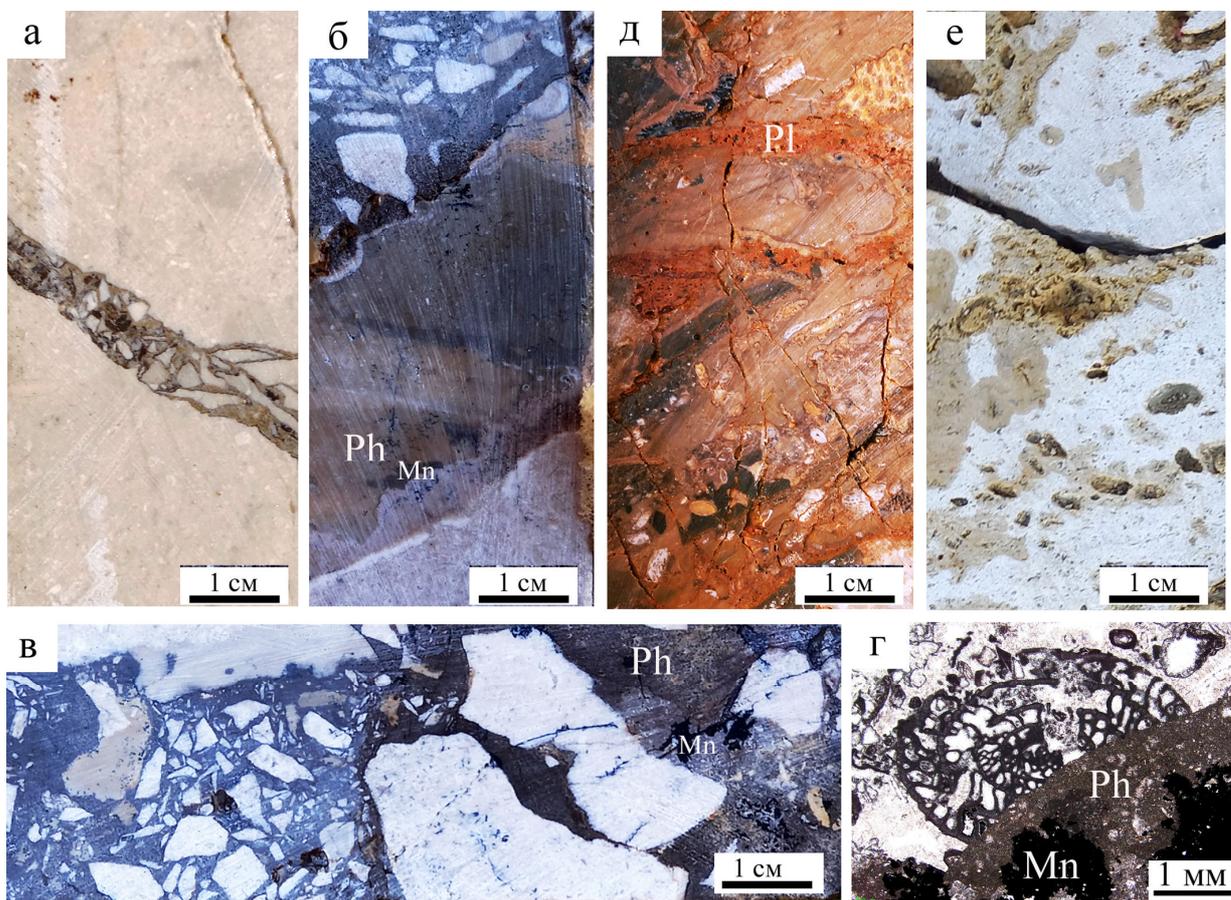


Рис. 15. Вторичные постседиментационные образования в известняках шихана Куштау.

(а–г) – нептунические дайки: (а) – тонкая нептуническая дайка с обломочным наполнением, скв. 24, гл. 16 м; (б) – резкий контакт дайки и вмещающего светлого известняка (внизу), в краевой части дайка заполнена слоистым микритовым материалом, участками фосфатизированным (Ph), в центральной части дайка сложена брекчией с остроугольными светлыми обломками известняка в темном микрите; (в, г) – брекчия из центральной части дайки с остроугольными обломками вмещающих перекристаллизованных известняков, (г) – раковина фузулиниды из обломка известняка срезана на контакте с фосфатизированным (Ph) матриксом дайки, черное – омарганцевание (Mn), шлиф, николи параллельны; (б, в, г) – скв. 27, гл. 37 м; (д) – карстовая брекчия с пластинами палеоаплизин (Pl) с красно-бурым ожелезненным

глинистым матриксом между обломками, скв. 35, гл. 14 м; (е) – кавернозно-пористый перекристаллизованный и выщелоченный известняк, скв. 24, гл. 4 м.

Ph
Mn

~~- англоязычные метаданные~~

New Data on the Lower Permian Kushtau Reef Massif, Southern Urals: Biostratigraphy and Lithofacies

E. N. Gorozhanina^{a, #}, V. M. Gorozhanin^a, T. N. Isakova^b, T. V. Filimonova^b, N. S. Sagdeeva^a, R. E. Semenov^a

^a*Institute of Geology, Ufimian Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia*

^b*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: gorozhanin@ufaras.ru*

The obtained results of the core study of 12 wells drilled on Mount Kushtau (Southern Urals) and uncovering the most complete section of the Asselian and Sakmarian biohermal limestones made it possible to reveal details of the structure of the reef massif based on the biostratigraphic subdivision of sediments. The sediments were dated according to the foraminifera fauna, horizons and zones were identified, and the hypsometric position of the horizon boundaries was established, indicating the bedded structure of the Shikhan Kushtau with a gentle monoclinal dip of the layers to the north-west. The character of the distribution of bioherm facies across the section and laterally was clarified, and the evolution of reef paleobiocenoses from tubiphytes-bryozone bioherms of the quietwater zone to fusulinid sands of the hydrodynamically active zone was determined. Granular fusulinid and polybioclastic limestones (grainstones and packstones), which were formed under conditions of active hydrodynamics, are common on the boundary of the Asselian and Sakmarian layers, which may indicate regressive shelf shallowing. The boundary is drawn by the change of fusulinid fauna and is not lithologically represented. Numerous neptunian dykes are found in the carbonate massif of Mount Kushtau. The nature of secondary changes, the degree of their influence on carbonate

rocks and the time of their appearance are shown. These data can be used in the study of Lower Permian reef deposits in other regions.

Keywords: Asselian stage, Sakmarian stage, foraminifera, fusulinides, tubiphytes, palaeoaplisins, storm beds, cyclicity, borehole sections correlation, neptunian dykes

- глоссарий для переводчика

река Белая the Belaya River

город Стерлитамак the city of Sterlitamak

Южное Приуралье Southern Urals

Предуральский прогиб Uralian Foredeep

ОАО “Башкиргеология” PLC “Bashkirgeologiya”

АО “Сырьевая компания” LC «Syruevaya Company»

литологические особенности lithological peculiarities

палеонтологические paleontological

шлифы thin sections

керна core

Куштау Kushtau

Юрактау Yuraktau

Шахтау Shakhtau

Тратау Tratau

Торатау Toratau

Ишимбай Ishimbai

шихан shikhan

неотектонический neotectonic

Шиханский блок Shikhan block

гор-останцов - rest- mountings

гор-одиночек single-mountings

стратиграфия и фации stratigraphy and facies

тектонической раздробленности tectonic disintegration

нижнепермский the Lower Permian

ассельский ярус Asselian stage

сакмарский ярус Sakmarian Stage

артинский ярус Artinskian stage
холодноложский горизонт Kholodnolozhian horizon
шиханский горизонт Shikhanian horizon
тастубский горизонт Tastubian horizon
стерлитамакский горизонт Sterlitamakian horizon
Самарская Лука Samarian Luka
пачка package
литофации lithofacies
биокластовый bioclastic
пелоидный peloidal
тубифитово-мшанковые известняки tubifitic-bryozoan limestones
сифоновые водоросли siphonic algals
криноидеи crinoids
полевые дневники field notebooks
коренные выходы outcrops
бактериальная природа bacterial origin
водоросли algal
шамовеллы shamovelly
гипсометрическое hypsometric
фузулиниды fusulinids
мелкие фораминиферы small foraminiferas
мшанки bryozoans
тубифитесы tubiphites
палеоаплизины palaeoaplysinas
остракоды ostracodes
брахиоподы brachiopods
аммоноидеи ammonoids
трилобиты trilobites
инкрустации encrustation
микритовый micritic
ил mud
абсолютная отметка absolute height
нептунические дайки neptunian dyke
грейнстоун grainstone
пакстоун packstone

рудстоун rudstone
биогерм bioherm
риф reef
тиховодный calm-water
шельф shelf
карбонатные породы carbonate rocks
вторичные процессы secondary processes
перекристаллизация recrystallization
радиально-лучистый кальцит radialfibrous calcite
шестоватый друзовый кальцит pole-like druse calcite
блоковый кальцит sparitic calcite
карст karst
доломитизация dolomitization
выщелачивание leaching
разъеден corroded
фосфатный матрикс phosphatic matrix
омарганцевание по трещинам mangansation along cracks
ожелезнении пород - ferritization of rocks
Ишимбайское месторождение нефти Ishibai oil deposit
мезо-кайнозой Mezo-Cinozoic
ругозофузулиноидесы и гроздиловии *Rugosofusulinoids and Grozdilovias*
параштаффеллиды *Parastaffelloides*
брэдииниды *Bradyinas*
Тимано-Печорская провинция Timan-Pechora province
Башкирское Приуралье Bashkir Preurals
«ситчатые» доломиты sieve dolomites
фузулинидово-полибиокластовые известняки fusulinidic-bioclastic limestones
зернистые grained
с падением на северо-запад with dip to north-west