Научная статья
УДК 551.736.1: 563.11 (470)

ФУЗУЛИНИДОВАЯ СХЕМА РАСЧЛЕНЕНИЯ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАННЕПЕРМСКОЙ ФОРАМИНИФЕРОВОЙ БИОТЫ ШИХАНА КУШТАУ (БАШКИРСКОЕ ПРИУРАЛЬЕ)

Т. Н. Исакова[1], Т. В. Филимонова[1], Е. Н. Горожанина[2]

1 — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН), г. Москва, Россия, isakova@ginras.ru

2 — Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа, Россия, gorozhanin@ufaras.ru

Рассматривается детальная схема расчленения ассельского и сакмарского ярусов разреза Куштау, базирующаяся на смене местных сообществ фузулинид. Эти собщества входят в состав зональных комплексов фузулинидовых зон ассельского и сакмарского ярусов Региональной стратиграфической схемы нижнепермских отложений Урала. В пределах общепринятых фузулинидовых зон выделено восемь последовательно сменяющихся местных фузулинидовых сообществ, приуроченных к различным литофациальным типам известняков. Установленная последовательность фузулинидовых сообществ выдерживается по всей площади шихана как в центральной части, так и на восточном склоне.

Ключевые слова: биостратиграфия, литология, ассельский ярус, сакмарский ярус, Башкирское приуралье, шиханы, фузулинидовые сообщества, литофации

Благодарности: Авторы выражают искреннюю признательность руководству АО «Сырьевая компания» и лично А. В. Шкурко за предоставленную возможность изучения керна. Исследования выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ ГИН РАН по темам госзаданий FMRS-0114-2021-0003 и ИГ УФИЦ РАН — FMRS-2025-0013.

Для цитирования: *Исакова Т. Н., Филимонова Т. В., Горожанина Е. Н.* Фузулинидовая схема расчленения и таксономические особенности раннепермской фораминиферовой биоты шихана Куштау (Башкирское Приуралье) // Геологический вестник. 2025. №3. С. 51–64. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-3-3

For citation: Isakova T. N., Filimonova T. V., Gorozhanina E. N. (2025) Fusulinid subdivided scheme and taxonomic features of Early Permian foraminiferal biota of the Kushtau shikhan (Bashkirian Cis-Urals). *Geologicheskii vestnik*. 2025. No. 3. P. 51–64. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-3-3

Original article

FUSULINID SUBDIVIDED SCHEME AND TAXONOMIC FEATURES OF EARLY PERMIAN FORAMINIFERAL BIOTA OF THE KUSHTAU SHIKHAN (BASHKIRIAN CIS-URALS)

T.N. Isakova[1], T.V. Filimonova[1], E.N. Gorozhanina[2]

1 — Geological Institute, Russian Academy of Sciences (GIN RAS), Moscow, Russia, isakova@ginras.ru

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

The detailed scheme of subdivision of the Asselian and Sakmarian stages of the Kushtau section is considered, based on the replacement of local communities of fusulinids included in the zonal complexes of the generally accepted fusulinid zones of the Asselian and Sakmarian stages of the Regional stratigraphic scheme of the Lower Permian deposits of the Urals. Within the generally accepted fusulinid zones, eight successively replacing local fusulinid communities are distinguished, confined to different lithofacies types of limestones. The established replacement of fusulinid communities is maintained throughout the area of the shikhan both in the central part and on the eastern slope.

Keywords: biostratigraphy, lithology, Asselian stage, Sakmarian stage, shikhans, fusulinid communities, lithofacies

Acknowledgments: The authors express their sincere gratitude to the management of JSC "Raw Materials Company" and personally to A.V. Shkurko for the opportunity to study the core. The studies were carried out in accordance with the plans of research work of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences and the Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Введение

Шихан Куштау является одним из четырех гор-одиночек — Юрактау, Куштау, Шахтау (ныне карьер) и Торатау — известных геологических объектов, расположенных вблизи г. Стерлитамака в Башкортостане на территории геопарка Торатау (рис. 1).

Эти карбонатные массивы формировались, начиная с ассельского века, и прекратили свой рост в конце сакмарского — начале артинского. Исторический обзор исследований нижнепермских отложений Башкирии, а в их числе и гор-одиночек, до пятидесятых годов прошлого века подробно изложен Д.М. Раузер-Черноусовой [1950]. В дальнейшем строению, литологии и стратиграфии шиханов продолжали уделять внимание многие исследователи [Шамов, Камалетдинов, 1968; Королюк, Сидоров, 1973; Королюк, Раузер-Черноусова, 1977; Королюк, 1985; Раузер-Черноусова, Королюк, 1991; Чувашов и др., 1996; Кулагина и др., 2015; Горожанина, Горожанин, 2019; Исакова и др., 2020 и многие др.]. Создание геопарка Торатау в республике Башкортостан и задача сохранения геологических объектов как памятников природы вновь привлекают особое внимание и научный интерес к их изучению. В последние годы информация о шиханах пополнилась новыми сведениями. Данные об их геологии и новых палеонтологических находках, полученные сотрудниками Российской академии наук, Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургского государственного университета, Кубанского государственного университета, г. Краснодар, Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, г. Уфа опубликованы в Геологическом вестнике ИГ УФИЦ РАН [2023, вып. 2].

Всестороннее и детальное исследование собственно шихана Куштау началось недавно. В 2017 г. на горе Куштау ОАО «Башкиргеология» было пробурено 15 скважин по заказу АО «Сырьевая компания». Полученный керн послужил материалом для комплексного изучения литологии и микрофауны (фораминифер), положенного в основу предлагаемого биостратиграфического расчленения.

Карбонатный массив Куштау сложен органогенными известняками, образовавшимися в результате жизнедеятельности морских организмов в краевой части шельфа в ассельское и сакмарское время [Королюк, 1985; Антошкина, 2003; Чувашов, Гареев, 2014]. По составу преобладающих (породообразующих) фаунистических остатков известняки представлены мшанковыми, тубифитесовыми, коралловыми, и палеоаплизиновыми баундстоунами, а также фузулинидовыми, криноидными и полибиокластовыми пакстоунами, грейнстоунами и вакстоунами [Сагдеева, 2022; Горожанина и др., 2023]. Наиболее распространенными в разрезах скважин являются фузулинидовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны), сложенные раковинами фузулинид часто с примесью другой биокластики — водорослей, тубифитесов, криноидей, кораллов, брахиопод, мшанок, мелких фораминифер.

При сопоставлении разрезов скважин, пробуренных в центральной (самой высокой части) горы Куштау и на ее пологом восточном склоне, установлен наклон пластов известняков на северо-запад [Горожанина и др., 2025]. Скважины на восточном склоне (22, 24, 28, 29, 34) вскрыли нижнюю часть разреза ассельско-сакмарских отложений, в скважинах центральной части (21, 23, 25,

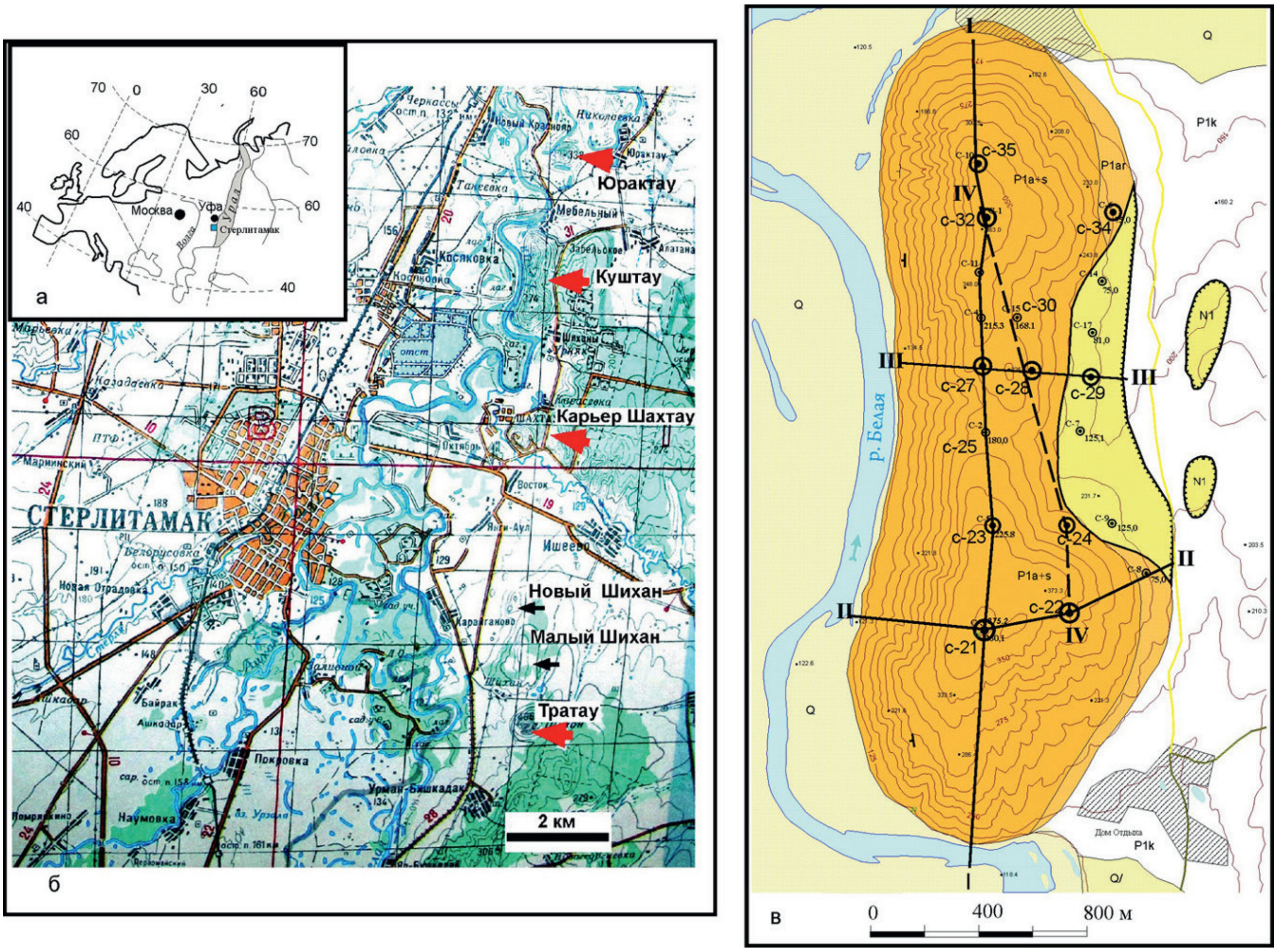


Рис. 1. Шихан Куштау и его местоположение

Условные обозначения: а — схематическая географическая карта; б — географическая карта окрестностей г. Стерлитамака, в — геологическая карта шихана Куштау и расположение скважин и профилей (по материалам ОАО «Башкиргеология»). Буквенные обозначения: Q — четвертичные отложения; N — неогеновые отложения; P_1 — отложения нижней перми: P_1k — кунгурский ярус, P_1ar — артинский ярус, P_1as+s — нерасчлененные ассельский и сакмарский ярусы.

Fig. 1. Kushtau Shikhan and its location

Legend: a — schematic geographical map; б — geographical map of the surrounding area of the Sterlitamak city, в — geological map of Kushtau Shikhan and the location of wells and profiles (based on materials from JSC Bashkirgeologiya). Letter designations: Q — Quaternary deposits; N — Neogene deposits; P_1 — Lower Permian deposits: P_1k — Kungurian stage, P_1ar — Artinskian stage, P_1as+s — undifferentiated Asselian and Sakmarian stages.

27, 32, 35) более полно представлены отложения верхней части разреза (см. рис. 1).

В настоящей статье приводятся результаты изучения вертикального и латерального распространения фораминифер в разрезе Куштау, составляющие основу его биостратиграфического расчленения. Инструментом для детализации расчленения разреза в пределах общепринятых зон фузулинидовой шкалы является комплексный метод, включающий анализ распространения фораминифер и анализ условий формирования ассельско-сакмарских отложений. Предлагается схема расчленения ассельского и сакмарского ярусов разреза Куштау, базирующаяся на закономерной смене местных сообществ фузулинид, входящих в состав зональных комплексов общепринятых фузулинидовых зон ассельского и сакмарского ярусов Региональной стратиграфической схемы нижнепермских отложений Урала [Стратиграфические…, 1993] и приуроченных к определенным литологическим пачкам.

В соответствии с Региональной стратиграфической схемой нижнепермских отложений Урала ассельский ярус включает две фузулинидовые зоны Schwagerina moelleri — Globifusulina fecunda и Sphaeroschwagerina sphaerica — Globifusulina firma. Сакмарский ярус включает фузулинидовые зоны: Sakmarella moelleri, Uraloverneuilites verneuili и Uraloverneuilites urdalensis.

Фораминиферы изучались по литологическим и палеонтологическим шлифам с ориентированными сечениями раковин фузулинид, изготовленным из керна 12 скважин. Всего отобрано около 400 образцов и изготовлено свыше 500 шлифов. Коллекция палеонтологических шлифов с ориентированными сечениями раковин фораминифер №4927/I хранится в Геологическом институте РАН, г. Москва.

Схема биостратиграфического расчленения шихана Куштау по фузулинидам

Фораминиферовая биостратиграфия шихана Куштау до последнего времени практически отсутствовала, поскольку плохая естественная обнаженность пород и сильная залесенность ограничивали сбор необходимого материала для изучения фораминифер. Проведенное ОАО «Башкиргеология» бурение по всей площади шихана скважин с полным выходом керна предоставило для исследования массовый материал по распространению фораминифер. Полученные современные новые данные о вертикальном распространении фузулинид подтвердили присутствие в массиве шихана ассельского и сакмарского ярусов.

Первый представлен верхней частью холодноложского и шиханским горизонтами, которым соответствует последовательность двух зон фузулинидовой шкалы (снизу-вверх): зона Schwagerina moelleri — Globifusulina fecunda и зона Sphaeroschwagerina sphaerica — Globifusulina firma. Сакмарский ярус включает тастубский и стерлитамакский горизонты, которым соответствует последовательность из трех зон фузулинидовой шкалы. Тастубский горизонт объединяет зону Sakmarella moelleri и зону Uraloverneuilites verneuili. Стерлитамакскому горизонту соответствует зона Uraloverneuilites urdalensis (рис. 2). Комплексное исследование фораминифер и литологии, с учетом их тесной взаимосвязи, выявило закономерность в изменении количественных соотношений видов и родов фораминифер по отношению к изменениям литологии, и позволило в пределах каждой из вышеперечисленных фузулинидовых зон выделить местные фораминиферовые сообщества, приуроченные к различным литотипам известняков или литостратиграфическим пачкам. В карбонатной толще Куштау выделяется восемь литостратиграфических пачек, каждая из которых охарактеризована специфическим составом местного сообщества фораминифер (табл. 1).

Сводный стратиграфический разрез Куштау составлен по сумме данных, полученных по разрезам центральной части и восточного склона горы. Он включает восемь последовательных литостратиграфических пачек с местными сообществами фораминифер (рис. 2).

Ассельский ярус. Холодноложский горизонт. Нижняя часть ассельского яруса более дробно расчленяется на восточном склоне, где холодноложский горизонт составляют две литостратиграфические пачки (1 и 2). В подошве ассельской части разреза (рис. 2, пачка 1) залегают известняки мшанковые, с редкими и единичными Schubertella sp. или мшанково-тубифитовые, биогермные, без фузулинид, с ассельскими остракодами [Семенов, 2024]. Выше появляются фузулинидовые разности известняков пачки 2 с местным сообществом фузулинид, для которого характерно присутствие Schwagerina constans и дунбаринелл с осевыми уплотнениями группы Dunbarinella paragregaria (табл. 1). В центральной части шихана

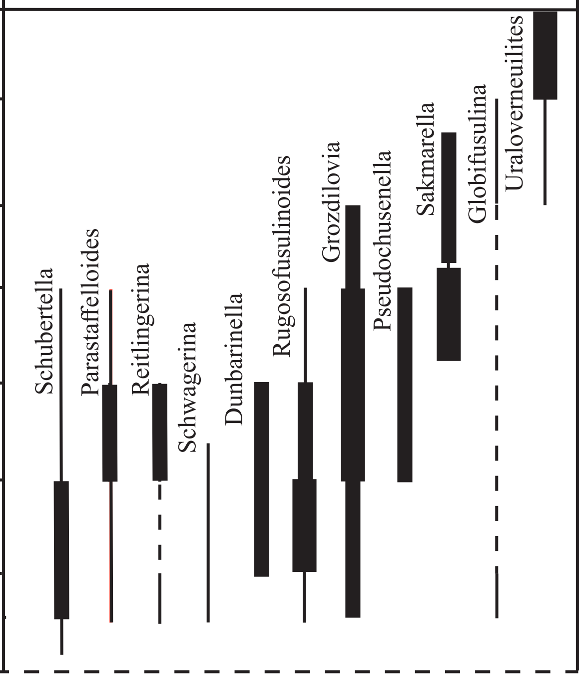
Таблица 1. Таксономический состав фузулинидовых сообществ, центральной части шихана Куштау и его восточного склона
Table 1. Taxonomic composition of local fusulinid communities confined to litho-stratigraphic units of the Kushtau shikhan in its central part and eastern slope

Fusulinida	Центральная часть Куштау								Восточный склон Куштау							
	Ассельский ярус				Сакмарский ярус				Ассельский ярус				Сакмарский ярус			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Schubertella sp.		+	+						+	+						
S. sphaerica Suleimanov		+	+									+				
S. paramelonica paramelonica Suleimanov		+									+	+				
S. paramelonica minor Suleimanov		+	+								+					
S. kingi exilis Suleimanov			+	+							+					
S. simplex ishimbajevica Suleimanov				+												
S. transitoria Suleimanov			+	+						+						
Fusiella *cylindrica* Suleimanov					+					+						
F. schubertellinoides Suleimanov					+	+	+									
F. excelsa Suleimanov						+	+									
Schwagerina sp.		+								+	+					
Sch. constans constans Scherbovich		+									+					
Sch. constans fixa Scherbovich		+														
Sphaeroschwagerina sp.			+													
Dunbarinella *gregaria* (Lee)		+								+						
D. ascedens (Rauser)		+	+							+						
Rugosofusulinoides sp.			+	+							+					
R. shaktauensis (Suleimanov)			+	+							+	+				
R. ex gr. *serrata* (Rauser)		+	+	+							+	+				
R. paramoderata (Suleimanov)			+													
R. paralatioralis (Suleimanov)			+													
R. intermedia (Suleimanov)			+													
R. shikhanensis (Suleimanov)			+	+												
Globifusulina *fecunda* (Shamov et Sherbovich)		+														
Gl. uralica (Krotow)						+	+									
Gl. parva (Rauser et Beljaev)						+	+									
Grozdilovia *sulcata* (Korzhenevskyi)		+	+	+	+	+				+	+	+	+	+		
G. ischimbajevi (Korzhenevskyi)				+	+							+	+	+		
G. declinata (Korzhenevskyi)						+										
G. decurta (Korzhenevskyi)			+	+	+	+										
G. bashkirica (Korzhenevskyi)					+	+										
G. composita (Korzhenevskyi)						+										
G. correcta (Korzhenevskyi)														+		
Pseudochusenella sp.				+												
Pseudoch. lutuginiformis (Rauser)				+	+								+	+		
Pseudoch. pointeli (Rauser)													+	+		
Sakmarella sp.					+								+			
S. moelleri (Schellwien)					+	+										
S. implicata (Schellwien)					+								+			
S. conspiqua (Rauser)													+			
S. mirabilis (Rauser)													+			
Uraloverneuilites sp.							+	+								
Uralov. verneuili (Moeller)							+	+						+	+	
Uralov. urdalensis urdalensis (Rauser)								+								
Uralov. urdalensis abreviata (Rauser)								+								
Uralov. urdalensis abnormis (Rauser)								+								
Parastaffelloides sp.		+	+	+		+						+				
Reitlingerina sp.		+		+												

Куштау разрез начинается пачкой 2 фузулинидо-во-полидетритовых известняков, с аналогичным сообществом фузулинид, в состав которого добавляются Globifusulina fecunda и Rugosofusulinoides ex gr. serrata зонального комплекса фузулинидовой зоны Schwagerina moelleri — Globifusulina fecunda холодноложского горизонта.

Шиханский горизонт. На Куштау представлен схожими литологическими разностями фузулинидовых известняков пачек 3 и 4. Характеризуется зональным комплексом фузулинидовой зоны Sphaeroschwagerina sphaerica — Globifusulina firma. В состав зонального комплекса входят Sphaeroschwagerina ex gr. sphaerica, Schwagerina constans, Dunbarinella ascedens, Pseudochusenella lutuginiformis, Grozdilovia sulcata, G. decurta, G. ischimbajevi, Rugosofusulinoides shaktauensis и другие виды этого рода. Учитывая преобразования в составе фузулинидовой фауны, выраженное в изменении соотношения транзитных видов из подстилающих отложений и впервые появившихся, массовости и частоте встречаемости отдельных видов, шиханский горизонт в центральной части горы Куштау отчетливо расчленяется на две части — нижнюю (пачка 3) с Rugosofusulinoides shaktauensis, Dunbarinella ascedens и верхнюю (пачка 4) с Pseudochusenella lutuginiformis, Grozdilovia ischimbajevi. Специфический комплекс с многочисленными и разнообразными в видовом отношении ругозофузулиноидесами, появившимися ранее дунбаринеллами и первыми единичными гроздиловиями характерен для нижней пачки 3, сложенной фузулинидово-полибиокластовыми известняками. В верхней части горизонта — в пач-

Региональная стратиграфическая схема нижнепермских отложений Урала (Стратиграфические схемы..., 1993)			Фузулинидовая схема дробного расчленения ассельского и сакмарского ярусов шихана Куштау		Распространение характерных родов фузулинид в ассельском и сакмарском ярусах шихана Куштау
ярус	горизонт	зона	Центральная часть Куштау	Восточный склон Куштау	
Сакмарский	стерлитамакский	Uraloverneuilites urdalensis	Пачка 8 с Uraloverneuilites urdalensis	отсутствует	
	тастубский	Uraloverneuilites verneuili	Пачка 7 с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica	Пачка 7 с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica	
		Sakmarella moelleri	Пачка 6 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia composita	Пачка 6 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia composita	
			Пачка 5 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia decurta	Пачка 5 с Sakmarella moelleri, Grozdilovia decurta	
Ассельский	шиханский	Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma	Пачка 4 с Grozdilovia ischimbajevi, Pseudochusenella lutuginiformis	Пачка 4 с Grozdilovia ischimbajevi, Pseudochusenella lutuginiformis	
			Пачка 3 с Rugosofusulinoides shaktauensis, Dunbarinella ascedens	Пачка 3 с Rugosofusulinoides shaktauensis, Dunbarinella ascedens	
	холодноложский	Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda	Пачка 2 с Schwagerina constans	Пачка 2 с Schwagerina constans Пачка 1 с редкими Schubertella sp.	



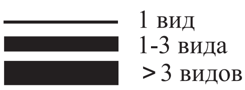


Рис. 2. Схема дробного биостратиграфического расчленения ассельского и сакмарского ярусов по фузулинидам в центральной части и на восточном склоне шихана Куштау и распространение характерных родов фузулинид в сводном разрезе шихана

Fig. 2. Scheme of detailed biostratigraphic subdivision of the Asselian and Sakmarian stages by fusulinids of the central part and the eastern slope of the Kushtau Shikhan and the distribution of characteristic fusulinid genera in the composite section of the Shikhan

ке 4, сложенной также фузулинидово-полибиокластовыми известняками, но содержащими прослои с обломками палеоаплизин, происходит смена доминантных родов сообщества. Преобладание в составе комплекса получают разнообразные виды рода Grozdilovia, а характерными маркерными видами этого сообщества становятся G. ischimbajevi и впервые появившийся Pseudochusenella lutuginiformis. На восточном склоне Куштау в шиханском горизонте отчетливо вычленяется пачка 3 со специфическим, преимущественно ругозофузулиноидесовым составом местного сообщества. Пачка 4, выделенная в центральной части шихана, на его восточном склоне менее представительна и отличается присутствием прослоев грейнстоунов, содержащих обломки и окатанные раковины штаффеллид — Reitlingerina sp., Parastaffelloides sp., что свидетельствует о неблагоприятных условиях существования фораминифер. Ранее, Д. М. Раузер-Черноусова и И. К. Королюк [1991] также отмечали следы обмеления, размыва и наличие перерыва в кровле шиханского горизонта на соседнем шихане Шахтау.

Сакмарский ярус. Тастубский горизонт. В пределах двух фузулинидовых зон горизонта обособляются три местных сообщества фузулинид. Нижнее сообщество — Sakmarella moelleri, Grozdilovia decurta — содержится в известняках, прослоями доломитизированных, пачки 5. Эта литостратиграфическая пачка сложена фузулинидовыми грейнстоунами с многочисленными колониальными кораллами. В состав ее местного сообщества входят виды рода Grozdilovia, преимущественно перешедшие из верхней части шиханского горизонта ассельского яруса. Наиболее типичным в этой части разреза является Grozdilovia decurta и другие виды группы G. sulcata, которым часто сопутствует G. ischimbajevi. Новый элемент сообщества — зональный вид нижней фузулинидовой зоны сакмарского яруса региональной стратиграфической схемы Урала Sakmarella moelleri. Выше залегает следующая литостратиграфическая пачка 6, сложенная фузулинидово-биокластовыми пакстоунами с криноидеями. Сообщество фузулинид менее разнообразное. Новый элемент — Grozdilovia composita становится характерным маркером этого сообщества. Стратиграфическое положение сообщества определяется присутствием Sakmarella moelleri на фоне продолжающих развитие Grozdilovia decurta и G. sulcata. Таксономический состав местных сообществ фузулинид пачек 5 и 6 характерен для зонального комплекса зоны Sakmarella moelleri тастубского горизонта сакмарского яруса региональной схемы Урала. Литостратиграфические пачки 5 и 6 четко прослеживаются в центральной части шихана, на восточном склоне их выделение затруднено.

Верхняя часть тастубского горизонта или зона Uraloverneuilites verneuili шихана Куштау характеризуется единым зональным комплексом фузулинид, приуроченным к фузулинидово-криноидно-мшанковым известнякам. Комплекс отличается заметным сокращением таксономического состава. Местный комплекс включает впервые появившиеся новые элементы, к которым относятся Uraloverneuilites verneuili, являющийся индекс-видом региональной фузулинидовой зоны верхней части тастубского горизонта, и виды группы *Globifusulina uralica — G. uralica, G. parva*. Помимо вышеуказанных новых, в комплексе сохраняются единичные представители рода Sakmarella, перешедшие из подстилающих отложений пачки 6. Местный комплекс характеризует литостратиграфическую пачку 7, выделенную в пределах верхней зоны Uraloverneuilites verneuili тастубского горизонта. Литостратиграфическая пачка 7 с местным фузулинидовым сообществом Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica четко прослеживается только в центральной части шихана.

На восточном склоне шихана верхняя часть тастубского горизонта — выше интервала пачки 5 — содержит смешанный состав сообществ, включающий виды, характерные как для зоны Sakmarella moelleri или литостратиграфических пачек 5 и 6, так и виды, распространенные выше в зоне Uraloverneuilites verneuili или литостратиграфической пачки 7. Последовательность появления маркерных видов тастубского горизонта в центральной части шихана и на его восточном склоне идентична.

Стерлитамакский горизонт. Завершает разрез шихана Куштау стерлитамакский горизонт сакмарского яруса, соответствующий зоне Uraloverneuilites urdalensis. Комплекс фузулинид пачки 8 приурочен к прослоям фузулинидово-криноидных известняков среди преобладающих мшанковых и мшанково-палеоаплизиновых разностей. Состав местного сообщества таксономически ограниченный. Включает Uraloverneuilites urdalensis с подвидами Uralov. urdalensis urdalensis, Uralov. urdalensis abnormis, представленных большим числом экземпляров. Стерлитамакский горизонт присутствует только в центральной части карбонатного массива.

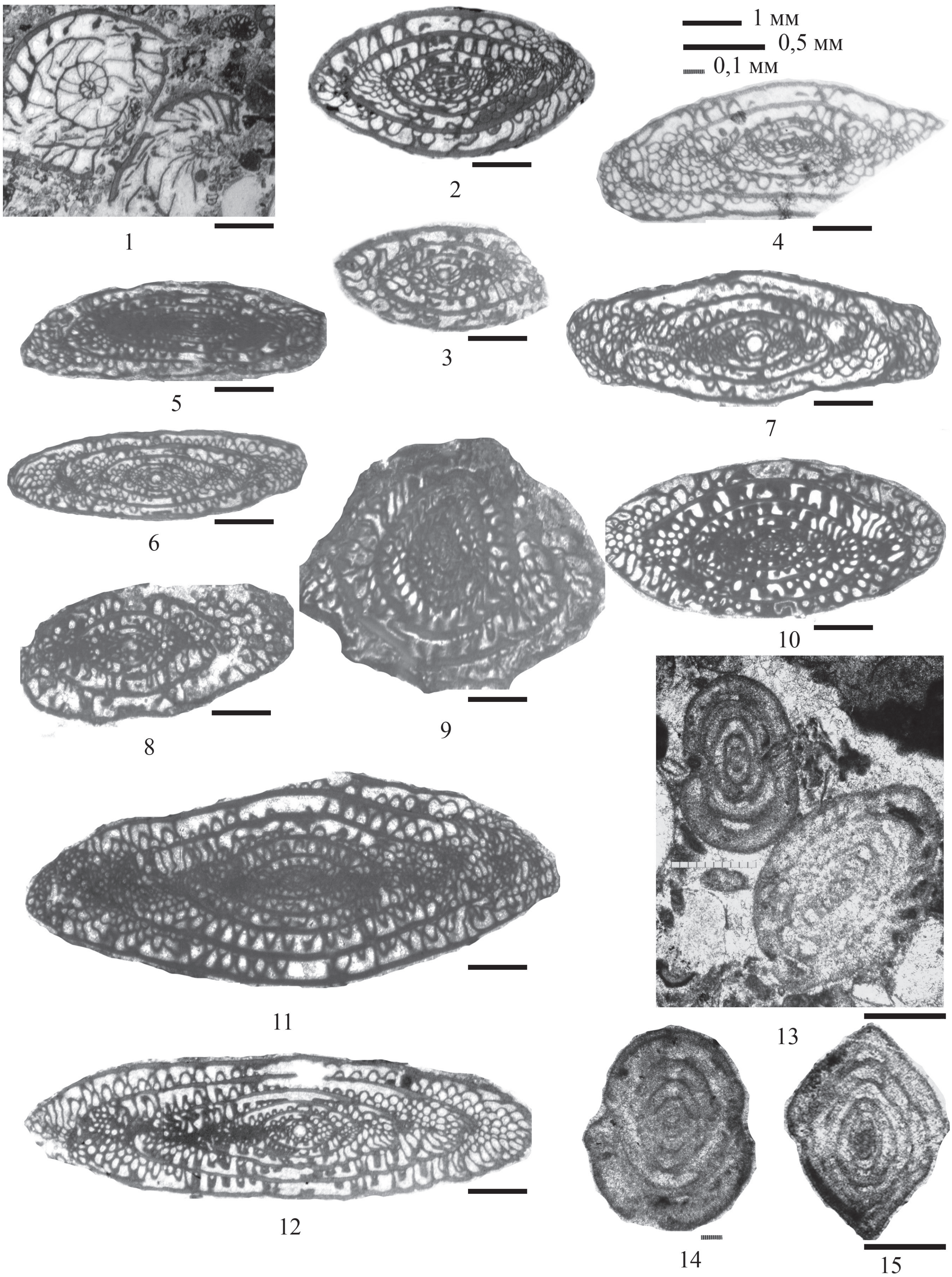

1 мм
0,5 мм
0,1 мм
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Рис. 3. Типичные таксоны местных фузулинидовых сообществ разреза Куштау

Условные обозначения: Масштабная линейка 1 мм для фиг. 1–12; масштабная линейка 0.5 мм для фиг. 13, 15; масштабная линейка 0.1 мм для фиг. 14.

1. Schwagerina sp., скв. 27, гл. 199,8 м, ассельский ярус, зона Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda холодноложского горизонта, литостратиграфическая пачка 2.
2. Globifusulina fecunda (Shamov et Scherbovich), скв. 27, гл. 199.8 м, ассельский ярус, зона Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda холодноложского горизонта, литостратиграфическая пачка 2.
3. Rugosofusulinoides shaktauensis (Suleimanov), скв. 21, гл. 222.0 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 3.
4. Rugosofusulinoides shikhanensis (Suleimanov), скв. 27, гл. 154.8 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 3.
5. Pseudochusenella lutuginiformis (Rauser), скв. 21, гл. 203.0 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.
6. Grozdilovia sulcata (Korzhenevskyi), скв. 21, гл. 203.0 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.
7. Grozdilovia declinata (Korzhenevskyi), скв. 21, гл. 203.0 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.
8. Grozdilovia decurta (Korzhenevskyi), скв. 21, гл. 177.4 м, сакмарский ярус, зона Sakmarella moelleri тастубского горизонта, литостратиграфическая пачка 5.
9. Globifusulina uralica (Krotow), скв. 21, гл. 103.2 м, сакмарский ярус, зона Sakmarella moelleri тастубского горизонта, литостратиграфическая пачка 7.
10. Uraloverneuilites urdalensis (Rauser), скв. 21, гл. 19.6 м, сакмарский ярус, зона Uraloverneuilites urdalensis стерлитамакского горизонта, литостратиграфическая пачка 8.
11. Sakmarella implicata (Schellwien), скв. 21, гл. 177.8 м, сакмарский ярус, зона Sakmarella moelleri тастубского горизонта, литостратиграфическая пачка 5.
12. Grozdilovia baschkirica (Korzhenevskyi), скв. 21, гл. 177.8 м, сакмарский ярус, зона Sakmarella moelleri тастубского горизонта, литостратиграфическая пачка 5.
13. Staffellida из прослоя параштаффеллового известняка, скв. 22, гл. 119 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.
14. Parastaffelloides ex gr. pseudosphaeroidea (Dutkevich), скв. 22, гл. 119 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.
15. Reitlingerina sp., скв. 22, гл. 119 м, ассельский ярус, зона Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma шиханского горизонта, литостратиграфическая пачка 4.

Fig. 3. Typical taxa of local fusulinid communities of the Kushtau section

Legend: Scale bar 1 mm for Figs. 1–12; scale bar 0.5 mm for Figs. 13, 15; scale bar 0.1 mm for Fig. 14

1. Schwagerina sp., borehole 27 Kushtau, depth 199.8 m, Asselian Stage, Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda Zone, Kholodnolozhian Horizon, Member 2.
2. Globifusulina fecunda (Shamov et Scherbovich), borehole 27 Kushtau, depth 199.8 m, Asselian Stage, Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda Zone, Kholodnolozhian Horizon, Member 2.
3. Rugosofusulinoides shaktauensis (Suleimanov), borehole 21 Kushtau, depth 222.0 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 3.
4. Rugosofusulinoides shikhanensis (Suleimanov), borehole 27 Kushtau, depth 154.8 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 3.
5. Pseudochusenella lutuginiformis (Rauser), borehole 21 Kushtau, depth 203.0 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.
6. Grozdilovia sulcata (Korzhenevskyi), borehole 21 Kushtau, depth 203.0 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.
7. Grozdilovia declinata (Korzhenevskyi), borehole 21 Kushtau, depth 203.0 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.
8. Grozdilovia decurta (Korzhenevskyi), borehole 21 Kushtau, depth 177.4 m, Sakmarian Stage, Sakmarella moelleri Zone, Tastubian Horizon, Member 5.
9. Globifusulina uralica (Krotow), borehole 21 Kushtau, depth 103.2 m, Sakmarian Stage, Sakmarella moelleri Zone, Tastubian Horizon, Member 7.
10. Uraloverneuilites urdalensis (Rauser), borehole 21 Kushtau, depth 19.6 m, Sakmarian Stage, Uraloverneuilites urdalensis Zone, Sterlitamakian Horizon, Member 8.
11. Sakmarella implicata (Schellwien), borehole 21 Kushtau, depth 177.8 m, Sakmarian Stage, Sakmarella moelleri Zone, Tastubian Horizon, Member 5.
12. Grozdilovia baschkirica (Korzhenevskyi), borehole 21 Kushtau, depth 177.8 m, сакмарский ярус Sakmarella moelleri Zone, Tastubian Horizon, Member 5.
13. Staffellida from Parastaffelic limestone interbed, borehole 22 Kushtau, depth 119 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.
14. Parastaffelloides ex gr. pseudosphaeroidea (Dutkevich), borehole 22 Kushtau, depth 119 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.
15. Reitlingerina sp., borehole 22 Kushtau, depth 119 m, Asselian Stage, Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma Zone, Shikhanian Horizon, Member 4.

Особенности таксономического состава местных сообществ фораминиферовой биоты в связи с условиями осадконакопления

Комплексное изучение распространения фораминифер (фузулинид и мелких фораминифер) и изменения литологии показало, что таксономический состав местных сообществ варьирует в связи с изменениями условий обитания. Вариации проявляются в изменении видового и родового разнообразия состава, а также в количественных соотношениях видов и родов фораминифер. Изменение таксономического состава местных сообществ в пределах общепринятых фузулинидовых зон, обусловленное изменениями внешней среды, заметно проявляется как среди фузулинид, так и широко распространенных наряду с фузулинидами мелких фораминифер. Одним из факторов, определяющих своеобразие таксономического состава сообществ, является гидрологический режим. Смена сообществ согласуется с одновременными изменениями литологии разреза, вызванными резкими колебаниями гидрологического режима бассейна осадконакопления и, соответственно, условиями обитания.

Проведенный ранее анализ условий формирования слагающих шихан Куштау комплексов пород [Горожанина и др., 2025] показал, что в течении ассельского века происходила смена биогермных фаций тиховодной зоны шельфа с формированием мшанковых и тубифитесовых биогермов, фациями подвижного мелководья к концу ассельского века с формированием зернистых карбонатных песков, сложенных преимущественно раковинами фузулинид с тубифитесами, криноидеями, обломками палеоаплизин и другой биокластикой. Смена биогермных фаций тиховодной зоны шельфа фациями подвижного мелководья к концу ассельского века наиболее резко влияет на характер местных сообществ фораминифер в нижней части разреза на восточном склоне шихана Куштау. Самая нижняя часть холодноложского горизонта на восточном склоне сложена мшанковыми известняками и не содержат фузулинид, за исключением редких и единичных Schubertella sp., мелкие фораминиферы редки, представлены единичными представителями родов и семейств Tetrataxis, Bradyina, Globivalvulina, Geinitzina, Lasiodiscidae.

Верхи холодноложского горизонта формируют фузулинидово-тубифитесовые и фузулинидово-криноидные известняки с местным сообществом фузулинид, в котором массово присутствуют швагерины (рис. 3, фиг. 1) и более редкие вздуто-веретеновидные глобифузулины (см. рис. 3, фиг. 2) пачки 2. Фораминиферовая биота тиховодной зоны шельфа помимо фузулинид включает значительное количество мелких фораминифер. Среди последних характерны Nodosinelloides grandis (Lipina), Postmonotaxinoides horridus (Lipina) и Bradyinelloides crassaformis (Morozova).

В фациях подвижного мелководья шиханского горизонта, представленных зернистыми карбонатными песками, состоящими из обломков различной биокластики и раковин фузулинид, основную массу составляли ругозофузулиноидесы (см. рис. 2, рис. 3, фиг. 3, 4) и гроздиловии группы sulcata (см. рис. 3, фиг. 6–8). В центральной части шихана Куштау фузулинидовые сообщества, установленные в известняках шиханского горизонта, отличаются относительно высоким видовым разнообразием.

Среди мелких фораминифер шиханского горизонта в фациях подвижного мелководья также наблюдается резкое увеличение видового разнообразия. Появляются многочисленные виды родов Bradyinelloides и Bradyina, вид Postmonotaxinoides costiferus (Lipina), а также характерные только для шиханского горизонта — Cribrogenerina major (Morozova) и Bradyina dublipora Morozova. В пачке 3 присутствует Geinitzina multicamerata Lipina, Pseudoglomospira ex gr. insigna (Konovalova), а в 4 пачке появляются Pseudoglomospira insigna (Konovalova), Hemigordius compressa (Lipina).

К концу ассельского века условия обитания фузулинид меняются. Показателем ухудшения условий существования фузулинидовой фауны является массовое присутствие Parastaffelloides sp. и Reitlingerina sp. (см. рис. 3, фиг. 13–15) в кровле шиханского горизонта на восточном склоне. В центральной части эти изменения условий существования фузулинид приводят к сокращению как видового разнообразия, так и численности популяции ранее массовых ругозофузулиноидесов и вытеснению их гроздиловиями и псевдочусенеллами (см. рис. 3, фиг. 5). В результате наблюдается последовательная сменяемость двух местных сообществ: раннешиханского с Rugosofusulinoides shaktauensis, Dunbarinella ascedens на позднешиханское с Grozdilovia ischimbajevi, Pseudochusenella lutuginiformis. Таким образом, в ассельском ярусе как в центральной части, так и на восточном склоне шихана Куштау, начиная с литостратиграфической пачки 2 и до пачки 4 включительно, одновременно фиксируется последовательная постепенная смена местных сообществ.

Установленная последовательность местных сообществ фораминифер служит основой для детализации расчленения шиханского горизонта ассельского яруса на две части в пределах зоны Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma.

На рубеже ассельского и сакмарского веков при некотором обмелении шельфа и сохранении активной волновой гидродинамики получают распространение зернистые полибиокластовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны) и фузулинидовые пески. В центральной части и на восточном склоне тастубский горизонт сакмарского яруса характеризуется разнообразным в систематическом отношении составом фузулинидового сообщества, которое ассоциируется с массовыми колониальными кораллами. В низах тастубского горизонта полностью исчезают ругозофузулиноидесы. Основную биомассу фузулинидовых ассоциаций аккумулируют виды рода Sakmarella (см. рис. 3, фиг. 11) и рода Grozdilovia (см. рис. 3, фиг. 12). В результате, в пределах зоны Sakmarella moelleri, формируется последовательность двух местных сообществ, приуроченных к различным литофациальным типам известняков пачек 5 и 6, вскрытых скважинами в центральной части шихана. Мелкие фораминиферы в пределах фузулинидовой зоны Sakmarella moelleri представлены единым таксономическим составом, включающим все виды брэдиинид, псевдогломоспир и лазиодисцид, перешедших из шиханского горизонта, а также виды — Climacammina rara (Konovalova), Lateenoglobivalvulina pergrata (Konovalova), Pseudoglomospira aquilonaris (Konovalova), Geinitzina magna Lipina, новые Geinitzina и частые Endothyra sp. Верхняя часть зоны отличается обеднением разнообразия мелких фораминифер.

В верхней части тастубского горизонта в пределах зоны Uraloverneuilites verneuili, формируется местное сообщество фузулинид с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica (см. рис. 3, фиг. 9), в составе которого участвуют также и виды рода Sakmarella. Это сообщество приурочено к криноидно-фузулинидовым известнякам с обломками кораллов литостратиграфической пачки 7 центральной части шихана. Комплекс мелких фораминифер содержит транзитные виды Postmonotaxinoides costiferus и Endothyra sp. и редкие Geinitzina magna. Отмечается появление Pseudoglomospira ovalis и Climacammina vissarionovae. На восточном склоне к зоне Uraloverneuilites vernuili предположительно относится интервал разреза со смешенным или переходным комплексом фузулинид, включающим виды как зоны Sakmarella moelleri, так и зоны Uraloverneuilites verneuili. Комплекс мелких фораминифер в пределах зоны Uraloverneuilites verneuili редуцирован по сравнению с предыдущим, содержит транзитные виды Postmonotaxinoides costiferus и Endothyra sp. и редкие Geinitzina magna. Отличается появлением Pseudoglomospira ovalis (Konovalova) и Climacammina vissarionovae Morozova.

Верхняя часть разреза Куштау — стерлитамакский горизонт представлен тубифитесово-мшанковой ассоциацией с палеоаплизинами, формировавшимися в тиховодных условиях. Среди мшанковых и палеоаплизиновых биогермных известняков в редких прослоях фузулинидово-криноидных разностях содержится обедненное местное сообщество с Uraloverneuilites urdalensis (см. рис. 3, фиг. 10) литостратиграфической пачки 8, вскрытой скважинами только в центральной части шихана. Мелкие фораминиферы представлены более разнообразно и являются доминантой фораминиферовой биоты. В состав сообщества входят как сакмарские виды Postmonotaxinoides grandis (Lipina), Bradyinelloides grandiosa (Konovalova) и Lateenoglobivalvulina arguta (Konovalova), так и виды более широкого стратиграфического распространения такие, как сакмарско-артинские Bradyinelloides major, Bradyina lucida Morozova. Дополняют состав комплекса разнообразные Nodosinelloides и Geinitzina. Специфический состав фораминиферовой биоты может служить маркером стерлитамакских отложений, формировавшихся в тиховодных условиях, и представленных тубифитово-мшанковой ассоциацией с палеоаплизинами. На восточном склоне отложения стерлитамакского горизонта отсутствуют, что объясняется наклоном слоев на северо-запад и дальнейшей неравномерной эрозией [Горожанина и др., 2025].

Заключение

Проведенные исследования вертикального и латерального распространения фораминифер шихана Куштау, служат основой для детального биостратиграфического расчленения этого разреза. В результате комплексного изучения фораминифер и литологии выявлена закономерная последовательность в смене восьми местных фузулинидовых сообщества, приуроченных к различным литофациальным типам известняков. Таксономический состав местных сообществ менялся в связи с изменениями условий обитания, что проявлялось в изменении количественных соотношений видов и родов фораминифер по отношению к изменениям литологии.

С учетом полученных результатов, предлагается схема биостратиграфического расчленения нижнепермских отложений шихана Куштау, детализирующая расчленение шиханского горизонта ассельского яруса и тастубского горизонта сакмарского яруса. Последовательность в смене местных сообществ фораминифер шиханского горизонта с Rugosofusulinoides shaktauensis, Dunbarinella ascedens на сообщество с Grozdilovia ischimbajevi, Pseudochusenella lutuginiformis служит основой для детализации расчленения этого горизонта в пределах зоны Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma на две части. Ряд последовательно сменяющих друг друга местных сообществ, снизу-вверх — с Sakmarella moelleri, Grozdilovia decurta, с Sakmarella moelleri, Grozdilovia composita и с Uraloverneuilites verneuili, Globifusulina uralica представляет основу для расчленения тастубского горизонта сакмарского яруса на три части в пределах двух зон Sakmarella moelleri и Uraloverneuilites verneuili.

Установленная последовательность фузулинидовых сообществ выдерживается по всей площади шихана в центральной части. На его восточном склоне аналогичная стратиграфическая последовательность фузулинидовых сообществ четко выдерживается в пределах обеих общепринятых зон ассельского яруса (Schwagerina moelleri-Globifusulina fecunda и Sphaeroschwagerina sphaerica-Globifusulina firma), а также в пределах нижней зоны сакмарского яруса — зоны Sakmarella moelleri. Выше выделение литостратиграфических пачек, содержащих последовательность местных сообществ тастубского горизонта сакмарского яруса, намечено, в некоторой степени условно. Состав фузулинидовых сообществ имеет смешанный характер, но последовательности появления маркерных видов в центральной части шихана и на его восточном склоне аналогичны.

Результаты комплексного изучения литологии и стратиграфического распространения фораминифер подтверждают параллельность стратиграфических границ и пластовое строение шихана Куштау, что сопоставимо с ранее известными данными по шихану Шахтау [Королюк, 1985], а также данными бурения погруженных карбонатных массивов Ишимбайской группы [Раузер-Черноусова, 1950].

Список литературы

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

Геологический вестник. 2023. №2. С. 1–194. DOI: 10.31084/2619–0087/2023–2

Горожанина Е.И., Горожанин В.М. Геопарк «Торатау»: памятники природы пермские карбонатные массивы Тратау, Шахтау, Куштау, Юрактау // Геологический вестник. 2019. №3. С. 161–170. DOI: 10.31084/2619–0087/2019-3-6

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Исакова Т.Н., Филимонова Т.В., Сагдеева Н.С., Семенов Р.Е. Новые данные о рифовом массиве Куштау, Южное Приуралье: биостратиграфия и литофации // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2025. Т. 33. №5. С. 37–71.

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

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

Королюк Е.В., Раузер-Черноусова Д.М. Ассельские и сакмарские брэдиины (фораминиферы) из биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1977. Выпуск 20. С. 126–141.

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

Королюк И.К., Сидоров А.Д. Строматолиты нижнепермского биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Докл. АН СССР. 1973. Т. 208, №4. С. 920–923.

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

Раузер-Черноусова Д.М. Фации верхнекаменноугольных и артинских отложений Стерлитамакско-Ишимбайского Приуралья (на основе изучения фузулинид) // Труды ИГН АН СССР. Вып. 119. Геол. серия. 1950. №43. С. 1–109.

Раузер-Черноусова Д.М., Королюк И.К. Стерлитамакские шиханы — раннепермские рифы // Международный конгресс «Пермская система Земного шара». Путеводитель геологических экскурсий. Ч. II. Южноуральская экскурсия. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1991. С. 47–71.

Сагдеева Н.С. Основные типы известняков горы Куштау // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. Сборник статей всероссийской молодёжной конференции. М.: Издательство «Перо», 2022. С. 107–109. [Электронное издание]. http://ig-.ufaras.ru/File/10Yconf2022/Sbornik%202022. pdf (дата обращения: 22.07.2025)

Семенов Р.Е. Остракоды из ассельских (нижнепермских) отложений горы Куштау // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей XII Всероссийской молодёжной конференции, посвященной памяти член-корреспондента РАН В.Н. Пучкова г. Уфа, 23–27 сентября, 2024 г. М. Издательство «Перо», 2024. С. 60–63. [Электронное издание]. http://ig.ufaras.ru/File/12Yconf2024/Sbornik_2024.pdf (дата обращения: 22.07.2025)

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: УрО РАН, 1993. 151 л. схем.

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

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

Шамов Д.Ф., Камалетдинов М.А. Нижнепермские рифовые массивы Башкирского Приуралья // Ископаемые рифы и методика их изучения. Труды третьей палеоэколого-литологической сессии. Свердловск: ИГГ УФАН СССР, 1968. С. 147–156.

References

Antoshkina A.I. (2003) Reef formation in the Paleozoic (North of the Ural and adjacent regions). Ekaterinburg: Ural Branch of Russian Academy of Sciences. 303 p. (In Russian).

Geologicheskii vestnik (2023). (2), 1–194. DOI: 10.31084/2619–0087/2023–2

Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M. (2019) "Toratau" Geopark: natural monuments — Permian carbonate massifs of Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau. Geologicheskii vestnik. (3), 161–170. DOI: 10.31084/2619–0087/2019-3-11 (In Russian).

Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Isakova T.N., Filimonova T.V., Sagdeeva N.S., Semenov N.S. (2025) New Data on the Lower Permian Kushtau Reef Massif, South Cis-Urals: Biostratigraphy and Lithofacies // Stratigraphy and Geological Correlation. 33 (5).561–590.

Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Sagdeeva N.S. (2023) Lithofacies features of the Lower Permian limestones of the Sterlitamak shikhans. Geologicheskii vestnik. (2), 4–25. DOI: 10.31084/2619–0087/2023-2-1 (In Russian).

Isakova T.N., Kulagina E.I., Filimonova T.V. (2020) Early Permian foraminiferal biota of the Shakhtau reef massif and its connections with the biota of the Tethyan and Arctic regions. Geologicheskii vestnik. (1), 3–12. DOI: 10.31084/2619–0087/2020-2-1 (In Russian).

Korolyuk E.V., Rauser-Chernousova D.M. (1977) Asselian and Sakmarian Bradyina (foraminifers) from the Shakhtau bioherm massif (Bashkiria). Voprosy micropaleontologii. 20, 126–141. (In Russian).

Korolyuk I.K. (1985) Methods and results of studying of the Permian massif Shakhtau. Nauka Publ. Moscow. 110 p. (In Russian).

Korolyuk I.K., Sidorov A.D. (1973) Stromatolites of the Lower Permian biohermic massif Shakhtau (Bashkiria). Doklady Earth Sciences Academy of Sciences of the USSR. 208 (4), 920–923. (In Russian).

Kulagina E.I., Skuin I.A., Kossovaya O.L. (2015) Permian reef Shakhtau. Belaya Reka, Ufa. 70 p. (In Russian).

Rauser-Chernousova D.M. (1950) Facies of Upper Carboniferous and Artinskian deposits of the Sterlitamak-Ishimbay Cis-Urals (based on the study of fusulinids). Proceedings of the IGS USSR Academy of Sciences. Issue 119. Geological series. (43), 1–109. (In Russian).

Rauser-Chernousova D.M., Korolyuk I.K. (1991) Sterlitamak shikhans — early Permian reefs. International congress "Permian system of the globe". Guide to geological excursions. Part II. The Southern Urals excursion. Sverdlovsk: Uralian Branch RAS. 47–71. (In Russian).

Sagdeeva N.S. (2022) The main types of limestones of Mount Kushtau. Geology, geoecology, and the resource potential of the Urals and adjacent territories. Collection of articles of the All-Russian Youth Conference. Moscow: «Pero» Publ., 107–109. [Electronic edition]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://ig.ufaras.ru/File/10Yconf2022/Sbornik%202022. pdf (In Russian).

Semenov R.E. (2024) Ostracods from the Asselian (Lower Permian) sediments of Mount Kushtau. Geology, geoecology and the resource potential of the Urals and adjacent territories: A collection of articles of the XII All-Russian Youth Conference dedicated to the memory of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences V.N. Puchkov Ufa, September 23–27, 2024. Moscow: «Pero» Publishing House. 60–63, 8,4 Mb. [Electronic edition]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://ig.ufaras.ru/File/12Yconf2024/Sbornik_2024. pdf (In Russian).

Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). (1993) Yekaterinburg: Uralian Branch of RAS. 151 lists of schemes. (In Russian).

Chuvashov B.I., Gareyev E.Z. (2014) Geological characteristics of reef massifs of the Sterlitamak group // Unique natural monuments — shikhans Tratau and Yuraktau. Edited by A.I. Melentyev, V.B. Martynenko. Ufa: Gilem, Bashkir. encyclopedia. 5–24.

Chuvashov B.I., Prust ZH-N., Buasso T., Vennan Ye., Chernykh V.V. (1996) On the history of the formation of the Sterlitamak shikhans (Early Permian reef massifs of the Southern Cis-Urals). Yearbook-1995/Institute of Geology and Geochemistry named after Academician A.N. Zavaritsky. Information collection of scientific papers. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 25–34.

Shamov D.F., Kamaletdinov M.A. (1968) Permian reef massifs of the Bashkir Urals. Fossil reefs and methods of their study. Proceedings of the third paleoecological and lithological session. Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Branch of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk. 147–156.

Сведения об авторах:

Исакова Татьяна Николаевна, кандидат геол.-мин. наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН), г. Москва, Россия, isakova@ginras.ru

Филимонова Татьяна Валериевна, кандидат геол.-мин. наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН), г. Москва, Россия, filimonova@ginras.ru

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

About the authors:

Isakova Tatiana Nikolaevna, candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Geological Institute of the Russian Academy of Sciences (GIN RAS), Moscow, Russia, isakova@ginras.ru

Filimonova Tatiana Valerievna, candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Geological Institute of the Russian Academy of Sciences (GIN RAS), Moscow, Russia, filimonova@ginras.ru

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

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
The authors contributed equally to this article.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.07.2025; одобрена после рецензирования 18.08.2025; принята к публикации 15.10.2025

The article was submitted 16.07.2025; approved after reviewing 18.08.2025; accepted for publication 15.10.2025