ISSN 0869-592X

Том 32, Номер 6 Ноябрь - Декабрь 2024

# СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

НАУКА
1727

# СОДЕРЖАНИЕ

**Том 32, номер 6, 2024**

Средний ордовик Горного Алтая: лито-биостратиграфия, фаунистические сообщества и положение границ региональных подразделений
*Н. В. Сенников, Е. В. Лыкова, О. Т. Обут, Н. Г. Изох, Т. А. Щербаненко, А. В. Тимохин* 3

Волжский ярус верхней юры и рязанский ярус нижнего мела Панбореальной биогеографической надобласти
*М. А. Рогов, В. А. Захаров, Е. Б. Пещевицкая, В. С. Вишневская, Н. Г. Зверьков, Е. Ю. Барабошкин* 30

Таксономический состав комплекса готеривских мшанок района села Гуниб, Дагестан
*А. В. Коромыслова, Ю. О. Гаврилов* 74

О генезисе четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны Горного Алтая и целесообразности выделения катафлювиального генетического типа
*Д. А. Застрожнов, А. С. Застрожнов, В. С. Зыкин, С. И. Ларин, Л. Е. Пестова, В. С. Зыкина, С. Е. Голованов* 101

# CONTENT

**Vol. 32. No. 6. 2024**

Middle Ordovician of the Gorny Altai: Litho-Biostratigraphy and Justification of Regional Units Boundaries
*N. V. Sennikov, E. V. Lykova, O. T. Obut, N. G. Izokh, T. A. Shcherbanenko, A. V. Timokhin* 3

Volgian Stage of the Upper Jurassic and Ryazanian Stage of the Lower Cretaceous of the Panboreal Biogeographic Superrealm
*M. A. Rogov, V. A. Zakharov, E. B. Pestchevitskaya, V. S. Vishnevskaya, N. G. Zverkov, E. Yu. Baraboshkin* 30

Taxonomic Composition of the Hauterivian Bryozoan Assemblage in the Environs of Gunib Village (Dagestan)
*A. V. Koromyslova, Yu.O. Gavrilov* 74

On the Genesis of Quaternary Deposits in the Yaloman-Katun Zone of the Altai Mountains and the Practicability of Introducing the Catafluvial Genetic Type
*D. A. Zastrozhnov, A. S. Zastrozhnov, V. S. Zykin, S. I. Larin, L. E. Pestova, V. S. Zykina, S. E. Golovanov* 101

*СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2024, том 32, № 6, с. 3–29*

*УДК 551.733(571.1)*

# СРЕДНИЙ ОРДОВИК ГОРНОГО АЛТАЯ: ЛИТО-БИОСТРАТИГРАФИЯ, ФАУНИСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА И ПОЛОЖЕНИЕ ГРАНИЦ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

**© 2024 г. Н. В. Сенников*, Е. В. Лыкова, О. Т. Обут, Н. Г. Изох, Т. А. Щербаненко, А. В. Тимохин**

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск*

**e-mail: sennikovnv@ipgg.sbras.ru*

Поступила в редакцию 31.01.2024 г.
После доработки 10.04.2024 г.
Принята к публикации 18.04.2024 г.

Получены новые палеонтологические и биостратиграфические данные по серии разрезов среднего ордовика Горного Алтая в Чарышско-Инской и Уйменско-Лебедской структурно-фациальных зонах региона. Детально рассмотрены куйбышевский и костинский горизонты. В рамках граптолитовой зональной последовательности определен полный стратиграфический объем куйбышевского горизонта, включающего зоны: 1) sinodentatus/Cardiograptus/Oncograptus, sinodentatus, 2) austrodentatus, 3) dentatus; а также костинского региостратона, включающего зону lentus/balhaschensis/kirgisicus. Для костинского горизонта в разрезе Батун выделены слои с конодонтами Eoplacognathus pseudoplanus, а в разрезе Бараний-1 одновозрастные слои с конодонтами Semiacontiodus asymmetricus–Parapanderodus striatus. Впервые в стратотипе куйбышевского горизонта (разрез Маралиха) в воскресенской свите найден и определен комплекс брахиопод.

*Ключевые слова*: средний ордовик, граптолиты, брахиоподы, конодонты, трилобиты, региональные горизонты, биостратиграфия, Горный Алтай

**DOI:** 10.31857/S0869592X24060016, **EDN:** VZOCHK

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем совершенствования региональных стратиграфических шкал для отдельных систем палеозоя складчатых областей является поиск компромиссных соотношений двух потенциалов выделяемых горизонтов для осуществления последующих самостоятельных стратиграфических процедур: для внутрирегиональной корреляции разрезов, с одной стороны, и для возможной точной их синхронизации с ярусными подразделениями Общей стратиграфической шкалы, с другой. Для первой процедуры, как правило, используются данные по широко распространенным бентосным сообществам, а для второй – сведения по реже встречающимся пелагическим организмам.

Целью настоящей работы является детальное биостратиграфическое обоснование последовательности среднеордовикских горизонтов Горного Алтая и определение точного зонального положения их границ по граптолитам и конодонтам. До настоящего времени внутрирегиональный (коррелятивный) потенциал куйбышевского горизонта и глобальный (хроно) потенциал костинского горизонта, по сравнению с другими горизонтами ордовика западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО), не были полностью оценены. Для достижения такой цели были поставлены следующие задачи: 1) пересмотр стратотипических и опорных разрезов куйбышевского и костинского горизонтов с детализацией их строения и сбором дополнительных коллекций фаунистических остатков; 2) анализ распространения всего комплекса органических остатков (брахиоподы, трилобиты, граптолиты, конодонты) по ключевым разрезам; 3) детализация ранее известной среднеордовикской граптолитовой шкалы Горного Алтая этого интервала (Сенников, 1996). Последняя задача была продиктована тем, что при выделении в Международной стратиграфической шкале ордовика в качестве маркера нижней границы дарривильского яруса

вида Levisograptus austrodentatus (Harris et Keble) (Mitchell et al., 1997) было установлено, что там, где ранее предполагалась упрощенная последовательность граптолитовых зон, такая как gibberulus–hirundo–artus (= “bifidus”), в различных странах выделяются такие сменяющие друг друга снизу вверх стратиграфически зоны, как Isograptus victoria–Isograptus gibberulus (с подзонами или самостоятельными зонами Isograptus maximus и Isograptus maximo-divergens)–Oncograptus upsilon–Cardiograptus morsus–Levisograptus austrodentatus (или аналог Aulograptus cucullus)–Levisograptus dentatus (или аналог Levisograptus intersitus) (Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012; Gradstein et al., 2020).

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РЕГИОНА И РАЙОНИРОВАНИЕ ОРДОВИКСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Горный Алтай является одним из крупных геологических регионов, входящих в состав Алтае-Саянской складчатой области. Эта мозаично-блоковая структура Центрально-Азиатского складчатого пояса включает в себя ряд геологических регионов, отграниченных друг от друга крупнейшими сдвиговыми тектоническими зонами. Современная структура АССО сформировалась в результате последовательного причленения к Сибирскому континенту (кратону) в позднем палеозое и мезозое разновозрастных орогенных поясов (Добрецов, 2003; Буслов, 2011). В строении отдельных геологических регионов АССО широко участвуют морские осадочные образования всех трех отделов ордовика.

Среднеордовикские осадочные образования на Горном Алтае вскрываются в нескольких крупных структурно-фациальных зонах (СФЗ) – Чарышско-Инской, Ануйско-Чуйской и Уйменско-Лебедской (Сенников и др., 2018) (рис. 1, 2). В результате многолетних работ было установлено, что в объединенной (“укрупненной”) Чарышско-Чуйской (Чарышско-Инская + Ануйско-Чуйская) СФЗ к среднему ордовику относятся морские отложения средней и верхней частей воскресенской свиты и нижняя половина бугрышихинской свиты, представленных одним набором терригенных и терригенно-карбонатных пород. Граница между этими двумя свитами проводится в середине дарривильского яруса (Сенников и др., 2009, 2014, 2018). Ключевые для биостратиграфии разрезы среднего ордовика со стратотипами свит и горизонтов расположены в Чарышско-Инской СФЗ, а в Ануйско-Чуйской СФЗ разрезы слабо палеонтологически охарактеризованы и требуют дальнейшего изучения.

В Уйменско-Лебедской СФЗ среднеордовикские отложения представлены другим набором местных подразделений – верхней половиной тулойской свиты и карасинской свитой, сложенных исключительно терригенными образованиями. Граница между тулойской и карасинской свитами проходит на уровне верхов дапинского яруса (Сенников и др., 2017, 2018).

Чарышско-Чуйская и Уйменско-Лебедская среднеордовикские акватории отличались друг от друга фациальными обстановками осадконакопления, иными стратиграфическими уровнями смены режимов седиментации (положение границ местных стратонов), а также видовым, редко родовым составом трилобитов, брахиопод, граптолитов (Сенников и др., 2017, 2018). Масштаб таких отличий указанных палеоакваторий позволяет предполагать, что это были части двух морских бассейнов, имевших открытые пути для постоянных миграций между ними фаунистических сообществ. Это позволяло на основе лито- и биостратиграфического анализа успешно объединять отложения ордовика Чарышско-Чуйской и Уйменско-Лебедской СФЗ по латерали в единые горизонты. Такие широко используемые в практике региональных работ горизонты служили основой для разных поколений Унифицированной стратиграфической схемы ордовика западной части АССО (1964, 1979, 2012 гг.) (Гинцингер, Сенников, 1967; Решения..., 1983; Сенников и др., 2018).

При геодинамических реконструкциях (Добрецов, 2003; Буслов, 2011) объединенную Чарышско-Чуйскую СФЗ рассматривают как Ануйско-Чуйский окраинно-морской прогиб Горно-Алтайского террейна, а Уйменско-Лебедскую СФЗ считают самостоятельным Уйменско-Лебедским террейном. Так как в этих двух районах Горного Алтая (Чарышско-Чуйская и Уйменско-Лебедская СФЗ) при внутрирегиональных корреляциях используется один набор горизонтов (см. выше), то нет необходимости в создании отдельных стратиграфических схем ордовика для двух алтайских субрегионов, которыми могли бы быть Чарышско-Чуйская и Уйменско-Лебедская палеоакватории.

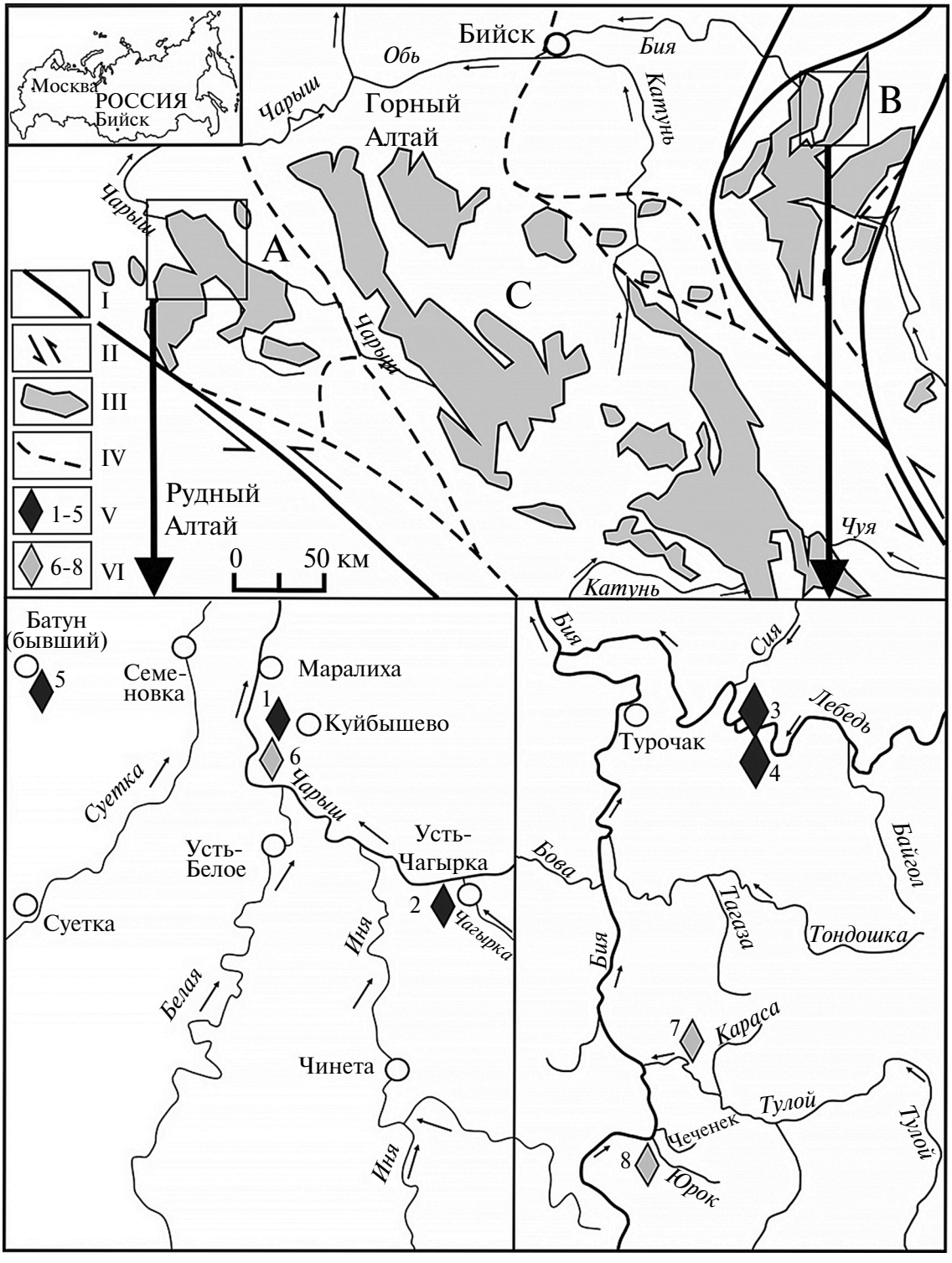


**Рис. 1.** Месторасположение изученных разрезов на карте полей выходов ордовика в регионе.
I – глубинные разломы, ограничения крупнейших региональных блоков; II – зоны главных сдвигов; III – поля выходов ордовика; IV – границы между структурно-фациальными зонами (СФЗ) (А – Чарышско-Инская, В – Уйменско-Лебедская, С – Ануйско-Чуйская СФЗ); V – разрезы с новыми (2020-2023 гг.) и переинтерпретированными данными, рассматриваемые в настоящей работе: 1 – Маралиха, 2 – Бараний-1, 3 – Лебедь-Стретинка, 4 – Придорожный, 5 – Батун; VI – разрезы, сведения по которым опубликованы авторами ранее: 6 – Пичужиха, 7 – Тулой, 8 – Юрок.

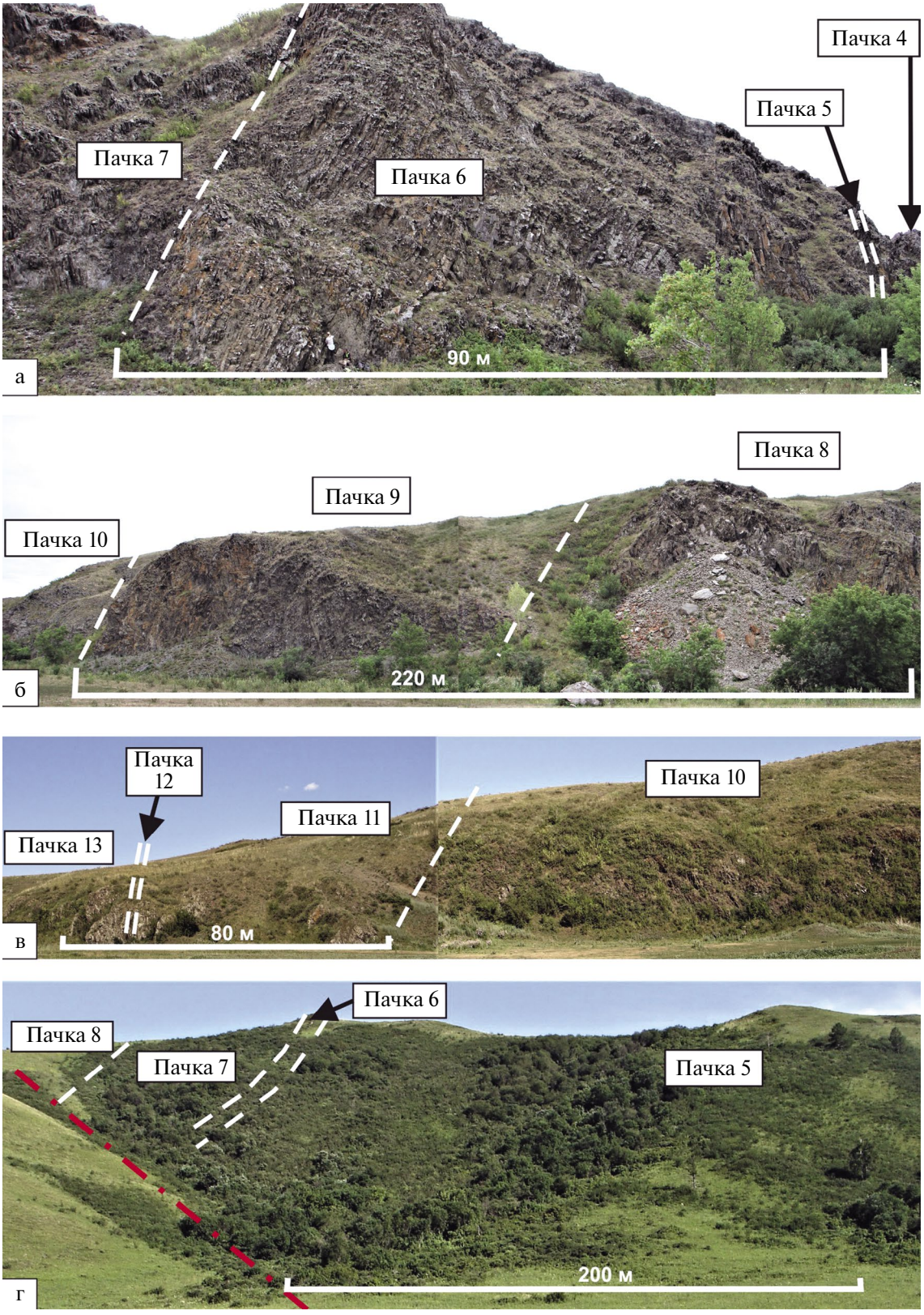


**Рис. 2.** Панорама разрезов Маралиха (стратотип куйбышевского горизонта) и Бараний-1 (стратотип воскресенской свиты и гипостратотип костинского горизонта).
а–в – разрез Маралиха: а – нижняя часть, б – средняя часть, в – верхняя часть; г – разрез Бараний-1 (средняя и верхняя части).

## МАТЕРИАЛ

Проведены лито- и биостратиграфические исследования в северо-западной и северо-восточной частях Горного Алтая – соответственно в Чарышско-Инской (включая ее небольшой блок, именуемый Локтевско-Батунским) и Уйменско-Лебедской структурно-фациальных зонах (рис. 1). В Чарышско-Инской СФЗ изучены разрезы: 1) стратотип воскресенской свиты, верхняя часть которого является гипостратотипом костинского горизонта (Бараний-1), 2) стратотип куйбышевского горизонта (Маралиха), 3) бывший типовой разрез костинского стратона (Батун = Костинский рудник). В Уйменско-Лебедской СФЗ были детально рассмотрены разрезы: 1) парастратотип тулойского горизонта (Лебедь-Стретинка), 2) Придорожный. По этим пяти разрезам среднего ордовика Алтая получены современные палеонтологические (новые местонахождения с ранее неизвестными таксонами граптолитов, конодонтов, брахиопод и трилобитов) и лито-биостратиграфические (уточнена литология и детализировано строение) данные. Для комплексного рассмотрения материалов по среднему ордовику Алтая были привлечены и актуализированы биостратиграфические данные соавторов настоящего сообщения, полученные ранее по ряду других алтайских среднеордовикских ключевых разрезов – Пичужиха (Чарышско-Инская СФЗ), Тулой и Юрок (Уйменско-Лебедская СФЗ).

Коллекция изученных и изображенных в настоящей статье на палеонтологических таблицах форм граптолитов, брахиопод и конодонтов хранится в ЦКП “Геохрон” при Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН в г. Новосибирск под № 2121.

## ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ СРЕДНЕГО ОРДОВИКА ГОРНОГО АЛТАЯ

Как уже отмечалось выше, в стратиграфическом интервале среднего ордовика в регионе выделяются следующие местные стратоны: воскресенская (верхняя половина) и бугрышихинская (нижняя половина) свиты в объединенной Чарышско-Чуйской СФЗ (Чарышско-Инская + Ануйско-Чуйская); тулойская (верхняя треть) и карасинская (весь объем) свиты в Уйменско-Лебедской СФЗ (Решения..., 1983; Сенников и др., 2018). Все перечисленные свиты сложены исключительно терригенными образованиями – конгломератами и грубозернистыми песчаниками (в виде базальных пачек), мелко-среднезернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами (Петрунина и др., 1984; Сенников и др., 2018). Карбонатные породы в виде линзовидных прослоев известняков в дапинско-дарривильском стратиграфическом интервале встречены на Алтае пока только в верхах воскресенской свиты – так называемые костинские слои в разрезах Бараний-1 (рис. 2, 3, 5) и Батун (рис. 8) (Левицкий, 1963; Сенников и др., 1982; Петрунина и др., 1984), а также в разрезе Маралиха (рис. 2, 3, 4, 5).

Для ряда среднеордовикских алтайских терригенных стратонов реконструированы фациальные обстановки их формирования и с учетом биоиндикаторных маркеров и литологических параметров оценены глубины палеоакваторий их седиментации.

Ранее проведенными в Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая исследованиями (Сенников и др., 2017) было показано, что, на основании материалов по доминирующим биоиндикаторным граптолитовым таксонам, участок палеоакватории с разрезом Придорожный можно отнести к наиболее глубокой зоне (более 200 м) палеобассейна, палеоакватории с разрезами Лебедь-Стретинка (нижняя часть разреза с тулойской свитой) и Тулой (нижняя часть разреза с тулойской свитой) – к сравнительно глубокой его зоне (150–200 м), а палеоакватории с разрезом Юрок (тулойская и карасинская свиты) – к зоне с глубиной до 100 м. Литологические данные подтверждают такие выводы – в разрезе Придорожный встречаются поверхности идеально ровного напластования без признаков какого-либо волнового воздействия площадью более 5 м$^2$ (рис. 3з). Преимущественно темный до черного цвет пород позволяет предполагать формирование пород большинства пачек этого разреза в глубокой депрессионной зоне с недостатком кислорода, на что дополнительно указывает практически полное отсутствие в разрезе бентосной фауны (Сенников и др., 2017). Анализ мощностей среднего ордовика в Уйменско-Лебедской зоне, представленного сходными по литологии тонкотерригенными отложениями, показывает, что незначительные скорости седиментации были на участке палеоакватории с разрезом Придорожный.

Базальная пачка низов карасинской свиты Уйменско-Лебедской СФЗ в разрезах Лебедь-Стретинка, Придорожный и Тулой сложена средне-крупнозернистыми песчаниками с хорошо сортированным и хорошо окатанным обломочным материалом, имеет

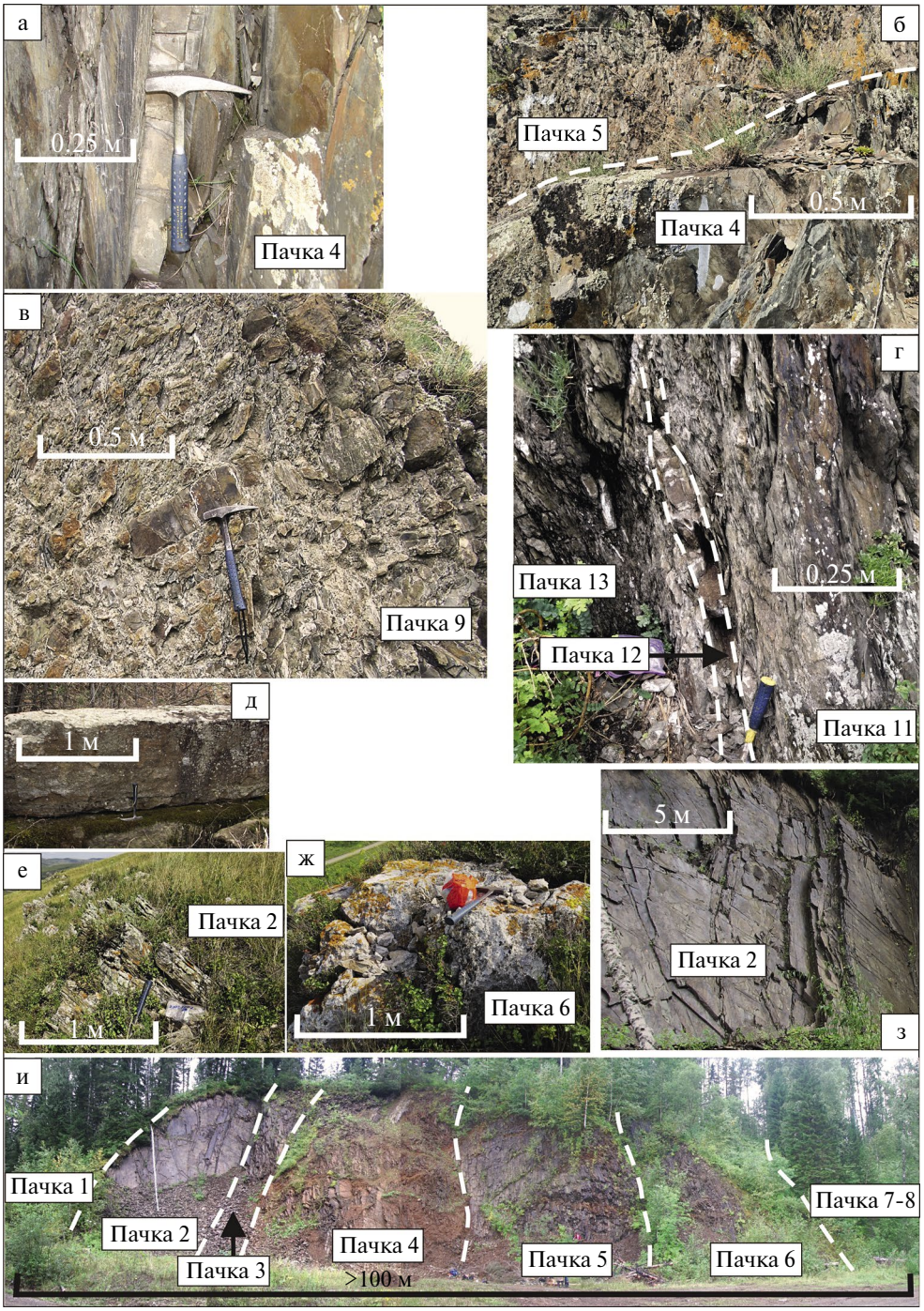


**Рис. 3.** Литологические особенности среднеордовикских отложений в типовых и опорных выходах куйбышевского и костинского горизонтов на Горном Алтае.
а–г – разрез Маралиха: а – ритмичное переслаивание песчаников и аргиллитов, б – заполнение линзовидной промоины грубообломочным материалом, в – обломки и “закрутыши” нелитифицированных слоев песчаников в песчаном матриксе, г – маломощная пачка линзовидной формы брахиоподового ракушняка среди песчаниковых пачек; д – разрез Тулой, базальная пачка грубослоистых песчаников стратотипа карасинской свиты баровой природы; е, ж – разрез Бараний: е – плитчатые песчаники и гравелиты нижней части разреза, ж – массивные известняки верхней части разреза; з, и – разрез Придорожный: з – идеально ровные поверхности глубоководных аргиллитов, и – панорама.

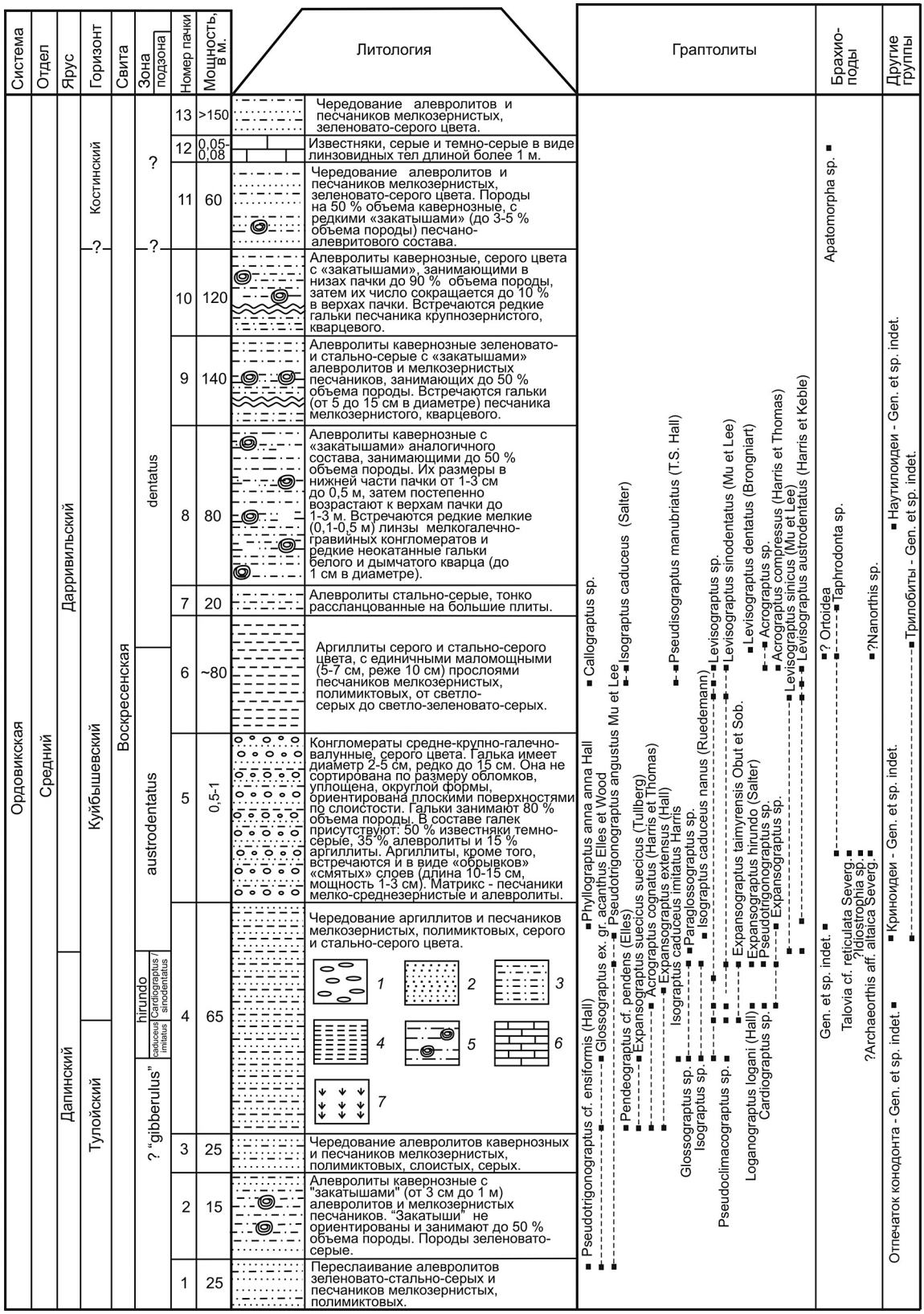


**Рис. 4.** Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Маралиха (координаты пятой пачки 51°32′55″ с. ш., 82°55′45″ в. д.).
1 – конгломераты, 2 – песчаники, 3 – алевролиты, 4 – аргиллиты, 5 – подводно-оползневые "закатыши" в песчаниках и алевролитах, 6 – известняки, 7 – задернованный интервал.

**Рис. 5.** Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Бараний-1 (координаты 6-й пачки 51°2515″ с.ш., 83°05′00″ в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

крупнослоистую структуру и реконструируется как образования подводно-баровой природы, с глубинами формирования 5–10 м (Сенников и др., 2017) (рис. 3г).

В одном из разрезов (Маралиха) в Чарышско-Инской СФЗ Алтая верхняя часть воскресенской свиты, относящаяся к среднему ордовику, сложена специфическим набором пород, сформировавшихся в фациальных условиях склоновых подводных оползней, включая деформации слоев нелитифицированных осадков – каверны, “закатыши” (Sennikov et al., 2008, 2019) (рис. 2, 3в, 4). Такие породы формировались на относительно крутом склоне шельфа, в переходной зоне от мелководной его части (50–100 м) к глубоководной части (более 100 м). Анализ мощностей среднего ордовика в Чарышско-Инской зоне, представленного относительно близкими по литологии тонкотерригенными образованиями, позволяет предположить, что превышение мощности разреза Маралиха более чем в два раза по сравнению с мощностью разреза Бараний является прямым свидетельством крайне высокой скорости осадконакопления в палеоакватории с разрезом Маралиха, являющейся следствием “импульсно-лавинной” подводно-оползневой седиментации.

## СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТОНЫ И ЗОНАЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ОРДОВИКА ГОРНОГО АЛТАЯ

Выходы ордовикских осадочных образований известны в различных частях Горного Алтая. Здесь выделяются структурно-фациальные зоны (СФЗ), которые отличаются друг от друга по наборам свит, трансгрессивно-регрессивным трендам и другим седиментационным и биотическим особенностям.

Первая Рабочая стратиграфическая схема ордовика и силура АССО была принята в 1956 г. (Решения..., 1959). Региональных подразделений (горизонтов) в ней не выделялось, а стратиграфическое положение местных стратонов (свит) трактовалось в широких стратиграфических интервалах. В Региональной стратиграфической схеме ордовика западной части АССО второго поколения, принятой в Новосибирске в 1964 г., для всей территории Горного Алтая предполагалось отсутствие (длительный стратиграфический перерыв) поздней части раннеордовикских (аренигский век традиционной британской шкалы) и ранней части среднеордовикских (лланвирнский век британской шкалы) осадочных образований (Гинцингер, 1964; Корреляционные..., 1964; Гинцингер, Сенников, 1967). Для ордовикской последовательности Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая допускалось, что стретинская свита (позднее переведенная в ранг стретинской серии) нижней своей частью может быть условно сопоставлена с лланвирном и верхами аренига (подразделения британского ярусного стандарта) (Корреляционные..., 1964; Гинцингер, Сенников, 1967).

В период между Стратиграфическими совещаниями 1964 и 1979 гг. для ордовикских отложений западной части АССО были предложены региональные подразделения – горизонты: добринский и алгаинский (= таянзинский) для тремадока (Петрунина, 1966, 1968), алзасский, васильевский и костинский для аренига и лланвирна (Левицкий, 1963; Севергина, 1973), бугрышихинский для лландейло и низов карадока (Левицкий, 1963; Севергина, 1973) и ряд других для верхней части ордовика. Первым из рассматриваемого интервала среднего ордовика в современном его объеме был выделен костинский горизонт, предложенный Е.С. Левицким (Левицкий, 1963; Севергина, 1973; Сенников и др., 1982; Решения..., 1983). Гипостратотипом горизонта в настоящее время выбран разрез Бараний-1 (рис. 5) верхней части воскресенской свиты у с. Усть-Чагырка в Чарышско-Инской СФЗ Горного Алтая (Сенников и др., 1982; Петрунина и др., 1984). Костинский горизонт по своему стратиграфическому объему по Е.С. Левицкому (1963) соответствовал всему объему лланвирнского яруса, а по Л.Г. Севергиной (1973) отвечал только позднему лланвирну (по британской ярусной шкале). Позднее для верхней (посттремадокской) части нижнего и низов среднего (в традиционном британском ярусном понимании) ордовика коллективом авторов по материалам Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая был предложен лебедской горизонт (Решения..., 1983).

При создании Региональной стратиграфической схемы ордовика западной части АССО третьего поколения (1979 г.) отмеченные выше лебедской и костинский горизонты были официально введены в единую последовательность региональных стратонов. Лебедской горизонт соответствовал аренигу традиционной британской ярусной шкалы. За его стратотип были приняты нижняя и средняя части тулойской свиты (низы стретинской серии), вскрытые по правому борту р. Лебедь у бывшей дер.

Стретинка в Уйменско-Лебедской СФЗ Горного Алтая. Фауна лебедского горизонта представлена в основном граптолитами, по которым этот горизонт принимался в объеме граптолитовых зон approximatus, densus, angustifolius elongatus, gibberulus, hirundo (Решения..., 1983). Выше лебедского горизонта в схеме 1979 г. (Решения..., 1983) располагался костинский горизонт, отвечающий раннему лланвирну британской ярусной последовательности. При этом костинский горизонт на основе находок граптолитов соотносился с ранним лланвирном, а не со всем диапазоном лланвирна, как это предлагал Е.С. Левицкий (1963), и не с поздним лланвирном, как считала Л.Г. Севергина (1973). Гипостратотипом костинского горизонта был выбран разрез верхней части воскресенской свиты у с. Усть-Чагырка в Чарышско-Инской СФЗ Алтая – разрез Бараний-1 (Сенников и др., 1982). Костинский горизонт характеризовался комплексом брахиопод, трилобитов и граптолитов. Н.П. Кульков и Л.Г. Севергина (1989) предлагали отказаться от наименования "костинский" горизонт, заменив его на "рудниковский". Это предложение по изменению названия горизонта не получило поддержки, так как географически это один и тот же термин – бывший Костинский рудник.

Выделение в Международной стратиграфической шкале ордовика в качестве маркера нижней границы дарривильского яруса вида Levisograptus austrodentatus (Harris et Keble) (Mitchell et al., 1997) поставило перед необходимостью пересмотреть ранее известную ордовикскую граптолитовую шкалу Горного Алтая этого интервала (Сенников, 1996). Новые граптолитовые ордовикские зональные последовательности различных геологических регионов мира (Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012) показали возможность более дробного детального расчленения пограничных интервалов дапинского и дарривильского ярусов. С учетом этих материалов в рассматриваемом стратиграфическом интервале для ордовика Горного Алтая была построена новая зональная граптолитовая последовательность: deflexus – maximo-divergens – caduceus imitatus – sinodentatus/Oncograptus – austrodentatus – dentatus (Sennikov et al., 2008; Сенников и др., 2009; Сенников, 2013; Буколова, 2011). Необходимо обратить внимание на то, что если ранее ордовикские граптолитовые зоны как в России, так и в других странах принимались как комплексные зоны, то в настоящее время большинство граптолитовых зон среднего ордовика можно классифицировать как "интервал-зоны" (Стратиграфический..., 2019, с. 35): "слои, заключенные между первым появлением какого-либо характерного таксона (обычно вида-индекса) данной зоны и первым появлением характерного таксона (обычно вида-индекса) вышележащей зоны". В то же время при характеристике таких среднеордовикских граптолитовых зон приводится сопровождающий комплекс других таксонов граптолитов (Zalasiewicz et al., 2009; Albanesi, Ortega, 2016; Mango et al., 2018).

При создании Стратиграфической схемы ордовика четвертого поколения западной части АССО (Новосибирск, 2012 г.), во избежание неопределенности в понимании "без самых верхов" (см. выше определение объема лебедского горизонта), было проведено увеличение стратиграфического объема (менее чем на 1/3) стратотипа лебедского горизонта в разрезе Лебедь до объема всей тулойской свиты, и его стали именовать тулойским горизонтом (Сенников и др., 2014). Ранее (Решения..., 1983) лебедской горизонт сопоставлялся с аренигом (британским ярусным подразделением) и не выходил за пределы нижнего ордовика. В новом предложенном варианте (Сенников и др., 2014, 2018) тулойский горизонт в своем стратотипе полностью совпадает по объему с тулойской свитой и по новому ярусному делению ордовика ОСШ соответствует флоскому ярусу нижнего ордовика и трем четвертям дапинского яруса среднего ордовика. Такая точная привязка региональных алтайских горизонтов к частям ярусов стала возможна только после создания новой детальной зональной граптолитовой последовательности (Буколова, 2011; Сенников, 2013). Именно зональное дробное расчленение осадочных последовательностей тулойской свиты Уйменско-Лебедской СФЗ и воскресенской свиты Чарышско-Инской СФЗ Горного Алтая показало, что между тулойским и костинским горизонтами имеется интервал разреза, который следует рассматривать как новый горизонт, названный куйбышевским (Сенников и др., 2014, 2018). За стратотип куйбышевского горизонта принят разрез Маралиха в Чарышско-Инской СФЗ Алтая (рис. 2, 4). По своему стратиграфическому объему куйбышевский горизонт до настоящего времени отвечал верхам дапинского–низам дарривильского ярусов – верхам граптолитовой подзоны sinodentatus/Oncograptus зоны hirundo и зоне austrodentatus (Сенников и др., 2018; Sennikov et al., 2019). В последние годы в стратотипе куйбышевского горизонта, в его верхах, был найден граптолитовый комплекс зоны dentatus (рис. 4).

Чем кардинально отличалась Региональная стратиграфическая схема ордовика западной части АССО четвертого поколения (2012 г.) от стратиграфической схемы третьего поколения (1979 г.)? Прежде всего отметим, что имеются две принципиально различные функции, которые должен выполнять горизонт как основная единица региональных стратиграфических подразделений: внутрирегиональная (=коррелятивное предназначение) и хроностратиграфическая. Согласно Стратиграфическому кодексу (2019), за счет первого коррелятивного предназначения горизонтов осуществляется корреляция местных стратонов (свит) друг с другом в пределах региона. А хроностратиграфическая (=хронометрическая) функция горизонта позволяет сопоставлять региональные стратиграфические схемы с подразделениями Общей стратиграфической шкалы.

Авторы настоящей статьи признают реальность существования таких различных функций региональных стратонов, но не противопоставляют их друг другу при изучении космополитных комплексов пелагических групп фауны, с одной стороны, и бентосных, нередко эндемичных комплексов бентосных групп организмов, с другой. Обе функции горизонта – внутрирегиональная и хроностратиграфическая, по сути, являются взаимодополняющими характеристиками определенного этапа геологической истории соответствующего седиментационного бассейна.

Главной смысловой нагрузкой и востребованной практикой геологического картирования у горизонтов Региональной стратиграфической схемы ордовика западной части АССО третьего поколения (1979 г.) была первая функция – внутрирегиональная корреляция. У аналогичной схемы четвертого поколения этого региона, в связи с кардинальной трансформацией всей ярусной последовательности ордовика с традиционной британской на новую, с выделением тремадокского, дапинского, дарривильского, сандбийского, катийского, хирнантского ярусов, доминирующее положение в функциях горизонтов (по крайней мере, у части из них) стала занимать хроностратиграфическая. В схеме ордовика западной части АССО четвертого поколения 2012 г. (Сенников и др., 2018) были выделены новые горизонты, например куйбышевский, базирующиеся на алтайских граптолитовых зональных комплексах, которые позволяли точнейшим образом сопоставлять конкретные разрезы не только с границами новых ордовикских ярусов, но и с границами их неформальных подъярусов. При этом внутрирегиональный (коррелятивный) потенциал куйбышевского горизонта, по сравнению с другими горизонтами ордовика западной части АССО, пока еще должным образом не получил широкого использования. Объективной причиной такого положения является малое число разрезов этого стратиграфического интервала и единичность находок в них других (кроме граптолитов) групп фауны.

Во всех разрезах на Горном Алтае стратиграфический интервал куйбышевского горизонта представлен тонкотерригенными, относительно глубоководными образованиями и охарактеризован исключительно пелагической группой фауны – граптолитами. В хроностратиграфической (“погоризонтной”) последовательности бентосных сообществ среднего ордовика Алтая до настоящего времени практически отсутствовал позднедапинско-раннедарривильский “куйбышевский элемент (звено)”, продолжительность которого, по современной геохронологической шкале, должна была составлять не менее 4–5 млн лет (Gradstein et al., 2020). Встречающиеся единичные находки бентосной фауны (трилобиты, брахиоподы, криноидеи, гастроподы) представлены скудным материалом плохой сохранности. Так, в Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая базальная песчаниковая пачка карасинской свиты в разрезе Лебедь-Стретинка (рис. 6) содержит брахиоподы Trondorthis sibirica Severg., Archaeorthis altaica Severg. (Sennikov et al., 2019), которые формально можно считать “бентосной” биостратиграфической характеристикой куйбышевского горизонта. Однако эти два вида встречаются в опорном для костинского горизонта разрезе Батун, а второй вид и в разрезе Бараний, и до настоящего времени считались типовыми брахиоподовыми таксонами для костинского горизонта (Кульков, Севергина, 1989). В другом районе Уйменско-Лебедской СФЗ в разрезе Тулой базальная песчаниковая пачка карасинской свиты, имеющая баровую природу и не содержащая органических остатков, перекрывается пачкой песчаников и алевролитов, в которых найдены брахиоподы Howellites cf. flava (Havlicek), Rostricellula ex gr. ardmillanensis (Dav.), Rostricellula sp.; трилобиты Lonchodomas sp., Eorobergia sp. (Sennikov et al., 2019). К сожалению, этот интервал разреза Тулой не содержит граптолиты, что не позволяет точно соотнести его с граптолитовыми зональными комплексами стратотипа куйбышевского горизонта в разрезе Маралиха в Чарышско-Инской СФЗ Алтая.

С некоторой долей условности и перечисленные выше таксоны брахиопод и трилобитов, которые распространены как в костинском, так и в бугрышихинском горизонтах, можно включить в палеонтологическую характеристику куйбышевского горизонта. В целом по материалам трех разрезов в Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая (Придорожный, Тулой и Юрок) для куйбышевского и костинского горизонтов можно рассматривать только один комплекс следующих таксонов трилобитов: Cybelurus altaicus Levitsky, Paracybeloides(?) sp., Robergia sparsa Nikolaisen, Carolinites sp., Lonchodomas rostratus (Sars), Raymondaspis sp., Megistaspis (M.) polyphemus Brogger, Megistaspis sp., Agerina sp., Niellus sp., Ampyx sp.

В последние годы авторам настоящей статьи в разрезе Маралиха в Чарышско-Инской СФЗ, в котором выделен стратотип куйбышевского горизонта (рис. 4), удалось найти и собрать брахиоподы на нескольких стратиграфических уровнях (5-я, 6-я, 7-я и 12-я пачки). В разрезе Маралиха в воскресенской свите на уровне куйбышевского горизонта впервые определены следующие брахиоподы: Taphrodonta sp., ? Nanorthis sp., ? Archaeorthis aff. altaica Severg., Talovia cf. reticulata Severg., ? Idiostrophia sp. В комплексе доминирует Taphrodonta sp., остальные таксоны представлены единичными находками. Именно этот комплекс в настоящее время можно и нужно считать бентосной палеонтологической характеристикой куйбышевского горизонта.

В разрезе Батун ранее были определены брахиоподы костинского горизонта Trondorthis sibirica Severg., Archaeorthis altaica Severg., Orthidium fimbriatum Coop., Isophragma orientale Andreeva, Idiostrophia costata Cooper, Atelelasma batunensis Severg. (Sennikov et al., 2019). В разрезе Бараний-1 в известняках воскресенской свиты в парастратотипе костинского горизонта авторами настоящей статьи установлен комплекс брахиопод: ? Acrotretidae, Atelelasma batunensis Severg., Idiostrophia costata Ulr. et Coop., ? Idiostrophia sp., Plectocamara cf. costata Cooper, Tuloja sp. Перечисленные таксоны брахиопод костинского горизонта кардинально отличаются от вышерассмотренных таксонов куйбышевского горизонта.

Основание куйбышевского горизонта проводится по биостратиграфическим данным в стратотипе куйбышевского горизонта (разрез Маралиха) в низах верхней трети воскресенской свиты Чарышско-Инской СФЗ Алтая в основании верхней граптолитовой подзоны sinodentatus/Cardiograptus зоны hirundo (Сенников и др., 2014). Зональный граптолитовый комплекс sinodentatus/Cardiograptus в разрезе Маралиха подстилается зональными граптолитовыми комплексами angustifolius elongatus и caduceus imitatus (= нижняя половина gibberulus). Рядом с разрезом Маралиха расположен разрез Пичужиха, где нижняя и средняя части воскресенской свиты содержат комплексы трех граптолитовых зон: 1) densus, 2) angustifolius elongatus, 3) gibberulus (Sennikov et al., 2019).

В Уйменско-Лебедской СФЗ Горного Алтая зональный комплекс граптолитов sinodentatus/Cardiograptus, содержащий также представителей рода Oncograptus, встречен в терминальной части тулойской свиты в разрезе Придорожный (рис. 7) (Лыкова, Сенников, 2021). Таким образом, если при выделении тулойского горизонта (Сенников и др., 2014, 2018) в него включали всю тулойскую свиту, то в настоящее время его верхнюю границу по биостратиграфическим сопоставлениям рекомендуется проводить в подошве граптолитового зонального подразделения sinodentatus/Cardiograptus/Oncograptus. Другими словами, самые верхи тулойской свиты (ее терминальную часть) следует сопоставлять с низами куйбышевского горизонта. Перечисленные обстоятельства отражают сложность и дискуссионность биостратиграфического расчленения пограничных дапинско-дарривильских отложений не только на юге Сибири, но и в других геологических регионах России, например на Сибирской платформе и Таймыре, где на этом уровне крайне ограниченно распространены таксономически скудные сообщества бентосных организмов (Каныгин и др., 2007, 2017; Соболевская, Нехорошева, 2017). В других геологических регионах мира вопросы взаимоотношений граптолитовых, конодонтовых, трилобитовых и брахиоподовых комплексов в среднеордовикском стратиграфическом интервале также вызывают многочисленные дискуссии (Mitchell et al., 1997; Albanesi Ortega, 2016; Mango et al., 2018; Maletz, Ahlberg, 2020; Heward et al., 2023). Для брахиоподовых сопоставлений это осложняется выявленным феноменом глобального падения в нижней четверти дарривильского яруса видового и родового разнообразия брахиопод (Colmenar, Rasmussen, 2017).

Нижняя граница костинского горизонта определялась положением нижней границы граптолитовой зоны dentatus во второй половине верхней трети воскресенской свиты (Сенников и др., 2014, 2018). До последних лет

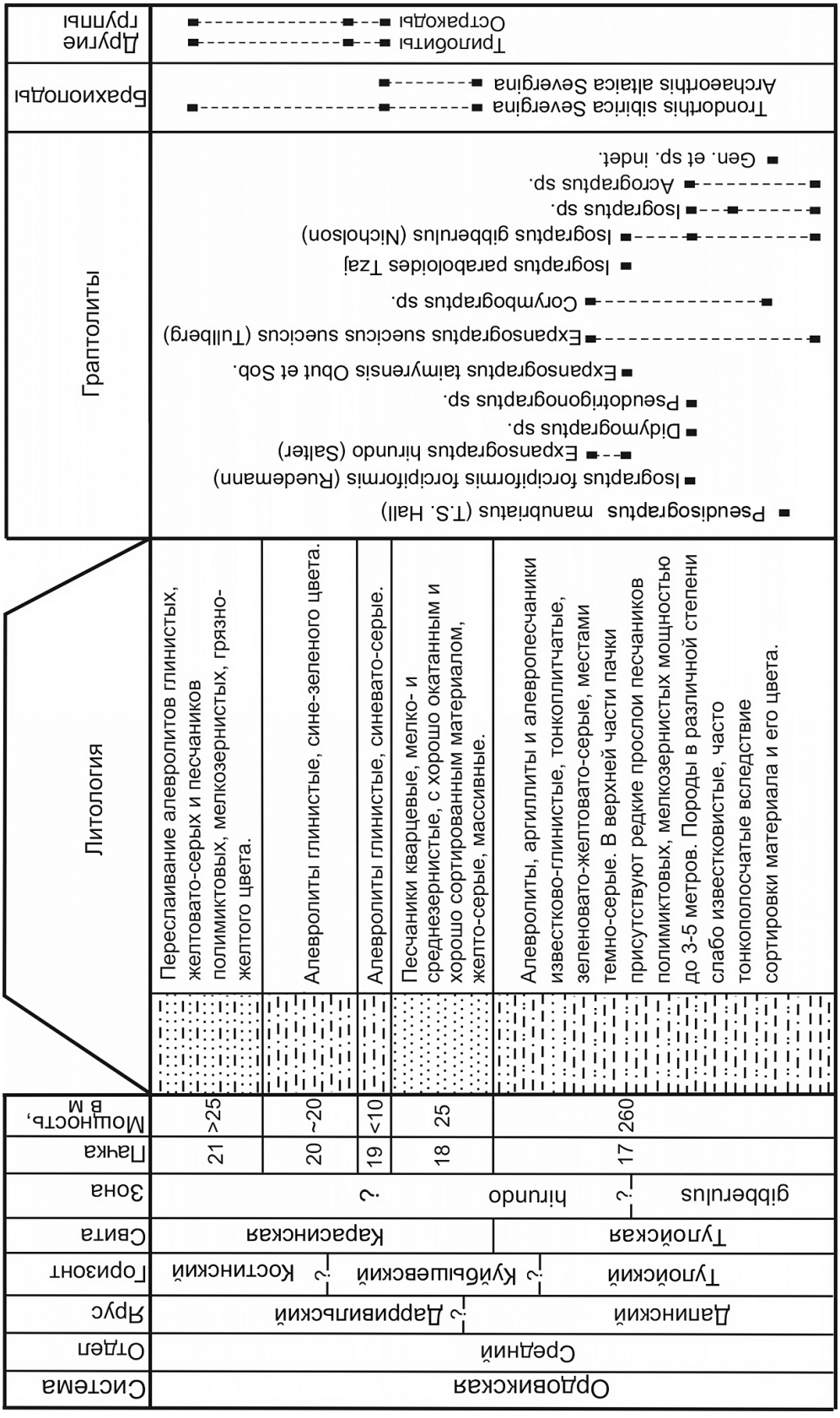


**Рис. 6.** Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Лебедь-Стретинка (модифицировано из Sennikov et al., 2019) (координаты границы 16-й и 17-й пачек 52°13′55″ с.ш., 87°16′00″ в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

считалось, в том числе и авторами настоящей статьи, что в разрезе Батун (участок старого Костинского рудника) в Чарышско-Инской СФЗ Алтая, в типовой местности выделения костинского подразделения, могут быть как минимум два стратиграфических уровня с карбонатами, содержащими трилобиты, брахиоподы и конодонты. В условиях крайне слабой обнаженности такое предположение было сделано уже давно при первом упоминании горизонта (Левицкий, 1963) и затем принималось последующими исследователями (Сенников и др., 1982; Кульков, Севергина, 1989). Одна из трудных задач в интерпретации строения разреза Батун в условиях его крайне ограниченной обнаженности, при интенсивной современной вегетации, состоит в том, чтобы однозначно определить, присутствуют ли среди доминирующих терригенных

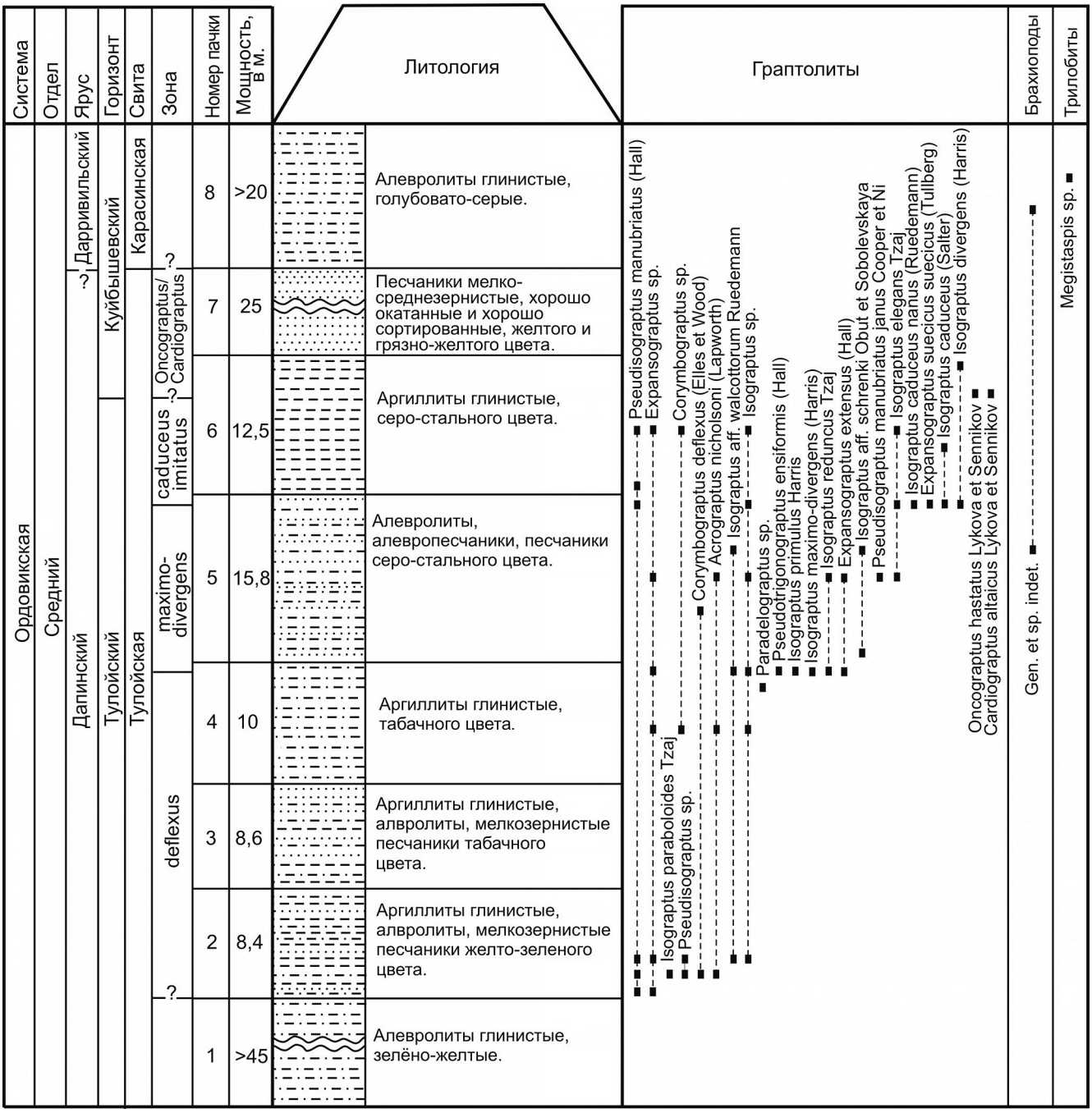


**Рис. 7.** Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Придорожный (координаты 2-й пачки 54°14′05″ с.ш., 87°17′45″ в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

пород с граптолитами один или два уровня с карбонатами.

Трилобитово-брахиоподовые комплексы во всех точках участка Батун таксономически крайне разнообразны, но в разных точках устанавливаются одни и те же родовые и видовые таксоны. В гипостратотипе костинского горизонта в разрезе Бараний-1 (рис. 5), являющемся также и стратотипом воскресенской свиты, в верхах разреза на уровне костинского горизонта присутствует только один уровень с палеонтологически охарактеризованными известняками (Петрунина и др., 1984; Sennikov et al., 2008, 2019). И именно в нем собраны разнообразные трилобиты и брахиоподы, характерные для костинского горизонта, известные в разрезе Батун (рис. 8). В разрезе Маралиха в последние годы при целенаправленных поисках найден ранее неизвестный уровень с маломощными известняками, содержащими брахиоподы (рис. 3, 4).

Некоторые сомнения в окончательном решении дискуссионного вопроса, могут ли в разрезах воскресенской свиты существовать два уровня с известняками, вызывает следующее обстоятельство. В средней части стратотипа свиты в разрезе Бараний-1 (рис. 5) имеется пачка серых известковистых песчаников мощностью 2 м, которая на расстоянии 50 м от основной, хорошо обнаженной линии разреза по ее простиранию, возможно, замещается песчанистыми известняками. Ни макро-, ни микрофаунистических остатков в таких известняках пока не обнаружено.

Граптолиты в разрезе Батун известны в терригенной пачке, стратиграфическое положение которой интерпретировалось как промежуточное между нижней и верхней карбонатными пачками с костинскими трилобитово-брахиоподовыми комплексами. По найденным в разрезе Батун граптолитам выделяются два комплекса: а) верхней части зоны dentatus и б) нижней части зоны lentus/kirgisicus/balhaschensis (табл. I). В последние годы в разрезе Батун удалось найти зональный вид Holmograptus lentus (Törnquist), встречающийся вместе с двумя ранее используемыми зональными видами: киргизским Expansograptus kirgisicus Obut et Subtzov и казахстанским Expansograptus balhaschensis (Keller). Зона Holmograptus lentus выделяется в Северной Америке и Балтике (Loydell, 2012; Gradstein et al., 2020).

Допуская существование двух карбонатных уровней, хроностратиграфический интервал костинского горизонта был в целом сопоставлен с интервалом двух граптолитовых зон – dentatus и kirgisicus/balhaschensis, подстилаемых и перекрываемых известняками с трилобитами и брахиоподами. В настоящее время авторы статьи, на основе детального переизучения структурного положения выходов пород на Батунском (= Костинско-рудниковском) участке, склоняются к выводу, что там вскрывается только один карбонатный уровень. Таким образом, не получает документального подтверждения предложение об отнесении костинского горизонта к стратиграфическому интервалу двух граптолитовых зон (см. выше). Терригенная граптолитсодержащая пачка разреза Батун подстилает карбонатные породы с костинскими трилобитово-брахиоподовыми комплексами. Напомним, что в верхах разреза Маралиха, в стратотипе куйбышевского горизонта, найдены граптолиты зоны dentatus, которую авторы настоящей статьи относят к верхам куйбышевского горизонта. В связи с этим костинский горизонт с его давно известными фаунистическими бентосными сообществами (Левицкий, 1963; Севергина, 1973; Кульков, Севергина, 1989) должен отвечать только одной (более молодой из двух отмеченных выше) граптолитовой зоне – lentus/kirgisicus/balhaschensis. Граптолиты этой зоны в разрезе Маралиха, в стратотипе куйбышевского горизонта, пока не известны.

Приведенные биостратиграфические данные отражают и подчеркивают следующее обстоятельство. Куйбышевский и костинский горизонты среднего ордовика западной части АССО имеют принципиальное отличие как от более древнего региостратона (тулойского), так и от более молодых горизонтов – бугрышихинского и ханхаринского (Сенников и др., 2018). Это отличие заключается в том, что три вышеперечисленных региостратона базируются на стратотипах одноименных свит и были выделены как крупные продолжительные историко-геологические этапы развития Южно-Сибирского палеобассейна. В связи с последним они охарактеризованы разнообразными (как бентосными, так и пелагическими) группами фауны, известны в многочисленных разрезах и обладают значительным внутрирегиональным корреляционным потенциалом. Нижние границы тулойского, бугрышихинского и ханхаринского горизонтов привязаны к нижним границам одноименных свит. В отличие от этих горизонтов, куйбышевский и костинский региостратоны в настоящее время следует рассматривать как непродолжительные стратиграфические интервалы. Их границы установлены исключительно

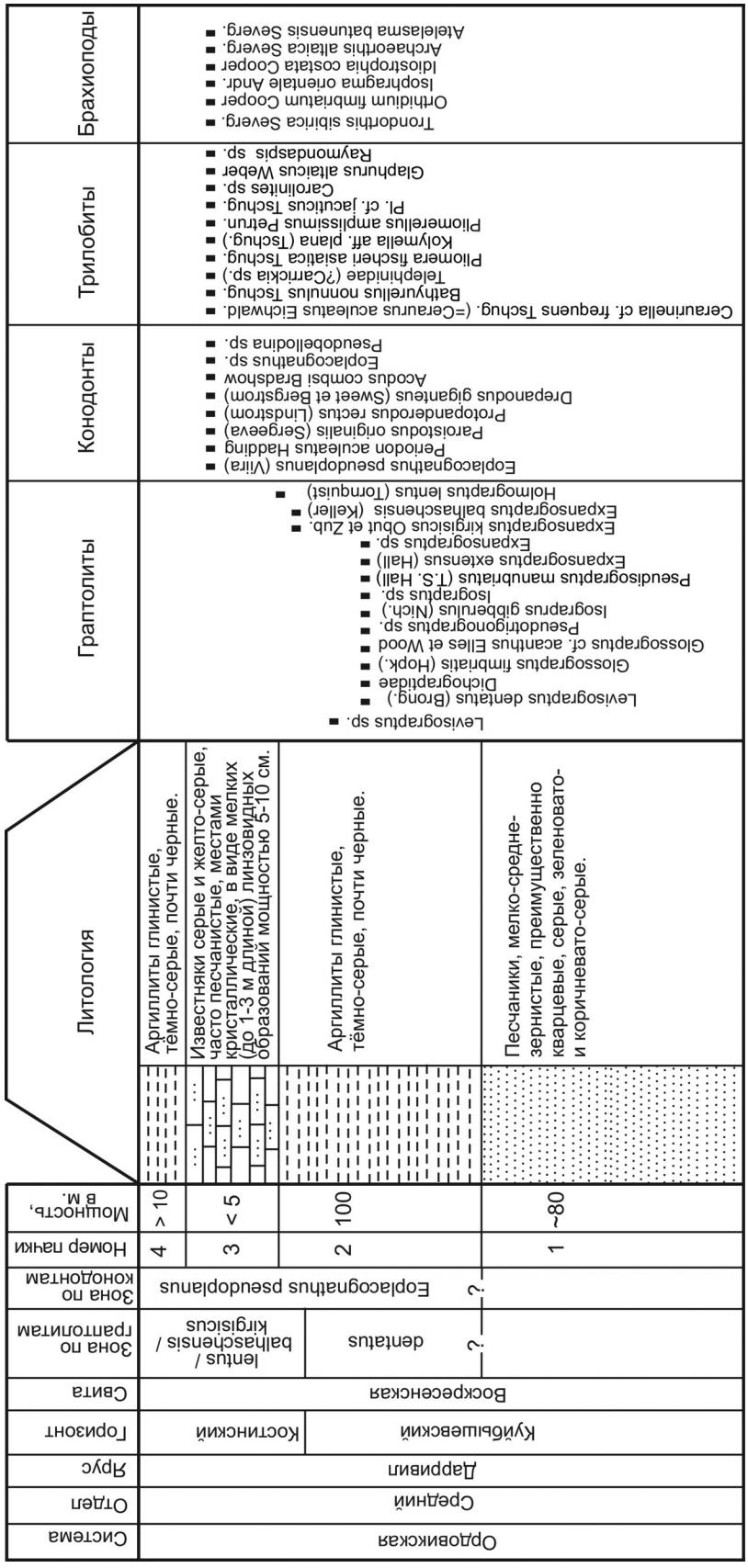


**Рис. 8.** Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Батун (координаты 3-й пачки 51°33′50″ с.ш., 82°26′45″ в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

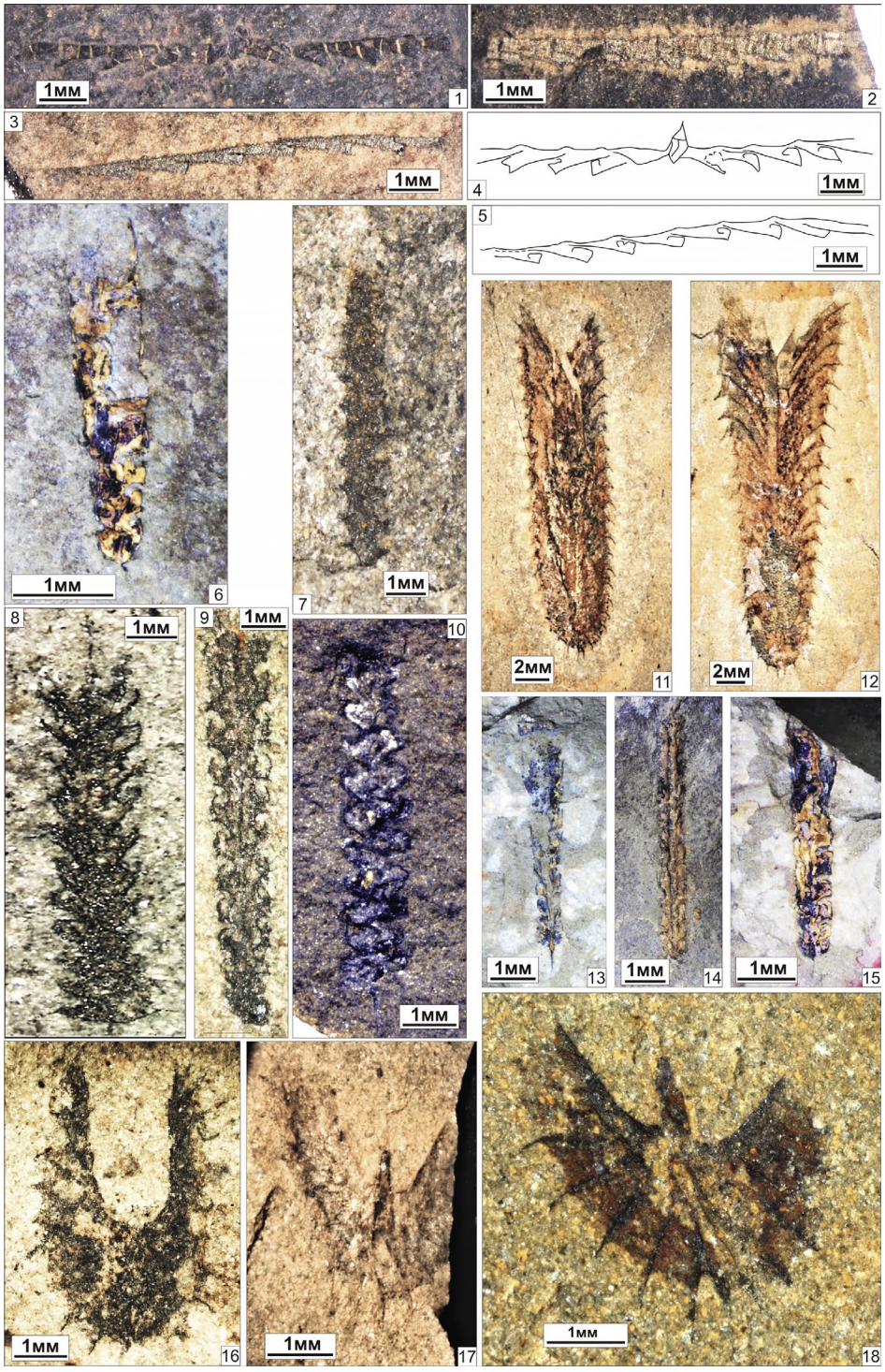


**Таблица I**. Характерные таксоны граптолитов среднеордовикских разрезов Батун, Тулой, Маралиха, Придорожный. 1–5 – Holmograptus lentus (Törnquist), разрез Батун, 3-я пачка: 1 – экз. № 2121/1, 2 – экз. № 2121/2, 3 – экз. № 2121/3, 4 – экз. № 2121/1 (рисунок фиг. 1), 5 – экз. № 2121/3 (рисунок фиг. 3); 6, 10, 13–15 – Levisograptus dentatus (Brongniart): 6, 13–15 – разрез Тулой, верхняя часть 23-й пачки: 6 – экз. № 2121/4, 13 – экз. № 2121/5, 14 – экз. № 2121/6, 15 – экз. № 2121/7; 10 – экз. № 2121/8, разрез Батун; 7, 8 – Levisograptus austrodentatus (Harris et Keble), разрез Маралиха, 6-я пачка (соответственно, 57 и 3 м от основания): 7 – экз. № 2121/9, 8 – экз. № 2121/10; 9 – Levisograptus sinodentatus (Mu et Lee), разрез Маралиха, 4-я пачка (64 м от основания), экз. № 2121/11; 11 – Cardiograptus altaicus Lykova et Sennikov, разрез Придорожный, средняя часть 4-й пачки, экз. № 2121/12; 12 – Oncograptus hastatus Lykova et Sennikov, разрез Придорожный, средняя часть 4-й пачки, экз. № 2121/13; 16 – Isograptus caduceus nanus (Ruedemann), разрез Маралиха, 4-я пачка (63 м от основания), экз. № 2121/14; 17 – Isograptus divergens (Harris), разрез Придорожный, 6-я пачка (10 м от основания), экз. № 2121/15; 18 – Isograptus primulus Harris, разрез Придорожный, 6-я пачка (4 м от основания), экз. № 2121/16.

по биостратиграфическим данным; например, нижняя граница куйбышевского региостратона маркирована первым появлением вида граптолитов Levisograptus sinodentatus и родов Cardiograptus и Oncograptus, являющихся индексами граптолитовой зоны sinodentatus/Cardiograptus, Oncograptus (Сенников и др., 2014, 2018), а нижнюю границу костинского горизонта предлагается фиксировать по первому появлению граптолитовых видов-индексов Holm. lentus, Exp. kirgisicus и Exp. balhaschensis (см. выше).

В южносибирских разрезах при определении положения границ ордовикских горизонтов выбираются только их нижние границы, а верхними границами становятся нижние границы вышележащих региостратонов. При этом, решая вопрос о том, чему отдать предпочтение для избрания нижней границы горизонта – литологическому реперу в виде подошвы свиты (= или подсвиты или пачки) или первому появлению зонального вида индекса, авторы настоящего сообщения на материалах среднего ордовика Горного Алтая выбрали не литологический, а более точный биостратиграфический критерий. Следовательно, куйбышевский и костинский горизонты ордовика Горного Алтая, по своей сути, это последовательность биостратиграфических подразделений. Таким образом, был продемонстрирован один из путей дальнейшего совершенствования шкалы региональных стратиграфических подразделений среднего ордовика Горного Алтая, включающий процедуру определения взаимоотношений их границ с границами зональных последовательностей по пелагическим группам фауны.

Дополнительно к палеонтологическим характеристикам бентосных групп фауны куйбышевского и костинского горизонтов (главным образом брахиоподовых комплексов; табл. II, III), авторами получена новая информация по распространению граптолитов в интервалах куйбышевского и костинского горизонтов (см. выше), а также конодонтов в костинском горизонте. В последние годы кардинально изменилась родовая систематика граптолитов, особенно надсемейства Glossograptina (Maletz, Zhang, 2016) и семейства Diplograptidae в составе надсемейства Neograptina (Diplograptina) (Maletz, 2019). Учитывая эти изменения, были актуализированы родовые и пересмотрены видовые определения алтайских граптолитов рассматриваемого стратиграфического интервала (рис. 4–8, 9, табл. I).

К изучению таксономического состава конодонтов в известняках верхней пачки костинского горизонта в разрезе Батун авторы настоящей статьи обращались неоднократно (Изох и др., 2005; Сенников и др., 2015; Sennikov et al., 2019). Также этим вопросом в кооперации с ними занимались и другие специалисты по конодонтам (Толмачева, 2013, 2014). В образцах, собранных в 1998 г., был определен комплекс конодонтов, представленный видами Eoplacognathus pseudoplanus (Viira), Periodon aculeatus Hadding, Pseudobellodina sp., Paroistodus originalis (Sergeeva), Protopanderodus rectus (Lindstrom), Drepanodus giganteus (Sweet et Bergstrom) (Изох и др., 2005). В дополнительно отобранных (2020–2023 гг.) образцах из этого местонахождения удалось найти виды Acodus cf. A. emanuelensis McTavish и Eoplacognathus sp. (табл. IV). Входящие в состав комплекса виды Periodon aculeatus и Protopanderodus rectus относятся к открытоморским видам, характеризуют одноименную относительно глубоководную биофацию (Rasmussen, 1998; Zhen, Percival, 2003; Толмачева, 2014) и широко распространены на многих палеоконтинентах (Repetski, 1982; An et al., 1983; Stouge, 1984, 2012; Lofgren, 2003, 2004; Zhen et al., 2011; Serra et al., 2015; Толмачева, 2014; Толмачева и др., 2019 и др.).

Обнаруженный комплекс конодонтов позволяет определить возраст костинских слоев в разрезе Батун ранней половиной дарривильского века и выделить зональное подразделение в ранге слоев с конодонтами Eoplacognathus pseudoplanus (Изох и др., 2005; Сенников и др., 2018), которые сопоставляются с граптолитовыми зонами dentatus и lentus/balhaschensis/kirgisicus.

Т.Ю. Толмачева (Толмачева, 2013, 2014; Сенников и др., 2015) изучала конодонты из разреза воскресенской свиты Бараний-1, в верхней части которого ею были определены таксоны Periodon cf. P. flabellum (Lindstrom), Naimanodus degtyarevi Tolmacheva, Scolopodus? mufushanensis (An et Ding), Acodus eletsicus Tolmacheva, Juanognathus jaanussoni Serpagli, Protoprioniodus sp., Cooperignathus sp., Tangshanodus cf. T. tangshanensis An, Drepanoistodus suberectus (Branson et Mehl), Triangulodus larapintinensis (Crespin), Parapanderodus striatus (Graves et Ellison), Protopanderodus? nogami (Lee), Protopanderodus sp., Scolopodus sp., Oistodus sp. На основании этих находок был сделан вывод о раннедарривильском возрасте отложений. Такие виды, как Protopanderodus? nogami, Triangulodus larapintinensis, Tangshanodus tangshanensis,

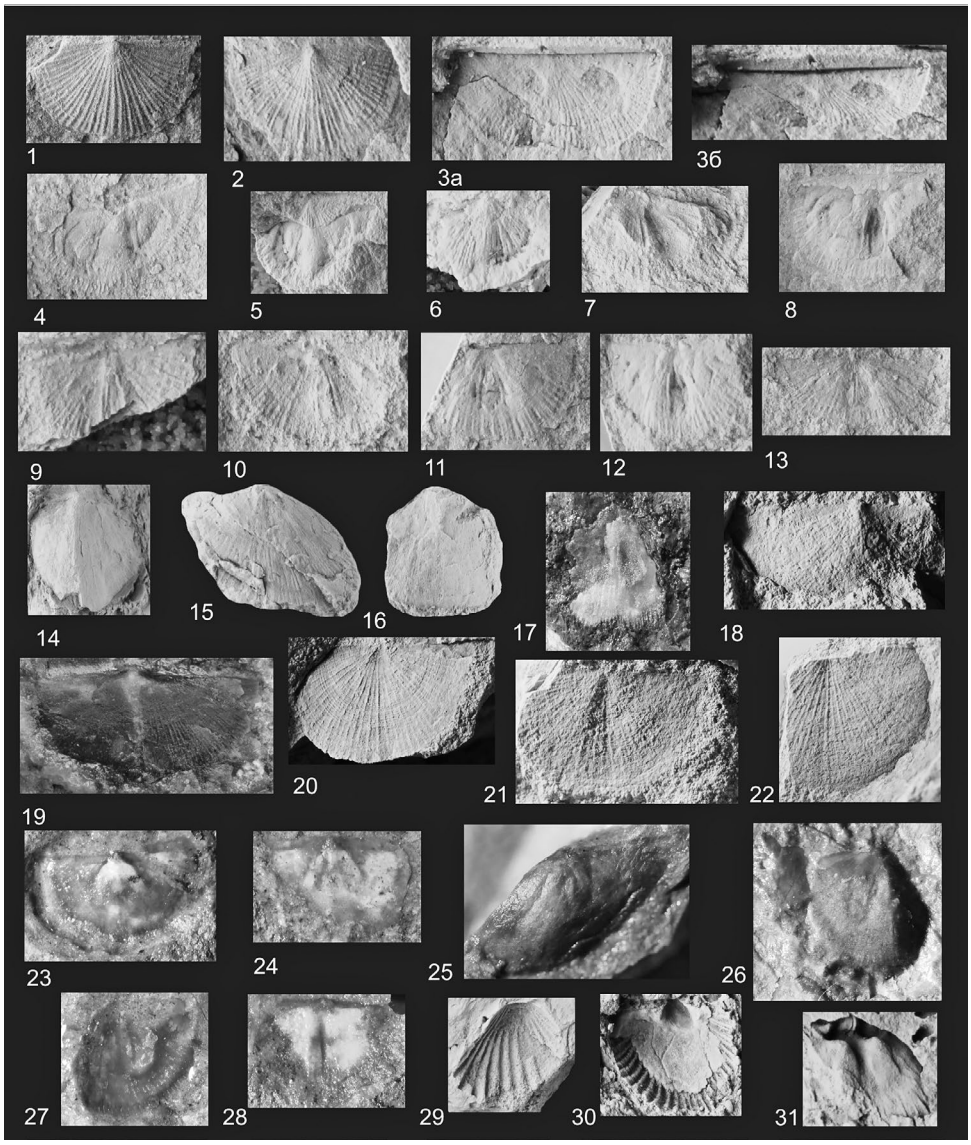


**Таблица II.** Среднеордовикские брахиоподы куйбышевского и костинского горизонтов разреза Маралиха.
1–13 – Taphrodonta sp.: 1 – брюшная створка, экз. 2121/17, обр. Щ2304-1, 5-я пачка, нижняя часть; 2 – брюшная створка, экз. 2121/18, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 3а – отпечаток спинной створки, 3б – ареи брюшной и спинной створок, экз. 2121/19, обр. Щ2204-2, 5-я пачка, нижняя часть; 4 – ядро брюшной створки, экз. 2121/20, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 5 – ядро брюшной створки, экз. 2121/21, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 6 – ядро брюшной створки, экз. 2121/22, обр. Щ2204-1, 7-я пачка (8 м от основания); 7 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/23, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 8 – ядро спинной створки, экз. 2121/24, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 9 – внутреннее строение спинной створки, экз. 2121/25, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 10 – внутреннее строение спинной створки, экз. 2121/26, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 11 – ядро спинной створки, экз. 2121/27, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 12 – ядро спинной створки, экз. 2121/28, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); 13 – ядро спинной створки, с фрагментом срединной септы, экз. 2121/29, обр. Щ2101-7/2, 7-я пачка (8 м от основания); все ×4, кроме фиг. 1, ×3; 14–17 – Talovia cf. reticulata Severg.: 14 – брюшная створка, экз. 2121/30, обр. Щ2101-5, 5-я пачка, нижняя часть; 15 – брюшная створка, экз. 2121/31, обр. Щ2101-5, нижняя часть 5-й пачки; 16 – брюшная створка, экз. 2121/32, обр. Щ2304-1, нижняя часть 5-й пачки; 17 – фрагмент створки, экз. 2121/33, обр. Щ2304-1, нижняя часть 5-й пачки; все ×3, кроме фиг. 14, ×2; 18–28 – Apatomorpha sp.: 18 – брюшная створка, экз. 2121/34; 19 – брюшная створка, экз. 2121/35; 20 – спинная створка, экз. 2121/36; 21 – спинная створка, экз. 2121/37; 22 – спинная створка, экз. 2121/38; 23 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/39; 24 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/40; 25 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/41; 26 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/42; 27 – внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/43; 28 – внутреннее строение спинной створки, экз. 2121/44; все экземпляры происходят из обр. Щ2102-3, 12-я пачка; все ×3, кроме фиг. 26, 27, ×2; 29 – ? Idiostrophia sp., отпечаток створки, экз. 2121/45, обр. Щ2304-1, нижняя часть 5-й пачки, ×3; 30 – ? Nanorthis sp., внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/46, обр. Щ2204-3, 6-я пачка (60 м от основания), ×3; 31 – ? Archaeorthis aff. altaica Severg., ядро спинной створки, наблюдается замочный отросток, экз. 2121/47, обр. Щ2204-2, нижняя часть 5-й пачки, ×5.

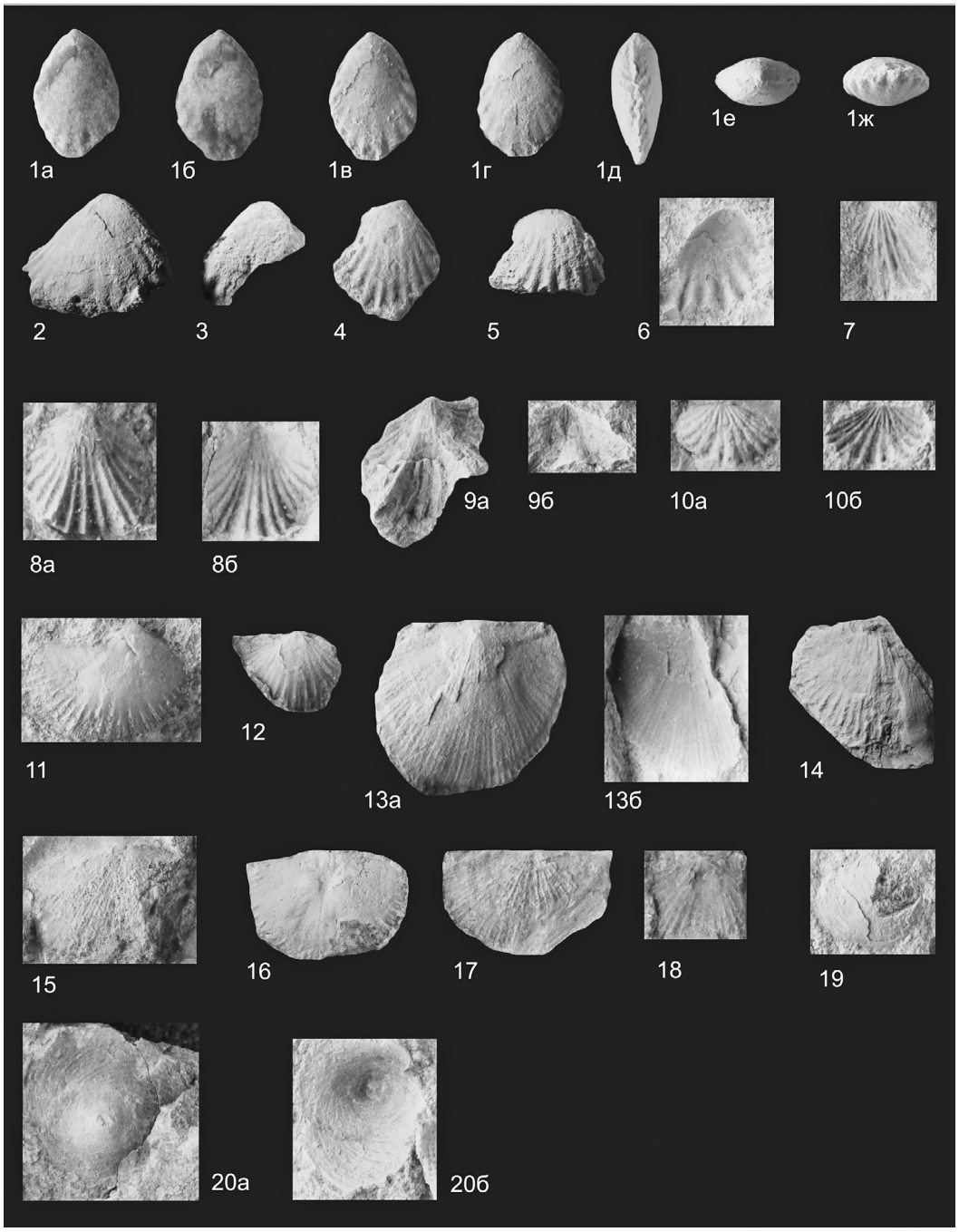


**Таблица III.** Среднеордовикские брахиоподы костинского горизонта разреза Бараний-1.
1–6 – Idiostrophia costata Ulr. et Coop.: 1 – целая раковина со слущенным раковинным веществом, экз. 2121/48: 1а – брюшная створка, без напыления, виден узкий спондилий и срединная септа; 1б – спинная створка, без напыления, наблюдается срединная септа и фрагмент брахиофория; 1в – брюшная створка; 1г – спинная створка; 1д – вид сбоку; 1е – замочный край; 1ж – передняя комиссура; 2 – брюшная створка, экз. 2121/49; 3 – брюшная створка, экз. 2121/50; 4 – брюшная створка, экз. 2121/51; 5 – фрагмент брюшной створки, примакушечная область отсутствует, экз. 2121/52; 6 – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/53; все ×3; 7 – ? Idiostrophia sp., отпечаток створки, экз. 2121/54, ×4; 8–10 – Plectocamara cf. costata Cooper: 8а – брюшная створка, экз. 2121/55, 8б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/56, ×4; 9а – брюшная створка, экз. 2121/57, 9б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/58, ×3; 10а – спинная створка, экз. 2121/59, 10б – отпечаток спинной створки, экз. 2121/60, ×4; 11–18 – Atelelasma batunensis Severg.: 11 – брюшная створка, экз. 2121/61; 12 – брюшная створка, экз. 2121/62; 13а – брюшная створка, экз. 2121/63, 13б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/64; 14 – брюшная створка, экз. 2121/65; 15 – спинная створка, экз. 2121/66; 16 – ядро спинной створки, экз. 2121/67; 17 – спинная створка, экз. 2121/68; 18 – спинная створка, экз. 2121/69; все ×3; 19 – ? Tuloja sp., фрагмент створки с частично сохранившимся раковинным веществом, видна концентрическая скульптура, экз. 2121/70, ×4; 20 – ? Acrotretidae: 20а – брюшная створка, экз. 2121/71, 20б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/72; все ×3. Все образцы из 6-й пачки.

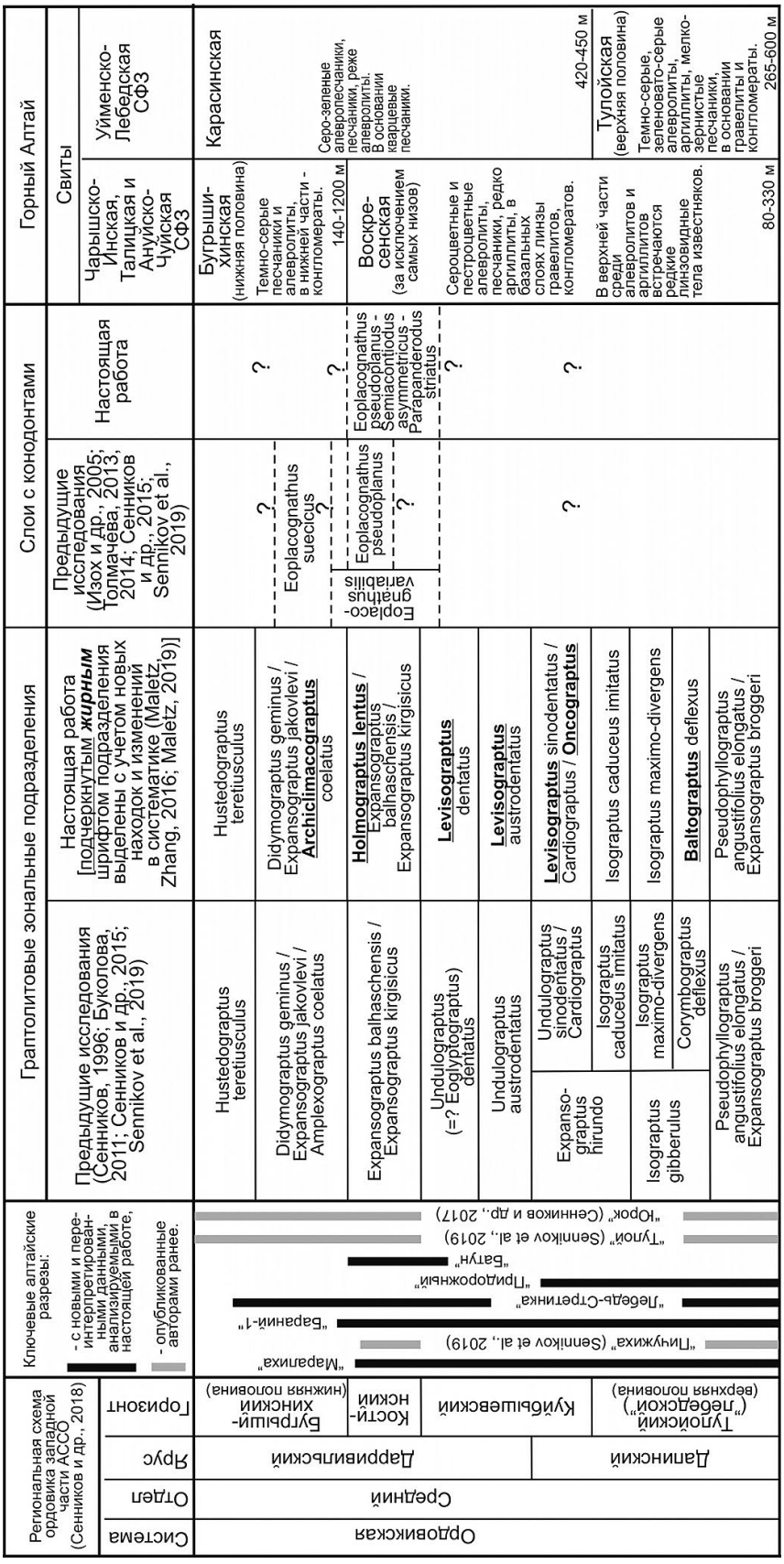


**Рис. 9.** Современные представления о взаимоотношениях границ региональных стратонов среднего ордовика Горного Алтая с границами зональных подразделений по граптолитам и конодонтам.

Naimanodus degtyarevi и Acodus eletsicus, характерны для Австрало-Азиатской биогеографической надпровинции (Толмачева, 2014; Толмачева и др., 2019; Wang et al., 2014; Zhen et al., 2015). Предпринятое авторами повторное изучение разреза Бараний-1 выявило, что, наряду с уже ранее описанными, в составе комплекса присутствуют виды Semiacontiodus asymmetricus (Barnes et Poplawski), Scolopodus aff. floweri Repetski, Drepanodus cf. arcuatus Pander, Paltodus sp. (табл. V).

Входящие в состав комплекса виды Scolopodus? mufushanensis, Juanognathus jaanussoni, Parapanderodus striatus, Protopanderodus? nogami, Drepanoistodus suberectus относятся к мелководноморским формам, встречающимся в Северной Америке, Австралии, Тариме, Северном Китае, Аргентине, Казахстане, Балтоскандии (Serpagli, 1974; Repetski, 1982; An et al., 1983; Stouge, 1984; Lofgren, 2003, 2004; Zhen et al., 2009, 2011; Percival et al., 2011; Serra et al., 2015; Толмачева и др., 2019 и др.).

Вид Drepanodus arcuatus характерен для открытоморских, шельфовых обстановок, редко встречается в мелководных отложениях (Lofgren, Tolmacheva, 2003; Толмачева и др., 2019). Виды родов Periodon и Protopanderodus относятся к открытоморским, характеризуют одноименную относительно глубоководную биофацию (Rasmussen, 1998; Zhen, Percival, 2003; Толмачева, 2014) и широко распространены на многих палеоконтинентах.

Вид Naimanodus degtyarevi описан Т.Ю. Толмачевой из нижнедарривильских карбонатно-терригенных отложений Казахстана и Северной Киргизии, отнесенных к Австрало-Азиатской биогеографической надпровинции, охватывавшей восточную Гондвану (Толмачева, 2013, 2014; Толмачева и др., 2019). На основании присутствия эндемичных видов конодонтов, прежде всего N. degtyarevi, в среднем ордовике Казахстана, Северной Киргизии и Горного Алтая была предложена

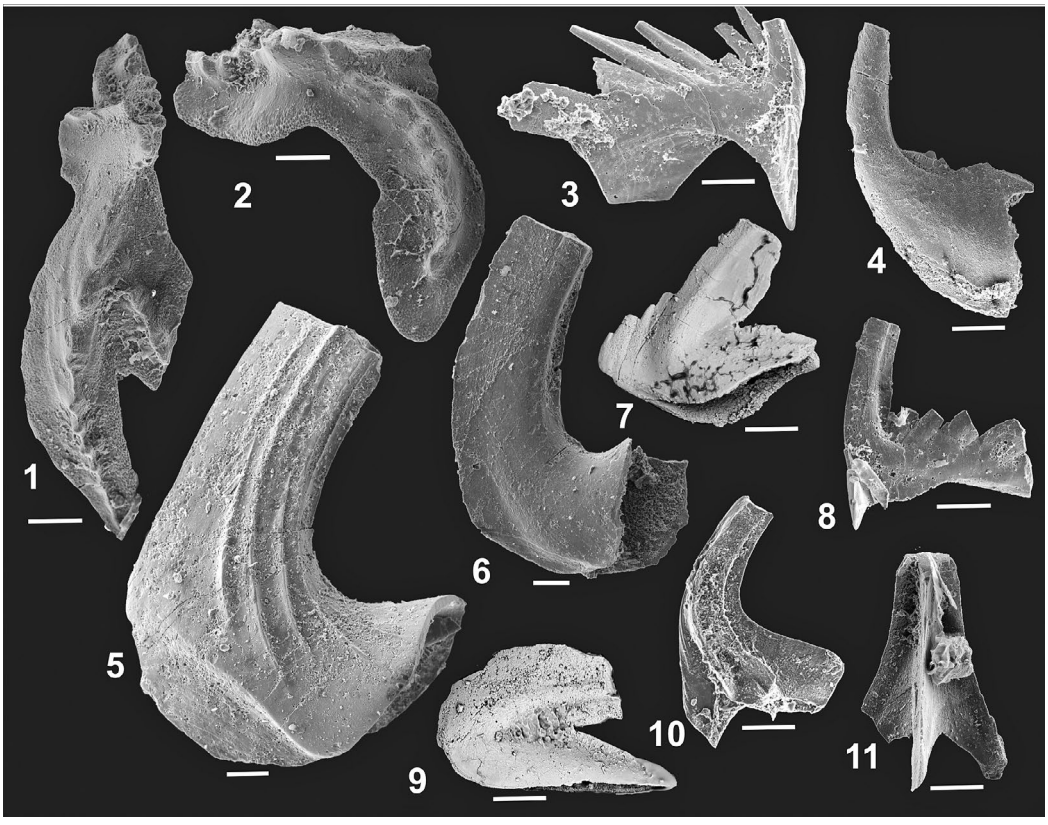


**Таблица IV.** Характерные таксоны конодонтов костинского горизонта разреза Батун.
1, 2 – Eoplacognathus pseudoplanus (Viira), P-элементы: 1 – экз. 2121/73, 2 – экз. 2121/74; 3, 7, 8 – Periodon aculeatus Hadding: 3 – S-элемент, экз. 2121/75, 7 – M-элемент, экз. 2121/76, 8 – S-элемент, экз. 2121/77; 4 – Pseudobelodina sp., экз. 2121/78; 5 – Drepanodus giganteus (Sweet et Bergstrom), асимметричный элемент, экз. 2121/79; 6 – Protopanderodus rectus (Lindstrom), экз. 2121/80; 9 – Paroistodus originalis (Sergeeva), M-элемент, экз. 2121/81; 10, 11 – Acodus cf. A. emanuelensis McTavish, S-элементы: 10 – экз. 2121/82, 11 – экз. 2121/83. Длина масштабной линейки 100 мкм.

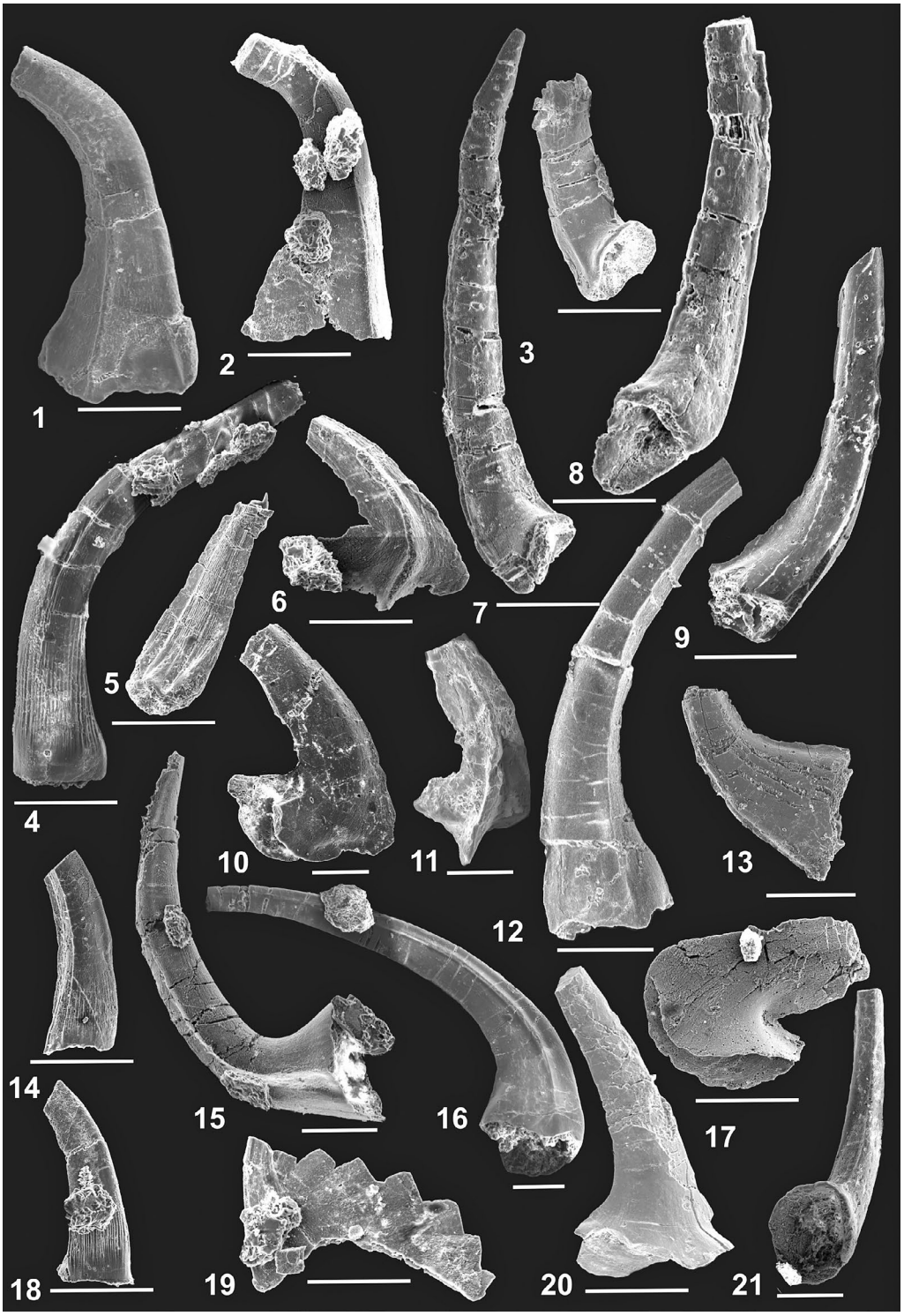


**Таблица V.** Характерные таксоны конодонтов костинского горизонта разреза Бараний-1.
1, 2 – Acodus cf. eletsicus Tolmacheva, Sd-элементы: 1 – экз. 2121/84, 2 – экз. 2121/85; 3, 7, 8 – Juanognathus janussoni Serpagli, асимметричные элементы, вид сзади: 3 – экз. 2121/69, 7 – экз. 2121/87, 8 – экз. 2121/88; 4 – Parapanderodus striatus (Graves et Ellison), S-элемент, экз. 2121/89; 5 – Semiacontiodus asymmetricus (Barnes et Poplawski), асимметричный элемент, экз. 2121/90; 6 – Oistodus sp., экз. 2121/91; 9, 12, 13, 15 – Triangulodus cf. larapintinensis (Crespin), S-элементы: 9 – экз. 2121/92, 12 – экз. 2121/93, 13 – экз. 2121/94, 15 – экз. 2121/95; 10 – Drepanodus sp., S-элемент, экз. 2121/96; 11 – Triangulodus sp., S-элемент, экз. 2121/97; 14, 18 – Naimanodus degtyarevi Tolmacheva, S-элементы: 14 – экз. 2121/98, 18 – экз. 2121/99; 16, 21 – Scolopodus aff. floweri Repetski, S-элементы: 16 – экз. 2121/100, 21 – экз. 2121/101; 17, 20 – Drepanoistodus basiovalis (Sergeeva): 17 – M-элемент, экз. 2121/102, 20 – S-элемент, экз. 2121/103; 19 – Periodon sp., S-элемент, экз. 2121/104. Длина масштабной линейки 100 мкм.

Западно-Азиатская провинция, являвшаяся предположительно тепловодной частью Австрало-Азиатской биогеографической надпровинции (Толмачева, 2014; Толмачева и др., 2019).

В работе (Сенников и др., 2015) костинский горизонт был сопоставлен со слоями с конодонтами Semiacontiodus asymmetricus (Barnes et Poplawski). По современным представлениям, в костинском горизонте, в венчающей его карбонатной пачке, в разрезе Бараний-1 встречается комплекс конодонтов, который следует именовать слоями с Semiacontiodus asymmetricus–Parapanderodus striatus.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Куйбышевский и костинский горизонты среднего ордовика Горного Алтая установлены на биостратиграфической основе. Положение нижних границ их стратотипов не привязано к границам местных стратиграфических подразделений, а маркировано первым появлением видов-индексов граптолитовых зон.

2. Ревизованы стратиграфические объемы куйбышевского и костинского горизонтов среднего ордовика Горного Алтая. Куйбышевский горизонт охватывает граптолитовое зональное подразделение sinodentatus/Cardiograptus/Oncograptus, а также граптолитовые зоны austrodentatus и dentatus. Подошва костинского горизонта соответствует нижней границе граптолитовой зоны lentus/kirgisicus/balhaschensis, а его стратиграфический объем ограничен пределами этой зоны. По конодонтам костинского горизонта в разрезе Батун выделены слои с конодонтами Eoplacognathus pseudoplanus, а в разрезе Бараний-1 одновозрастные слои с конодонтами Semiacontiodus asymmetricus–Parapanderodus striatus.

3. Впервые в стратотипе куйбышевского горизонта найдены брахиоподы удовлетворительной сохранности.

**Благодарности.** Авторы благодарят своих коллег Д.А. Токарева, Р.А. Хабибулину и И.Г. Закирьянова за содействие при полевых исследованиях. На заключительной стадии оформления рукописи были получены конструктивные рекомендации от Т.Ю. Толмачевой и С.В. Рожнова, позволившие улучшить изложение материалов и обоснованность выводов, за что авторы им глубоко признательны.

**Вклады авторов.** Граптолиты изучались Н.В. Сенниковым и Е.В. Лыковой, конодонты – О.Т. Обут и Н.Г. Изох, трилобиты – А.В. Тимохиным (собственные материалы с пересмотром определений З.Е. Петруниной), брахиоподы – Т.А. Щербаненко (собственные материалы с пересмотром определений и коллекций Л.Г. Севергиной).

**Источники финансирования.** Работа выполнена в рамках госзадания РАН по Фундаментальным научным исследованиям (проект FW ZZ-2022-0003).

**Конфликт интересов.** Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Буколова Е.В.* Лито- и биостратиграфия среднего ордовика северо-восточной части Горного Алтая // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 9. С. 1242–1255.

*Буслов М.М.* Тектоника и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса: роль позднепалеозойских крупноамплитудных сдвигов // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 1. С. 66–90.

*Гинцингер А.Б.* Корреляционная стратиграфическая схема ордовика Алтая, Салаира и Горной Шории // Материалы по стратиграфии Саяно-Алтайской складчатой области. Труды СНИИГГиМС. 1964. Вып. 29. С. 94–107.

*Гинцингер А.Б., Сенников В.М.* Ордовик Алтае-Саянской области // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1967. С. 74–86.

*Добрецов Н.Л.* Эволюция структур Урала, Казахстана, Тянь-Шаня и Алтае-Саянской области в Урало-Монгольском складчатом поясе (Палеоазиатский океан) // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 1–2. С. 5–27.

*Изох Н.Г., Сенников Н.В., Обут О.Т.* Находка на Горном Алтае нового уровня в зональной ордовикской конодонтовой шкале Алтае-Саянской складчатой области // Эволюция жизни на Земле. Материалы III Международного симпозиума. Томск: Изд-во ТГУ, 2005. С. 125–127.

*Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Сычев О.В.* Ордовик Сибирской платформы. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во “Гео”, 2007. 267 с.

*Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Гонта Т.В., Степанова Н.И., Сычев О.В., Маслова О.А.* Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Сибирской платформы (новая версия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2017. № 5с. С. 4–57.

Корреляционные стратиграфические схемы // Тр. СНИИГГиМС. Приложение к вып. 29. Материалы по стратиграфии Саяно-Алтайской складчатой области. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1964.

*Кульков Н.П., Севергина Л.Г.* Стратиграфия и брахиоподы ордовика и нижнего силура Горного Алтая. Новосибирск: Наука, 1989. 223 с.

*Левицкий Е.С.* Трилобиты среднего ордовика северо-запада Горного Алтая и их стратиграфическое значение. Автореф. ... дисс. канд. геол.-мин. наук. М.: Московск. геол.-развед. ин-т, 1963. 23 с.

*Лыкова Е.В., Сенников Н.В.* Новые виды изограптин (Graptoloidea, Isograptidae) из среднего ордовика Горного Алтая // Палеонтол. журн. 2021. № 6. С. 76–83.

*Петрунина З.Е.* Трилобиты и биостратиграфия тремадока западной части Саяно-Алтайской горной области. Автореф. ... дисс. канд. геол.-мин. наук. Алма-Ата: Ин-т геол. наук АН Казахской ССР, 1966. 30 с.

*Петрунина З.Е.* О биостратиграфическом расчленении тремадока западной части Саяно-Алтайской горной области // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Вып. 3. Томск: Изд-во ТГУ, 1968. С. 87–89.

*Петрунина З.Е., Сенников Н.В., Ермиков В.Д., Зейферт Л.Л., Кривчиков А.В., Пузырев А.А.* Стратиграфия нижнего ордовика Горного Алтая // Стратиграфия и фауна нижнего ордовика Горного Алтая. М.: Наука, 1984. С. 3–33.

Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 36 с. LIII табл.

Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири, Новосибирск, 1979. Часть I. Верхний протерозой и нижний палеозой. Новосибирск, 1983. 215 с.

*Севергина Л.Г.* Биостратиграфия ордовикских отложений древнепалеозойского обрамления Кузбасса // Природа Кузбасса. Новокузнецк: Изд-во Кузнецкого отдела Географического об-ва СССР, 1973. С. 170–181.

*Сенников Н.В.* Граптолиты палеозоя Средней Сибири (систематика, филогения, биохронология, биологическая природа, палеозоогеография). Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. 225 с.

*Сенников Н.В.* Зональные граптолитовые подразделения в ордовике России // Региональная стратиграфия позднего докембрия и палеозоя Сибири. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2013. С. 45–58.

*Сенников Н.В., Ермиков В.Д., Петрунина З.Е., Пузырев А.А., Севергина Л.Г.* О возрасте базальных горизонтов ордовикско-среднедевонского комплекса северо-западного Алтая // Геология и геофизика. 1982. № 8. С. 56–61.

*Сенников Н.В., Обут О.Т., Буколова Е.В.* Проблема идентификации на Горном Алтае границ ярусов нового хроностратиграфического стандарта ордовика // Природа и экономика Западной Сибири и сопредельных территорий. Том 1. Новокузнецк: Изд-во Кузбасской государственной педагогической академии, 2009. С. 95–99.

*Сенников Н.В., Лыкова Е.В., Обут О.Т., Толмачева Т.Ю., Изох Н.Г.* Новый ярусный стандарт ордовика Общей стратиграфической шкалы и его применение к стратонам западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 8. С. 1226–1246.

*Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю., Обут О.Т., Изох Н.Г., Лыкова Е.В.* Зональное расчленение ордовикских отложений Сибири по пелагическим группам фауны // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 4. С. 761–781.

*Сенников Н.В., Тимохин А.В., Лыкова Е.В.* Дифференциация алтайских среднеордовикских комплексов граптолитов и трилобитов по глубинам обитания // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 6. С. 880–899.

*Сенников Н.В., Обут О.Т., Изох Н.Г., Киприянова Т.П., Лыкова Е.В., Толмачева Т.Ю., Хабибулина Р.А.* Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений западной части Алтае-Саянской складчатой области (новая версия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2018. № 7с. С. 15–53.

*Соболевская Р.Ф., Нехорошева Л.В.* Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Таймыра // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2017. № 5с. С. 58–82.

Стратиграфический кодекс России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, МСК, 2019. 92 с.

*Толмачева Т.Ю.* Новый представитель конодонтов из среднего ордовика Центрального Казахстана, Киргизии и Алтая // Палеонтол. журн. 2013. № 2. С. 55–59.

*Толмачева Т.Ю.* Биостратиграфия и биогеография конодонтов ордовика западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. 263 с.

*Толмачева Т.Ю., Дегтярев К.Е., Шатагин К.Н.* Конодонты среднего ордовика хребта Чингиз (Казахстан): таксономический состав комплекса найманской

свиты и его биогеографическая принадлежность // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 1. С. 12–30.

*Albanesi G.L., Ortega G.* Conodont and graptolite biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina // Stratigraphy and Timescales. First Edition. 2016. V. 1. P. 61–121.

*An T.X., Zhang F., Xiang W.D., Zhang Y.Q., Xu W.H., Zhang H.J., Jiang D.B., Yang C.S., Lin L.D., Cui Z.T., Yang X.C.* The conodonts of North China and the adjacent regions. Science Press, 1983. 223 p. [in Chinese with English abstract]

*Colmenar J., Rasmussen C.M.Ø.* A Gondwanan perspective on the Ordovician radiation constrains its temporal duration and suggests first wave of speciation, fuelled by Cambrian clades // Lethaia. 2017. P. 1–10. https://doi.org/10.1111/let.12238.

*Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Ogg G.M.* The Geologic Time Scale 2020. V. 2. Elsevier, 2020. P. 563–1357.

*Heward A.P., Fortey R.A., Miller C.G., Booth G.A.* New Middle Ordovician (Darriwilian) faunas from the Sultanate of Oman // Proc. Geol. Assoc. 2023. V. 134. Iss. 3. P. 251–268.

*Lofgren A.* Conodont faunas with Lenodus variabilis in the upper Arenigian to lower Llanvirnian of Sweden // Acta Palaeontol. Polon. 2003. V. 48. № 3. P. 417–436.

*Lofgren A.* The conodont fauna in the Middle Ordovician Eoplacognathus pseudoplanus Zone of Baltoscandia // Geol. Mag. 2004. V. 141. № 4. P. 505–524.

*Lofgren A.M., Tolmacheva T.Ju.* Taxonomy and distribution of the Ordovician conodont Drepanodus arcuatus Pander, 1856, and related species // Palaeontologische Zeitschrift. 2003. V. 77. № 1. P. 203–221.

*Loydell D.K.* Graptolite biozone correlation charts // Geol. Mag. 2012. V. 149. P. 124–132.

*Maletz J.* Part V, Second revision, Chapter 24: Infraorder Neograptina and Family Normalograptidae: Introduction, morphology, and systematic descriptions // Treatise online. Number 116. Lawrence, Kansas, USA, 2019. P. 1–15.

*Maletz J., Ahlberg P.* Graptolite biostratigraphy of the Ordovician Almelund and Sularp Shale formations of the Fågelsång-3 drill core, Scania, Sweden // GFF. 2020. V. 142. Iss. 1. P. 33–51.

*Maletz J., Zhang Yuandong.* Part V, Second revision, Chapter 21: Suborder Glossograptina: Introduction, morphology, and systematic descriptions // Treatise online. Number 79. Lawrence, Kansas, USA, 2016. P. 1–22.

*Mango M.J., Ortega G., Albanesi G.L.* Conodont and graptolite biostratigraphy of the lower-middle Darriwilian (Middle Ordovician), Cerro Viejo of Huaco, Argentina Precordillera // Geol. J. 2018. V. 54. Iss. 6. P. 3349–3361. https://doi.org/10.1002/gj.3333

*Mitchell C.E., Chen Xu, Bergstrom S.M., Zhang Yuandong, Wang Zhihao, Webby B.D., Finney S.C.* Definition of the global boundary stratotype for the Darriwilian Stage of the Ordovician system // Episodes. 1997. V. 20. P. 158–166.

*Percival I.G., Quinn C.D., Glen R.A.* A review of Cambrian and Ordovician stratigraphy in New South Wales // Geol. Surv. New South Wales, Quarterly Notes. 2011. V. 137. P. 1–39.

*Rasmussen J.A.* A reinterpretation of the conodont Atlantic realm in the late Early Ordovician (early Llanvirn) // Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium (ECOS VI). Ed. Szaniawski H. Palaeontol. Polon. 1998. V. 58. P. 67–77.

*Repetski J.E.* Conodonts from El Paso Group (Lower Ordovician) of westernmost Texas and southern Mexico // New Mexico Bureau of Mines & Mineral Resources, a division of New Mexico Institute of Mining and Technology. 1982. Mem. 40. 121 p.

*Sennikov N.V., Yolkin E.A., Petrunina Z.E., Gladkikh L.A., Obut O.T., Izokh N.G., Kipriyanova T.P.* Ordovician-Silurian Biostratigraphy and Paleogeography of the Gorny Altai. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2008. 154 p.

*Sennikov N.V., Obut O.T., Lykova E.V., Timokhin A.V., Gonta T.V., Khabibulina R.A., Shcherbanenko T.A., Kipriyanova T.P.* Ordovician sedimentary basins and paleobiotas of the Gorny Altai. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2019. 183 p.

*Serpagli E.* Lower Ordovician conodonts from Precordilleran Argentina (province of San Juan) // Bolletino della Societa Paleontologica Italiana. 1974. V. 13. P. 17–98.

*Serra F., Albanesi G.L., Ortega G., Bergstrom S.M.* Biostratigraphy and palaeoecology of Middle–Late Ordovician conodont and graptolite faunas of the Las Chacritas River section, Precordillera of San Juan, Argentina // Geol. Mag. 2015. V. 152. № 5. P. 813–829.

*Stouge S.* Conodonts of the Middle Ordovician Table Head Formation, western Newfoundland // Fossils and Strata. 1984. V. 16. P. 1–145.

*Stouge S.* Middle Ordovician (late Dapingian–Darriwilian) conodonts from the Cow Head Group and Lower Head Formation, western Newfoundland, Canada // Can. J. Earth Sci. 2012. V. 49. P. 59–90.

*Wang Z.H., Bergstrom S.M., Zhen Y.Y., Zhang Y.D., Wu R.* A revision of the Darriwilian biostratigraphic conodont zonation in Tangshan, Hebei Province based on new conodont collections // Acta Palaeontol. Sinica. 2014.

V. 53. № 1. P. 1–15 [in Chinese with English abstract].

*Zalasiewicz J.A., Taylor L., Rushton A.W.A., Loydell D.K., Rickards R.B., Williams M.* Graptolites in British Stratigraphy // Geol. Mag. 2009. V. 146 (06). P. 785–850.

*Zhen Y.Y., Percival I.G.* Ordovician conodont biogeography – reconsidered // Lethaia. 2003. V. 36. P. 357–369.

*Zhen Y.Y., Percival I.G., Cooper R.A. et al.* Darriwilian (Middle Ordovician) conodonts from Thompson Creek, Nelson Province, New Zealand // Mem. Assoc. Australasian Palaeontol. 2009. V. 37. P. 25–53.

*Zhen Y.Y., Wang Z., Zhang Y., Bergstrom S.M., Percival I.G., Cheng J.* Middle to Late Ordovician (Darriwilian–Sandbian) conodonts from the Dawangou section, Kalpin area of the Tarim Basin, northwestern China // Records of the Australian Museum. 2011. V. 63. № 3. P. 203–266.

*Zhen Y.Y., Percival I.G., Zhang Y.D.* Floian (Early Ordovician) conodont-based biostratigraphy and biogeography of the Australasian Superprovince // Palaeoworld. 2015. V. 24. № 1–2. P. 100–109.

*Рецензенты С.В. Рожнов, Т.Ю. Толмачева*

# Middle Ordovician of the Gorny Altai: Litho-Biostratigraphy and Justification of Regional Units Boundaries

**N. V. Sennikov#, E. V. Lykova, O. T. Obut, N. G. Izokh, T. A. Shcherbanenko, A. V. Timokhin**

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia*

*#e-mail: sennikovnv@ipgg.sbras.ru*

New paleontological and biostratigraphic data were obtained for the five sections, and previously known materials were updated for the three sections of the Middle Ordovician of the Charysh-Inya and Uymen'-Lebed' facies zones of the Gorny Altai. Regional stratigraphic stages namely Kuibyshevo and Kostinsky horizons are discussed in details. By graptolites the complete stratigraphic volume of the Kuibyshevo regional unit is defined as following zonal succession: (1) sinodentatus/Cardiograptus/Oncograptus, sinodentatus, (2) austrodentatus, (3) dentatus; as well as the Kostinsky regional unit within the lentus/balhaschensis/kirgisicus Zone. For the Kostinsky Horizon, Beds with conodonts Eoplacognathus pseudoplanus were defined in the Batun Section, and in the Baraniy-1 Section, the same age Beds with conodonts Semiacontiodus asymmetricus– Parapanderodus striatus were defined. For the first time in the stratotype of the Kuibyshevo Horizon (Maralikha Section), from the Voskresenka Formation, a benthic fauna assemblage represented by brachiopods was found and identified.

*Keywords*: Middle Ordovician, graptolites, brachiopods, conodonts, trilobites, regional stages (horizons), biostratigraphy, Gorny Altai

*СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2024, том 32, № 6, с. 30–73*

*УДК 551.762.3:551.763.1(215-17)*

# ВОЛЖСКИЙ ЯРУС ВЕРХНЕЙ ЮРЫ И РЯЗАНСКИЙ ЯРУС НИЖНЕГО МЕЛА ПАНБОРЕАЛЬНОЙ БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НАДОБЛАСТИ

**© 2024 г. М. А. Рогов[1, *], В. А. Захаров[1], Е. Б. Пещевицкая[2], В. С. Вишневская[1], Н. Г. Зверьков[1], Е. Ю. Барабошкин[1, 3]**

*[1]Геологический институт РАН, Москва*

*[2]Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск*

*[3]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

**e-mail: rogov@ginras.ru*

Поступила в редакцию 02.04.2024 г.
После доработки 23.04.2024 г.
Принята к публикации 15.05.2024 г.

Рассмотрены история изучения волжского яруса верхней юры и рязанского яруса нижнего мела, их географическое распространение и использование в мировой практике, расчленение и корреляция. Приведен обзор данных о распространении в волжском и рязанском ярусах разных групп макро- и микрофоссилий: аммонитов, двустворчатых моллюсков, радиолярий, диноцист и морских рептилий. У всех этих групп, несмотря на существенные различия в образе жизни, волжские и рязанские комплексы, с одной стороны, показывают высокую степень общности по всей Панбореальной надобласти, а с другой стороны – существенные отличия от одновозрастных тетических фаун. Проанализированы биостратиграфические шкалы данного возраста, основанные на последовательностях аммонитов, двустворок, радиолярий и диноцист. Показано, что подъярусные границы волжского яруса надежно прослеживаются по всей Панбореальной надобласти. При этом ни одна граница, кроме подошвы волжского яруса, не соответствует даже зональной границе в надобласти Тетис-Панталасса. Похожая ситуация наблюдается и в рязанском ярусе: его нижняя граница, так же как и граница нижне- и верхнерязанского подъярусов, не совпадает с какой-либо ярко выраженной границей в надобласти Тетис-Панталасса. Обоснована необходимость использования волжского и рязанского ярусов в практике геологических исследований на территории России для всех регионов, где развиты отложения бореального типа, а также включения этих ярусов в Общую стратиграфическую шкалу параллельно с титоном и берриасом. Предлагается отменить постановление МСК России о переводе волжского яруса в ранг региональных стратиграфических подразделений, а также пересмотреть принятую в том же постановлении схему сопоставления волжского и титонского ярусов.

*Ключевые слова*: биостратиграфия, верхняя юра, нижний мел, ярус, моллюски, диноцисты, радиолярии, морские рептилии

**DOI:** 10.31857/S0869592X24060027, **EDN:** VZMIVJ

## ВВЕДЕНИЕ

Волжский и рязанский ярусы – единственные ярусы юрской и меловой систем, чья типовая местность располагается на территории Российской Федерации. В течение длительного времени волжский ярус был включен в Общую стратиграфическую шкалу (ОСШ) и повсеместно применялся на территории СССР и России для расчленения отложений бореального типа. Так продолжалось до 1996 г., когда Межведомственный стратиграфический комитет (МСК) России принял постановление (Жамойда, Прозоровская, 1997), согласно которому волжский ярус переводился в ранг региональных стратиграфических подразделений, а верхневолжский подъярус приравнивался к нижнему берриасу. Хотя сразу была продемонстрирована спорность такого сопоставления и неудачность принятого

МСК решения (Митта, 2001, 2004; Захаров, 2003), а вскоре на основании палеомагнитных исследований была показана ошибочность такой корреляции (Хоша и др., 2007; Брагин и др., 2013; Schnabl et al., 2015), до сих пор сотрудники производственных организаций (в первую очередь геологи-съемщики) обязаны руководствоваться постановлением МСК и использовать названия “титонский ярус” и “берриасский ярус” при изучении пограничных отложений юры и мела. Вследствие как неоднозначностей в сопоставлении волжского яруса с его тетическими эквивалентами, так и неопределенности в положении границы титонского и берриасского ярусов международной шкалы это приводит к постоянной путанице и ошибкам, которые уже более 35 лет затрудняют работу исследователей, в том числе при составлении Госгеолкарты масштабов 1 : 1000000 и 1 : 200000.

Рязанский ярус в качестве нижнего яруса меловой системы был предложен в начале 50-х годов XX века, но до сих пор, несмотря на регулярное употребление в научных публикациях, не фигурировал в качестве яруса ОСШ. В то же время вот уже в течение более 50 лет волжский и рязанский ярусы повсеместно используются при изучении бореальных отложений Арктической Канады, Восточной и Северной Гренландии, Шпицбергена, шельфов Северного, Норвежского и Баренцева морей (рис. 1).

В данной работе мы обосновываем необходимость возвращения волжского яруса в Общую стратиграфическую шкалу России и предлагаем использование этого стратиграфического подразделения при изучении отложений бореального типа как в нашей стране, так и за ее пределами. Рязанский ярус рекомендуется использовать в качестве нижнего яруса меловой системы бореальных бассейнов и также поместить в ОСШ России.

## ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЛЖСКОГО И РЯЗАНСКОГО ЯРУСОВ

Своеобразие морских фаун конца юры и начала мела и высокая степень биогеографической дифференциации моллюсков, по которым осуществлялись расчленение и корреляция отложений, привели к тому, что еще в XIX в. в качестве верхнего яруса юрской системы для разных регионов было предложено три яруса – портландский (d’Orbigny, 1842–1850, типовая местность – Северо-Западная Франция и Англия), титонский (Oppel, 1865, типовая местность не указана, ярус предложен для Южной Европы) и волжский (Никитин, 1881, типовая местность – Верхнее Поволжье, сейчас – Ярославская область). При этом специфика фаун терминальной юры европейской части России была установлена еще раньше, когда К.Ф. Рулье (Рулье, 1845; Rouillier, Frears, 1845) для окрестностей Москвы предложил выделять “ярус с Ammonites virgatus” и “ярус с Ammonites catenulatus”, отвечающие средне- и верхневолжскому подъярусам в современном понимании. В 1884 г. С.Н. Никитин разделил единый волжский ярус на нижний и верхний волжский (или нижневолжский и верхневолжский) ярусы, но в течение некоторого времени в одних и тех же публикациях использовал одновременно все эти подразделения (Никитин, 1884, 1885, 1888) – волжский, нижний волжский и верхний волжский ярусы. Сначала С.Н. Никитин полагал, что волжский ярус завершает юрскую систему. Позднее, во многом из-за ошибочного сопоставления рязанского горизонта с волжскими отложениями, он стал считать волжские ярусы пограничными между юрой и мелом, обозначив их JCra и JCrb (Никитин, 1887, 1888). В противоположность С.Н. Никитину, который отмечал, что волжский ярус сложно сопоставить с западноевропейскими стратиграфическими подразделениями, его современник и оппонент по многим вопросам А.П. Павлов отстаивал точку зрения, согласно которой в европейской части России можно проследить ярусы, установленные ранее в Англии, – кимеридж и перекрывающий его портланд. Для “верхнего портланда”, примерно эквивалентного верхневолжскому ярусу С.Н. Никитина (в его расширенном понимании, вместе с рязанским горизонтом), А.П. Павлов предложил выделять аквилонский ярус (или подъярус). Сначала к аквилонскому подъярусу был отнесен интервал от верхневолжского подъяруса до низов валанжина (Pavlow, Lamplugh, 1892). В дальнейшем Павлов рассматривал аквилон как ярус, эквивалентный верхнему титону и пурбеку, и оставил там только аналоги верхневолжского подъяруса и низов рязанского яруса в современном понимании (Павлов, 1895; Pavlow, 1896). В конце XIX и первой половине XX вв. волжские ярусы, портланд и аквилон употреблялись для бореальных отложений примерно в равной частоте.

В начале XX в. Д.Н. Соколов, основываясь на изучении материала из оренбургской юры, установил существование нового стратиграфического интервала, переходного от кимериджского к нижневолжскому ярусу. Он

писал (Соколов, 1901, с. 56): “Найденная мною в Ветлянском песчанике фауна подтверждает существование горизонта... представляющего переход от кимериджа к нижнему волжскому ярусу. Если для этого горизонта требуется особое название, то я предложил бы назвать его “Ветлянским горизонтом”. Вскоре “ветлянский горизонт” стал использоваться для обозначения интервала выше кимериджа, но ниже волжского яруса также в Поволжье (Зонов, 1937, 1939). В это время уже использовалась зональная шкала “ветлянского горизонта”, разработанная Д.И. Иловайским в начале 1930-х годов, но в полноценном виде опубликованная только

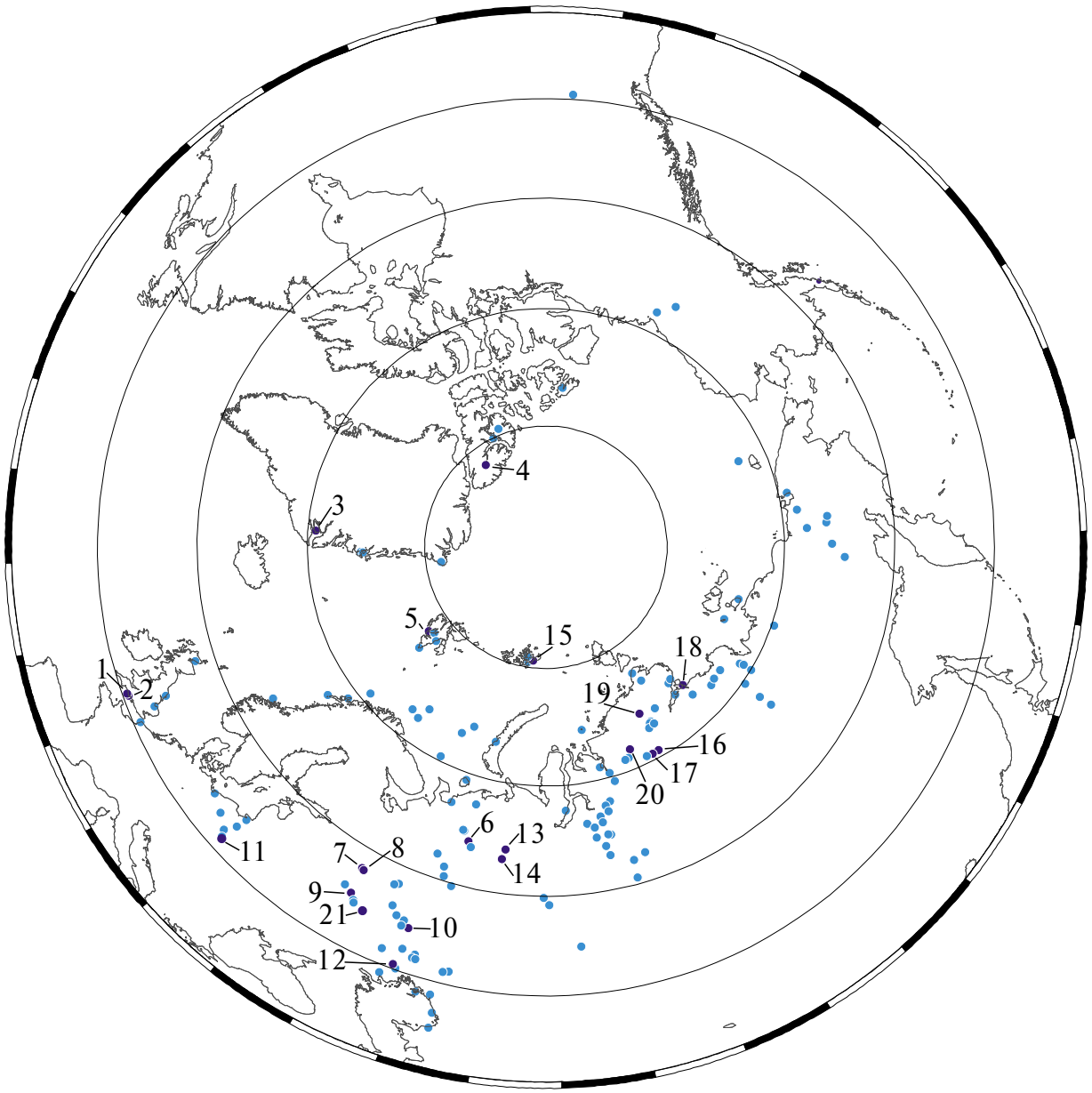


**Рис. 1.** Ключевые и опорные разрезы волжского яруса.
Цифрами обозначены разрезы, имеющие особое значение для разработки зональных шкал разных регионов: 1 – о-в Портленд (стратотип портландского яруса); 2 – Кимериджская бухта (стратотип кимериджского яруса); 3 – Земля Милна; 4 – Роллрок, о-в Элсмир; 5 – м. Фестнинген, Шпицберген; 6 – р. Ижма; 7 – Глебово; 8 – Васильевское; 9 – Карьеры Лопатинского фосфоритного рудника (дополнительный разрез средне- и верхневолжского подъярусов); 10 – Городищи (лектостратотип волжского яруса); 11 – Овадов-Бжезинки; 12 – Бердянка (дополнительный разрез нижневолжского подъяруса); 13 – р. Ятрия; 14 – р. Маурынья; 15 – м. Ламон, о-в Земля Вильчека; 16 – р. Левая Боярка; 17 – р. Хета; 18 – м. Урдюк-Хая, п-в Нордвик; 19 – р. Дябяка-Тари; 20 – скв. Новоякимовская 1; 21 – Никитино–Шатрищи (опорные разрезы рязанского яруса типового региона).

через 6 лет после его смерти (Иловайский, Флоренский, 1941). Тогда же Д.И. Иловайским было предложено поднять ранг “ветлянского горизонта” до “ветлянского яруса”, что нашло поддержку Н.Т. Сазонова (1953, 1956). В то же время В.И. Бодылевский (1956) предлагал относить эти отложения к нижнему волжскому ярусу, и в решении Всесоюзного совещания по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы (Решения..., 1955) “ветлянский горизонт” был включен в состав нижневолжского яруса.

Начиная с 60-х годов XX в. волжский ярус начал широко использоваться при изучении высокоширотных разрезов Северного полушария (Różycki, 1959; Frebold, 1961; Donovan, 1964; Jeletzky, 1965; Parker, 1967). Более того, в 1963 г. произошло два знаковых события, связанных с признанием международного статуса волжского яруса. На заседании Комитета по средиземноморскому мезозою было принято решение рекомендовать в качестве единого яруса Международной стратиграфической шкалы (МСШ) волжский ярус и отказаться от использования титонского яруса (Сазонов, 1964), а при обсуждении объема и границ кимериджского яруса Британский мезозойский комитет рекомендовал принять волжский ярус в качестве верхнего яруса юрской системы (Ager, 1964). К этому времени некоторые зарубежные исследователи уже указывали в корреляционных схемах единый волжский ярус (Enay, 1963). Резолюция по юрской номенклатуре, принятая Комитетом по средиземноморскому мезозою, была рассмотрена на расширенном заседании Бюро Комиссии по юрской системе МСК 28–29 октября 1964 г. На этом заседании единодушно было принято решение о целесообразности рассматривать отложения, ранее выделявшиеся как нижний волжский ярус и верхний волжский ярус, в качестве одного волжского яруса (Крымгольц, 1966; Постановление..., 1966). Лектостратотипом волжского яруса на этом заседании было предложено принять разрез, расположенный на правом берегу р. Волга в 1 км южнее д. Городищи, а в качестве дополнительного разреза – обнажение на р. Бердянка. Вскоре была опубликована статья П.А. Герасимова и Н.П. Михайлова (1966), в которой была дана характеристика волжского яруса как подразделения Общей стратиграфической шкалы, приведены описания лектостратотипа и дополнительных разрезов (кроме разреза на р. Бердянка, в качестве дополнительного разреза для среднего и верхнего подъяруса было дано описание разреза Лопатинского фосфоритного рудника). В рекомендациях прошедшего в Москве в июне 1967 г. Международного симпозиума по стратиграфии верхней юры было отмечено: «...представляется целесообразным сохранение двух ярусов – титонского для средиземноморской области и волжского – для бореальной” (Рекомендации..., 1974, с. 150), что соответствовало Решению пленарного совещания Постоянной стратиграфической комиссии МСК по юре СССР по вопросу о рекомендациях Первого Международного коллоквиума по юрской системе (21 февраля 1963 г.; Крымгольц, 1965). При этом считалось, что объем волжского яруса соответствует объему титона, и поэтому в основании мела советскими исследователями выделялся берриасский ярус, тогда как предложенный Н.Т. Сазоновым (1953) рязанский ярус в течение длительного времени использовался главным образом за рубежом.

В то же время начиная с 70-х годов XX в. появлялось все больше доводов в поддержку того, что объемы волжского и титонского ярусов не совпадают. Как правило, большая часть доказательств строилась исходя из традиционного сопоставления верхней зоны берриаса Boissieri с рязанским горизонтом, с одной стороны, и из анализа тихоокеанских фаун, где бореальные Buchia встречаются совместно с аммонитами тетического происхождения – с другой. В меньшей степени эта корреляция опиралась на данные по берриасу Северного Кавказа, титону Австрии и Южной Германии и волжским отложениям Польши. Несмотря на то, что эти доказательства были косвенными или основывались на спорных определениях, а анализ одних и тех же находок порой приводил разных исследователей к существенно различающимся вариантам бореально-тетической корреляции (Jeletzky, 1984; Zeiss, 1984), постепенно точка зрения, согласно которой границе титона и берриаса соответствует граница средне- и верхневолжского подъярусов, а граница нижне- и средневолжского подъярусов коррелируется с границей среднего и верхнего титона (Zeiss, 1977), приобретала все больше сторонников, в том числе в России. В наиболее полном виде доводы в пользу такого варианта корреляции были сформулированы И.И. Сей и Е.Д. Калачевой. Сначала они были опубликованы в виде отдельной брошюры (Сей, Калачева, 1993), а через некоторое время – в виде статьи (Сей, Калачева, 1997; рукопись подана в журнал в середине 1994 г.). В начале 1995 г. граница юры и мела в Бореальной области стала предметом обсуждения заседания Бюро комиссий по юрской и меловой

системам и была вынесена на рассмотрение расширенного Бюро МСК. Большинство членов комиссий по юрской и меловой системам проголосовало за предлагаемый перенос границы юры и мела в основание верхневолжского подъяруса и за изменение статуса волжского яруса на региональный ярус, что и было в итоге закреплено Постановлением, принятым на расширенном заседании Бюро МСК 2 февраля 1996 г. (Жамойда, Прозоровская, 1997). Волжский ярус был перенесен в ранг региональных ярусов и исключен из Общей стратиграфической шкалы (ОСШ), в которой были оставлены только титон и берриас, а верхневолжский подъярус приравнен по объему к нижнему берриасу. Эта информация была оперативно доведена до сведения Международной подкомиссии по стратиграфии юрской системы (Rostovtsev, Prozorowsky, 1997). С этого времени применение титонского и берриасского ярусов при производстве геолого-съемочных работ стало обязательным, и это непродуманное решение немедленно привело к путанице. В одних случаях, поскольку раньше картировались волжский и берриасский ярусы, а теперь стали титонский и берриасский, к "титону" продолжали относить весь волжский ярус в полном объеме (Государственная..., 2000; Бургуто и др., 2016; Шкарубо и др., 2017). В других случаях (зачастую на соседних листах Госгеолкарты) "титон" и "берриас" понимались в соответствии с Постановлением МСК (Государственная..., 2008), или же здесь применялись волжский и берриасский ярусы (Государственная..., 2006; Проскурнин и др., 2015, 2016). Разумеется, такая же путаница появилась и в статьях. Например, при обсуждении баженовской свиты Западной Сибири иногда вовсе не было понятно, что именно авторы называют "титоном" и "берриасом" (Стафеев и др., 2017). И хотя до самого последнего времени берриасский ярус подразделялся на три подъяруса, в бореальных разрезах России "берриас" стал двучленным. К "нижнему берриасу" относился верхневолжский подъярус, а все вышележащие отложения до подошвы валанжина считались "верхним берриасом", что тоже не прибавило ясности в понимании этих подразделений и их взаимоотношений с подъярусами берриаса надобласти Тетис-Панталасса[1].

Постановление МСК, фактически ликвидировавшее волжский ярус, вызвало резкую критику специалистов по бореальным отложениям (Митта, 2001, 2004; Захаров, 2003), которые считали отказ от волжского яруса ошибкой. К этому времени были получены новые биостратиграфические данные по аммонитам, согласно которым принятое МСК сопоставление нижневолжского и низов средневолжского подъярусов с титоном и рязанского яруса с верхним берриасом было неверным (Рогов, 2002; Rogov, 2004; Митта, 2005).

Вскоре в результате изучения пограничных отложений юры и мела в разрезе на п-ве Нордвик (север Сибири) были получены убедительные палеомагнитные данные, согласно которым большая часть верхневолжского подъяруса сопоставляется с верхами титона и только самые верхи подъяруса должны коррелироваться с нижним берриасом (Хоша и др., 2007). В дальнейшем этот разрез был независимо изучен другой группой исследователей, которые подтвердили положение границы юры и мела в данном разрезе по палеомагнитным данным (Брагин и др., 2013). И уже в 2012 г. было принято совместное решение комиссий МСК по юрской и меловой системам включить в ОСШ волжский и рязанский ярусы параллельно с титоном и берриасом (Протокол..., 2013). В дальнейшем вопрос об отмене этого постановления МСК обсуждался на заседании меловой комиссии (2018 г.) и выносился на Бюро МСК (2019 г.), но идея об отмене постановления МСК поддержки членов Бюро не получила. В 2019 г. было проведено онлайн-голосование Комиссии по меловой системе по вопросам (1) фиксации границы волжского/рязанского ярусов и (2) выбору опорного разреза этой границы. Большинство голосующих высказалось за проведение границы волжского и рязанского ярусов по появлению аммонитов вида Praetollia maynci и выбор разреза Нордвик в качестве опорного.

К настоящему времени доказано, что ни одна подъярусная граница титона не совпадает даже с зональными или подзональными границами волжского яруса (Rogov, 2014; Рогов, 2021), и выделение точных аналогов подъярусов титона (как при трехчленном, так и при двучленном его делении) в бореальных отложениях практически невозможно.

Все эти годы после "ликвидации" волжского яруса данный стратон использовался специалистами из разных стран, изучающими пограничные отложения юры и мела бореальных регионов. Волжский ярус применяется в качестве терминального яруса юры в Арктической

[1] Здесь и далее названия биохорем даны по (Westermann, 2000; Захаров и др., 2003).

Канаде (Galloway et al., 2020; Schneider et al., 2020; Ingrams et al., 2021; Bringué et al., 2022), Восточной и Северной Гренландии (Kelly et al., 2015; Hovikoski et al., 2018; Alsen et al., 2023), на Шпицбергене (Wierzbowski et al., 2011; Hammer et al., 2012; Koevoets et al., 2016, 2018a; Vickers et al., 2023), шельфах Норвежского, Баренцева и Северного морей (Ineson et al., 2003; Mutterlose et al., 2003; Lipinski et al., 2003; Bruhn, Vagle, 2005; Rokoengen et al., 2005; Jackson et al., 2011; Petersen, Jacobsen, 2021), а также в Англии (Gallois, 2011, 2012). И, разумеется, волжский ярус продолжает применяться российскими стратиграфами, изучающими бореальные разрезы. То же самое касается и рязанского яруса. Его продолжают использовать как за рубежом (Alsen, 2006; Koevoets et al., 2019; Frau et al., 2021; Janssen et al., 2022), так и в нашей стране.

Бореальные морские фауны базальной части мела, сейчас относящиеся к рязанскому ярусу, первоначально были описаны в Центральной России С.Н. Никитиным (1888). Эти отложения он относил к нижнему волжскому ярусу, считая их аналогами виргатитовых слоев, но сразу отметил близость встреченных в них аммонитов к таксонам, известным из нижней части меловой системы Западной Европы. При описании вида Hoplites rjasanensis (сейчас Riasanites rjasanensis, вид-индекс нижней зоны рязанского яруса Европейской России) он отметил (Никитин, 1888, с. 92): “Видом наиболее близким к Hoplites rjasanensis я считаю Ammonites Privasensis, описанный и изображенный Pictet... из известняка Berrias и из мергелей с Belemnites latus, следовательно, из самого основания неокома”.

Вскоре Н.И. Криштафовичем (1892а, 1892б) и А.П. Павловым (Pavlow, Lamplugh, 1892) было показано, что слои с Hoplites rjasanensis залегают выше самых верхних горизонтов волжского яруса, а Н.А. Богословским (1895) эти отложения было предложено называть “рязанским горизонтом”. В обстоятельной монографии, посвященной рязанскому горизонту, Н.А. Богословский (1897) привел описания ключевых разрезов этого стратиграфического интервала, не потерявших своего значения и сейчас, а также встреченных здесь аммонитов. Все эти исследователи сопоставляли рязанский горизонт с “верхним титоном”, т.е. с верхней частью берриасского яруса в современном понимании.

В качестве яруса данное стратиграфическое подразделение предложил рассматривать Н.Т. Сазонов (1953). Он писал (Сазонов, 1953, с. 94): “Мы считаем, что самостоятельное стратиграфическое значение рязанского яруса бесспорно. Введение новой стратиграфической единицы – яруса – не усложнит стратиграфическую шкалу нижнемеловых отложений, а наоборот, заполнит недостающий пробел в истории развития фауны за нижнемеловое время и, что самое главное, подчеркнет наличие особой зоогеографической провинции”. Но в СССР это предложение практически не нашло поддержки, и как в Общей стратиграфической шкале, так и в публикациях специалистов в качестве нижнего яруса меловой системы продолжал использоваться берриасский ярус, и лишь иногда в них упоминался рязанский ярус (Егоян, 1971; Кейси и др., 1977; Месежников, 1984). Лишь в 2000-е годы рязанский ярус начал широко использоваться в публикациях (Митта, 2005, 2007, 2021; Mitta, 2017; Урман и др., 2019 и др.) для низов мела европейской части России, тогда как для Сибири чаще использовался его аналог, “бореальный берриас” (Zakharov et al., 1996). В то же время за рубежом исследователи, изучавшие пограничный интервал юры и мела бореальных регионов, начали применять рязанский ярус еще в конце 1950-х годов (Różycki, 1959), а особенно интенсивно – после выхода статьи Р. Кейси (Casey, 1973), где были предложены зональные шкалы верхневолжского подъяруса и рязанского яруса Англии, которые и сейчас применяются для Северо-Западной Европы (Janssen et al., 2022). В настоящее время рязанский ярус широко используется как нижний ярус мела при исследовании шельфов Северного, Норвежского и Баренцева морей, Шпицбергена, Арктической Канады, Восточной Гренландии.

В отличие от волжского яруса, который в типовой местности представлен в полном объеме, рязанский ярус присутствует в европейской части России, видимо, без своей нижней части (полностью или частично отсутствуют аналоги зоны Praetollia maynci Арктики), повсеместно сконденсирован и имеет здесь очень небольшую мощность (Mitta, 2017).

## ГРАНИЦА ТИТОНА И БЕРРИАСА

В 1990-е годы, когда было принято постановление МСК о волжском ярусе, граница между титоном и берриасом большинством специалистов проводилась в основании аммонитовой зоны Berriasella jacobi. Именно такой вариант границы был показан в корреляционных схемах, опубликованных И.И. Сей и Е.Д. Калачевой

(1993, 1995, 1997), а также в Постановлении МСК (Жамойда, Прозоровская, 1997). Этот же уровень границы рассматривался в качестве основного Рабочей группой по берриасу (Zakharov et al., 1996).

В 2000-е годы в значительной мере в связи с преобладанием в Рабочей группе по берриасу специалистов по микрофоссилиям все больше обсуждались варианты проведения границы не по аммонитам, а по кальпионеллидам или известковому наннопланктону. Председатель Рабочей группы по берриасу в 2008–2020 гг. У. Уимблдон поддерживал вариант положения границы в основании зоны Calpionella alpina, хорошо распознающийся в тетических разрезах Средиземноморья, но не совпадающий с ярко выраженными границами, прослеживающимися в других регионах, и с границами, которые устанавливаются по аммонитам. В 2020 г. рабочей группой под руководством У. Уимблдона был предложен разрез ТГСГ (точка глобального стратотипа границы, Global Stratotype Section and Point) берриасского яруса у д. Тре Мариа в Юго-Восточной Франции (Wimbledon et al., 2020a, 2020b) с нижней границей берриаса в основании зоны Calpionella alpina. Этот выбор не был поддержан Подкомиссией по стратиграфии меловой системы, и рабочая группа была расформирована. Следует отметить, что не только положение нижней границы берриасского яруса и меловой системы в основании зоны C. alpina вызывает много вопросов, поскольку корреляционный потенциал этого события недостаточно большой, но и сам предложенный разрез не отвечает нескольким ключевым требованиям, предъявляемым к ТГСГ. Так, в нем прямо на уровне предполагаемой границы имеются тектонические нарушения, в титонской и берриасской частях разреза присутствуют многочисленные прослои брекчий с переотложенными микрофоссилиями. Большинство границ зон по микрофоссилиям вблизи границы титона и берриаса связано с перерывами и совпадает с эрозионными поверхностями (Granier et al., 2020, 2023). В начале 2021 г. была организована новая рабочая группа по берриасскому ярусу, которую возглавил Я. Грабовский. Сейчас обсуждается несколько возможных вариантов проведения границы титонского и берриасского ярусов, располагающихся в интервале от верхнего титона до середины берриаса. Пока ни один из этих интервалов не набрал большинства голосов членов рабочей группы. Ключевое событие для установления этой границы (биотическое, палеомагнитное, изотопное и др.) также остается неопределенным. Поэтому в настоящее время граница титона и берриаса в ОСШ может быть показана только условно.

## БИОТА И ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ ВОЛЖСКОГО И РЯЗАНСКОГО ЯРУСОВ

На протяжении всего мезозоя морские фауны высоких широт сохраняли свое своеобразие и включали значительное число эндемичных таксонов (в том числе высокого ранга), эволюционировавших в этом регионе (Захаров и др., 2002). На рубеже юры и мела эта особенность высокоширотных фаун проявилась особенно ярко из-за сокращения экотонных зон (Захаров, Рогов, 2008) и почти полного прекращения обмена фаунами между высокоширотными и низкоширотными бассейнами. Соответственно, зональные шкалы, разработанные по разным группам морских организмов для волжского и рязанского ярусов, существенно отличаются от одновозрастных шкал титона и берриаса и основаны на представителях разных родов и семейств. Ниже рассматриваются только некоторые характерные группы бореальных фаун. Из других значимых для стратиграфии групп следует отметить в первую очередь фораминифер и белемнитов. По фораминиферам для волжского и рязанского ярусов Арктики разработаны дробные зональные шкалы, которые близки в большинстве регионов (Никитенко, 2009). Сходны между собой и суббореальные шкалы волжского яруса по фораминиферам (Кузнецова, 1979). Шкалы рязанского яруса Арктики менее дробные и, как правило, включают две неполные зоны (Nagy, Basov, 1998; Никитенко и др., 2013). Зональные шкалы по белемнитам для пограничных отложений юры и мела в последние 20 лет активно разрабатывались для разрезов Сибири (Дзюба, 2004, 2012). Хотя они основаны на бореальных родах, для пограничных слоев волжского и рязанского ярусов О.С. Дзюба (2012) использовала виды, впервые описанные из Калифорнии, которые потенциально могут быть применены для межрегиональной корреляции.

### Аммониты

С самого начала изучения волжского яруса ключевое значение для его расчленения и корреляции играли аммониты. Несмотря на заметные различия аммонитовых фаун в разных регионах развития волжского яруса и большое количество применяемых зональных шкал,

аммонитовые комплексы всей Панбореальной надобласти имеют много общего, и все подъярусные границы волжского яруса однозначно прослеживаются по аммонитам (рис. 2). При этом степень общности аммонитовых фаун и стратиграфических шкал постепенно увеличивается от нижневолжского к верхневолжскому подъярусу. В волжском веке наблюдалось постепенное уменьшение таксономического разнообразия аммонитов с минимумом в поздневолжское время, что связано как с полным прекращением связи с тетическими регионами в начале средневолжского времени, так и с постепенной унификацией бореальных фаун (Рогов, 2021).

Нижняя граница волжского яруса совпадает с нижней границей титона. Она хорошо опознается по появлению новых родов виргатитид (Ilowaiskya) и дорзопланитид (Virgatosphinctoides), а в разрезах Центральной Польши, европейской части России, Северо-Западной Европы и Южной Германии совпадает также с исчезновением аулакостефанид (Rogov, 2010; Рогов, 2021). Для бассейнов Русской плиты и прилегающих к ней с юга и юго-востока районов Туранской плиты в ранневолжское время было характерно преобладание виргатитид (роды Ilowaiskya, Michailoviceras) и постоянное присутствие таксонов тетического происхождения (Neochetoceras, Paralingulaticeras, Sutneria, Schaireria и др.), тогда как бореальные дорзопланитиды здесь были сравнительно редки (Рогов, 2017, 2021). В Бореальной области в ранневолжское время встречались почти исключительно Dorsoplanitidae, представленные преимущественно подсемейством Pectinatitinae, а в Северо-Западной Европе и Сибири им сопутствовали Gravesiinae. Несмотря на наличие проливов, которые связывали бореальные и суббореальные бассейны, обмен фаунами между ними в ранневолжское время был очень слабым и односторонним: в суббореальную область проникали только немногочисленные бореальные Gravesiinae (Рогов, 2021).

Граница нижне- и средневолжского подъярусов определяется по появлению новых родов дорзопланитид, распространенных по всей Панбореальной надобласти (Dorsoplanites, Pavlovia; рис. 2). Несмотря на существенные различия в комплексах дорзопланитид разных регионов, некоторые роды (в первую очередь это Dorsoplanites и Pavlovia) были распространены в средневолжское время очень широко, обеспечивая надежную панбореальную корреляцию. В конце средневолжского времени появляются первые краспедитиды (Laugeitinae), которые распространены в Арктике практически повсеместно и при этом в большинстве случаев представлены одной и той же последовательностью видов (Рогов, 2021). В средневолжское время наиболее специфические фауны аммонитов были характерны для бассейнов Среднерусского моря и прилегающих к нему с запада (Польский бассейн) и юго-востока (Прикаспий) акваторий, а также в Северо-Западной Европе. В Среднерусском море и соседствующих с ним бассейнах в первую половину средневолжского времени преобладали Virgatitidae, которые не встречались в других бассейнах. Следует отметить, что средневолжские виргатитиды и дорзопланитиды нередко достигали очень крупных размеров (от 0.5 до 1 м и более в диаметре), причем эта тенденция проявлялась у разных, в том числе напрямую не связанных друг с другом, родов, населявших разные части Панбореальной надобласти. В Северо-Западной Европе в это времени доминировали крупные и гигантские дорзопланитиды, в основном относящиеся к родам Crendonites, Kerberites, Glaucolithites и Titanites (Casey, 1973; Wimbledon, 1984). В конце средневолжского времени, во второй половине фазы Nikitini и ее аналогов произошла резкая перестройка бореальных аммонитовых комплексов, так называемый поздневолжский кризис, в ходе которого произошло существенное сокращение таксономического разнообразия, уменьшение средних и максимальных размеров раковины, ослабление скульптуры и изменение типа развития лопастной линии на поздних стадиях онтогенеза (Rogov, 2013; Рогов, 2021, рис. 8, 11). Дорзопланитиды в это время практически исчезли, лишь в наиболее высокоширотных районах продолжали существовать Praechetaites, и в аммонитовых комплексах повсеместно преобладали Craspeditidae, представленные в бассейнах Северо-Западной Европы подсемейством Subcraspeditinae, в европейской части России – в основном Laugeitinae и первыми Garniericeratinae (Kachpurites) и в Арктике – Laugeitinae (Рогов, 2021).

В начале поздневолжского времени принципиальный характер бореальных аммонитовых фаун остался без изменений, но важным событием стало появление первых Craspedites (Craspedites), которые были распространены с начала поздневолжского времени повсеместно в Панбореальной надобласти, за исключением Северо-Западной Европы (Рогов, 2021). В течение поздневолжского времени в этом бассейне

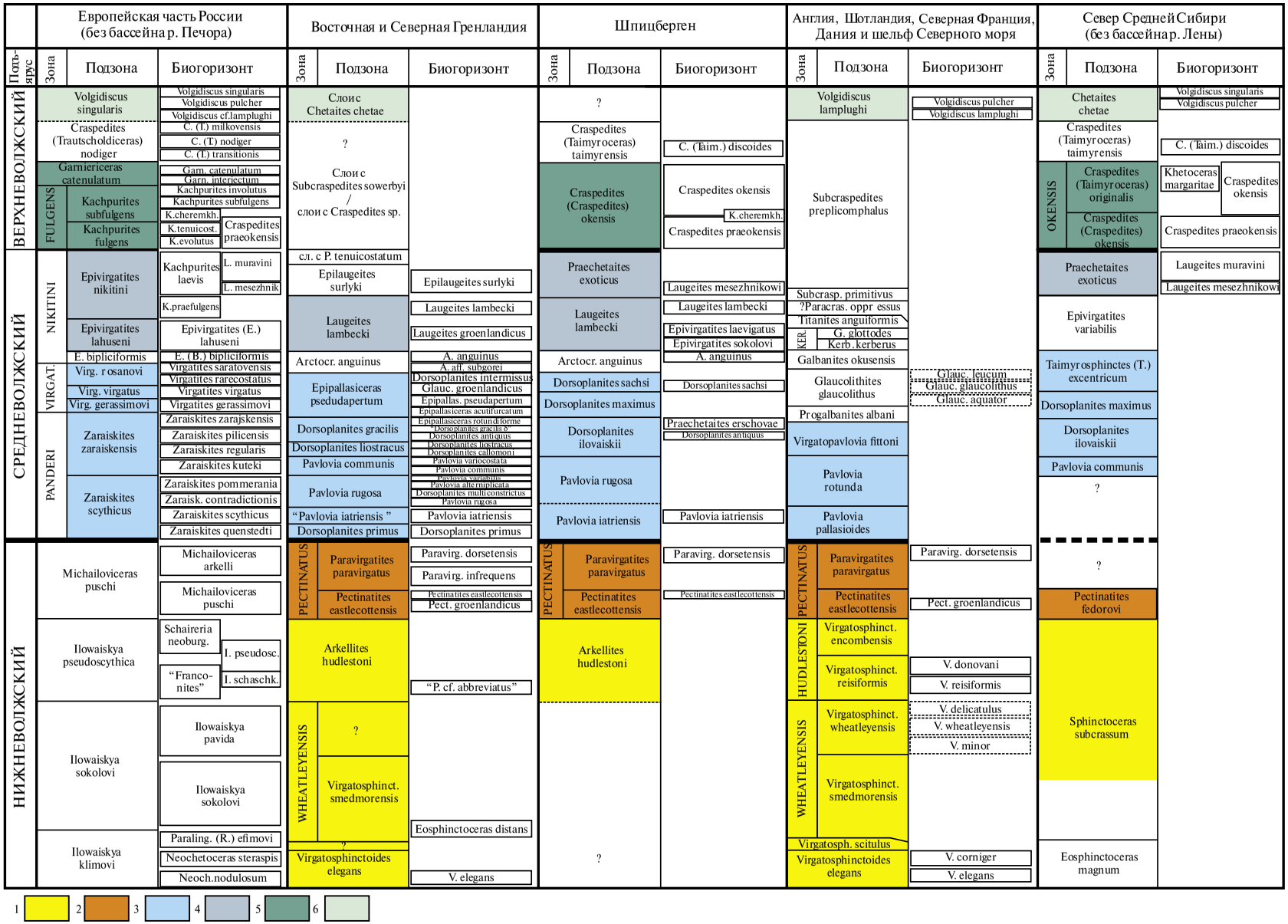


**Рис. 2.** Зональное и инфразональное расчленение волжского яруса по аммонитам (по Рогов, 2021; Киселев, Рогов, 2023).
Одинаковым цветом обозначены интервалы распространения ключевых родов и подродов аммонитов, наиболее значимых для внутрибореальной корреляции:
1 – Virgatosphinctoides; 2 – Pectinatites + Paravirgatites; 3 – Pavlovia + Dorsoplanites; 4 – Laugeites; 5 – Craspedites (Craspedites); 6 – Volgidiscus + Chetaites.

доминировали Subcraspeditinae, в Среднерусском море – Garniericeratinae (за исключением терминальной части этого временного интервала), а в остальной части надобласти – Craspeditidae (Rogov, 2020). В то же время обмен фаунами между разными частями Панбореальной надобласти продолжался: Kachpurites проникали в Западносибирский бассейн и на Шпицберген, Subcraspeditinae – в Среднерусское море (Rogov, 2020). В самом конце поздневолжского времени (фаза Lamplughi/Singularis) в Арктике широко расселились субкраспедитины Volgidiscus (Киселев, Рогов, 2023). При этом на северо-западе Европы и в Среднерусском море они образовывали моновидовые сообщества, тогда как в остальных районах Арктики преобладали или Craspedites (Taimyroceras), или дорзопланитиды Chetaites. На рубеже волжского и рязанского веков в бореальных бассейнах наиболее значимым событием является смена Volgidiscus на Praetollia, тогда как роды Chetaites и Craspedites известны как ниже, так и выше границы (Рогов, 2021). Именно по этой причине при обсуждении верхней границы рязанского яруса в Комиссии по меловой системе МСК в 2019 г. большинство высказалось за проведение границы волжского/рязанского ярусов по появлению аммонитов вида Praetollia maynci.

В настоящее время зональные и инфразональные шкалы по аммонитам разработаны для всех крупных регионов Панбореальной биогеографической надобласти (Рогов, 2021, рис. 107). Несмотря на различия в зональных и инфразональных шкалах, наличие значительного числа межрегионально коррелируемых уровней в волжском ярусе (22, если считать от границы с кимериджским ярусом до границы с рязанским ярусом) позволяет надежно сопоставлять шкалы разных районов распространения волжского яруса, в том числе повсеместно однозначно определять положение подъярусных границ. Инфразональная шкала волжского яруса типового региона – центральных районов европейской части России – построена в первую очередь на основе филогенетических биогоризонтов, отражающих эволюцию виргатитид (нижневолжский подъярус и низы средневолжского подъяруса), дорзопланитид (верхняя часть средневолжского подъяруса) и краспедитид (терминальная часть средневолжского подъяруса–верхневолжский подъярус), что обеспечивает высокую надежность шкалы и ее значительный корреляционный потенциал при нахождении отдельных элементов инфразональной последовательности за пределами рассматриваемого региона (Рогов, 2013, 2017, 2021). В других регионах инфразональные шкалы менее детальны; наиболее полные инфразональные последовательности установлены к настоящему времени в Восточной Гренландии (Callomon, Birkelund, 1982; Рогов, 2021) и на Шпицбергене (Rogov et al., 2023b); в других областях распространения волжского яруса, как правило, устанавливаются лишь отдельные биогоризонты или их короткие последовательности. Зональные шкалы по аммонитам обеспечивают наиболее дробное расчленение и детальную корреляцию волжских отложений по всей Панбореальной надобласти (рис. 2).

В отличие от зональных шкал волжского яруса, демонстрирующих очень высокое разнообразие (что вызвано высокой степенью биогеографической дифференциации фаун), для рязанского яруса всей Арктики (рис. 3) может быть использована шкала, первоначально разработанная на разрезах севера Сибири (Сакс, Шульгина, 1962, 1964, 1969; Алексеев, 1984). Существенно отличающиеся шкалы (рис. 3) разработаны только для Северо-Западной Европы (Casey, 1973), где, несмотря на различия видов-индексов, принципиальная последовательность зон близка к таковой Арктической шкалы, а также для типового региона (Восточно-Европейская платформа; Рогов и др., 2015; Mitta, 2017; Митта, 2019а, 2019б, 2021), где шкала в значительной степени основана на аммонитах тетического происхождения (Himalayitidae), хотя во всем рязанском ярусе встречаются бореальные аммониты, относящиеся к широко распространенным в Арктике родам (Митта, 2019а, 2019б). Степень детальности расчленения рязанских отложений отстает от таковой для волжского яруса: в рязанском ярусе преимущественно используются только зоны, без более дробных стратонов (Casey, 1973; Игольников, 2019; Митта, 2021). Это связано как с меньшей изученностью рязанских отложений и аммонитовых фаун по сравнению с волжскими, так и, видимо, с меньшей продолжительностью рязанского века. В европейской части России дополнительным неблагоприятным фактором, препятствующим дальнейшей детализации шкалы по аммонитам, является небольшая мощность отложений, обилие перерывов и горизонтов конденсации. Поэтому, несмотря на многочисленные новые данные, появившиеся в последние 20 лет, главным образом благодаря исследованиям В.В. Митта (обобщены в Mitta, 2017; Митта, 2019а, 2019б, 2021), зональная шкала за это время осталась без особых

изменений, а предлагавшиеся инфразональные подразделения (Митта, 2007) в дальнейшем не использовались.

Несмотря на присутствие общих родов и в меньшей степени видов в рязанском ярусе европейской части России, Северо-Западной Европы и Сибири, сопоставление шкал этих регионов остается в той или иной степени условным. Наиболее важным широко прослеживаемым интервалом является зона Hectoroceras kochi, которая может быть установлена во всех этих регионах (в типовом регионе ей соответствует зона Riasanites rjasanensis, в которой также встречаются Hectoroceras). Сопоставление более высоких интервалов рязанского яруса основывается в первую очередь на данных о смене Surites на Bojarkia, которые за пределами Сибири остаются неоднозначными (Janssen et al., 2022).

**Двустворчатые моллюски (семейство Buchiidae)**

В дополнение к зональным шкалам по аммонитам большое значение для расчленения бореальных разрезов в пограничном интервале юры и мела имеют шкалы, основанные на последовательности двустворчатых моллюсков родов Buchia и Praebuchia семейства Buchiidae (Захаров, 1981; Zakharov, 1987). Расселение этих двустворок не контролировалось фациями, благодаря чему одни и те же виды бухиид встречались в Северном полушарии по всей Панбореальной надобласти, а в отдельные временные интервалы проникали также за ее пределы, присутствуя в том числе в таких регионах, где находки бореальных или суббореальных аммонитов неизвестны, например в Мексике, на Кубе, в Крыму, Закаспии, на Кавказе и в Закавказье (Янин, 1970; Товбина, 1988; Zakharov, Rogov, 2020; Захаров, 2022). Поэтому в региональных шкалах, основанных на бухиях, преобладают бухиазоны с одинаковыми видами-индексами, а находки бухий с аммонитами тетического происхождения имеют важнейшее значение для бореально-тетической корреляции терминальной юры. При этом скорость эволюции бухиид на рубеже юры и мела была очень высока, и продолжительность бухиазон здесь сопоставима с продолжительностью зон по аммонитам. Зональные шкалы по бухиидам разрабатывались начиная с конца XIX в. (Лагузен, 1888). Наиболее полная и детальная последовательность бухиид установлена в верхнебатском–нижнеготеривском интервале Восточной Сибири (Захаров, 1981). Преимущество сибирской шкалы перед разрабатываемой в те же годы североамериканской шкалой заключается в том, что сибирские разрезы хорошо охарактеризованы находками аммонитов, что позволило детально скоррелировать бухиазоны с аммонитовыми зонами и подзонами. Недостаточно точная корреляция аммонитовых и бухиевых зон отмечается только в нижневолжском подъярусе и низах средневолжского подъяруса, так как этот интервал на севере Восточной Сибири представлен не в полном объеме и сильно конденсирован. За пределами Сибири хорошо охарактеризованных бухиями и аммонитами и в то же время детально изученных разрезов не так много. Достаточно полные и привязанные к аммонитовой зональной шкале последовательности бухий установлены на Приполярном Урале и бассейне р. Печора (Месежников и др., 1979), а также в Западной Сибири (Месежников и др., 1984; Захаров, Лебедев, 1986). В то же время в типовом регионе волжского и рязанского ярусов, в Поволжье, волжские бухии требуют ревизии. Лишь по последовательности бухий рязанского яруса имеются новые сведения (Урман и др., 2019), но различия в составе комплексов разных разрезов фактически позволяют здесь выделить только слои с Buchia volgensis. В разрезе Кашпир внутри интервала с B. volgensis можно наметить последовательность B. okensis–B. jasikovi–B. tolmatschowi (Baraboshkin et al., 2016), но сложно сказать, можно ли ее проследить в других разрезах этого региона.

В настоящее время зональные шкалы по бухиидам разработаны для всех районов Панбореальной биогеографической надобласти, но положение границ бухиазон по отношению к аммонитовым зонам и даже подъярусам не всегда точно определено, особенно там, где находки аммонитов редки (например, на Северо-Востоке России). Границы бухиазон устанавливаются или по появлению вида-индекса, или по многочисленным находкам вида-индекса, который может встречаться также за пределами своей зоны (Zakharov, 1987). Одинаковая стратиграфическая последовательность бухий на обширной территории севера Евразии и Северной Америки позволяет считать слои, содержащие одни и те же или викарирующие виды бухий, геологически одновозрастными (рис. 3, 4). К сожалению, бухиазоны не позволяют провести границу волжского и рязанского ярусов, поскольку бухиазона Unschensis охватывает кровлю юрской системы и подошву меловой.

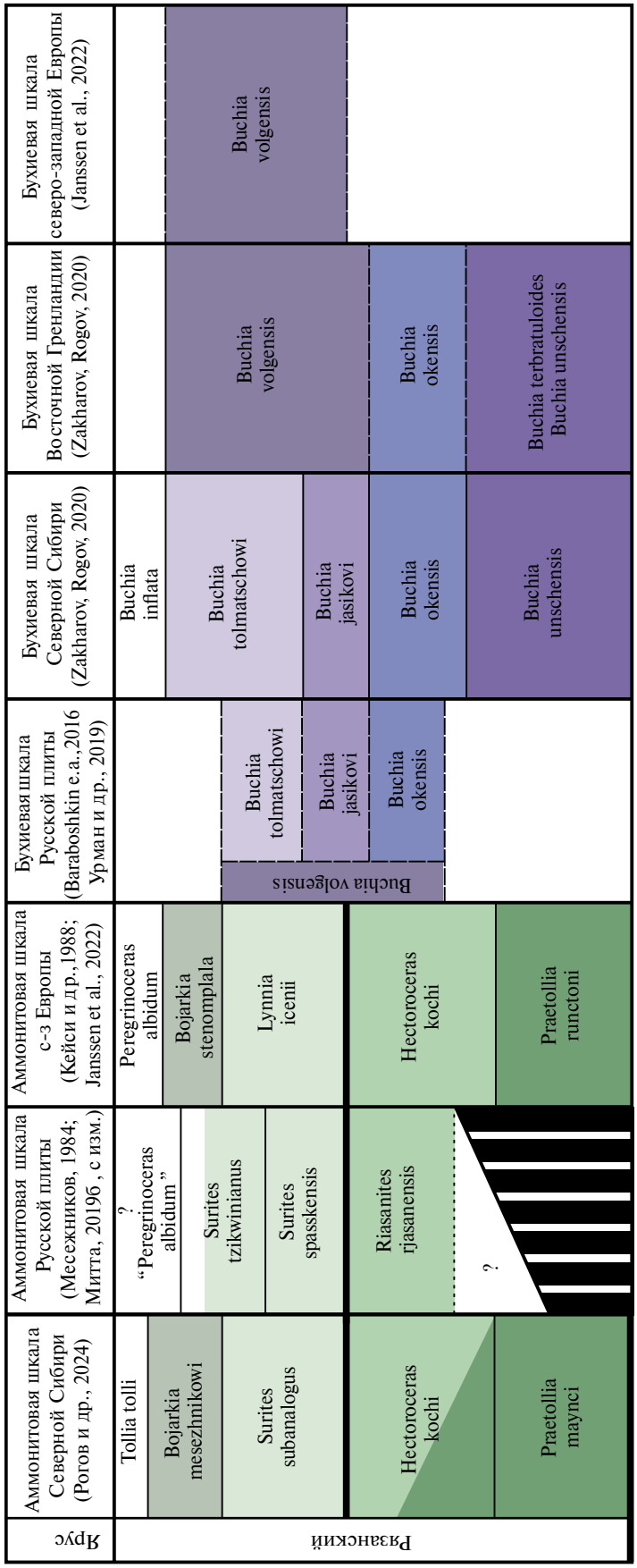


**Рис. 3.** Зональное расчленение рязанского яруса по аммонитам и двустворчатым моллюскам.
Одинаковым цветом обозначены для бухий – зоны и слои с идентичными видами-индексами (см. также рис. 4, 5); для аммонитов – интервалы распространения ключевых родов: 1 – Praetollia; 2 – Hectoroceras; 3 – Surites; 4 – Bojarkia.

**Рис. 4.** Зональное расчленение волжского яруса по двустворчатым моллюскам рода Buchia (Rogov, Zakharov, 2009; Zakharov, Rogov, 2020, с дополнениями) и его сопоставление со шкалами Тихоокеанского региона.

Панбореальная корреляция волжских и рязанских бухиазон недавно была опубликована авторами (Rogov, Zakharov, 2009; Zakharov, Rogov, 2020) и здесь приводится практически в неизмененном виде (рис. 3, 4). Лишь граница бухиазон Jasikovi и Tolmatschowi в настоящей работе понижена до нижней части аммонитовой зоны Subanalogus, исходя из данных о распространении видов-индексов зон (Захаров, 1981).

**Радиолярии**

Радиолярии в волжских отложениях России известны давно. Впервые присутствие радиолярий в волжских фосфоритах бассейна р. Вятка отметил Н.Г. Кассин (1928), а позднее собранные им материалы по шлифам были описаны А.В. Хабаковым (1937). Волжские радиолярии Тимано-Печорского и Баженовского нефтегазоносных районов были предметом изучения Г.Э. Козловой (1983, 1994; Брадучан и др., 1986), которая предложила выделять характерные стратиграфически значимые средневолжский, средне-верхневолжский, верхневолжский–берриасский комплексы. Эти комплексы в ранге слоев с фауной приняты в региональной стратиграфической схеме верхней юры Западной Сибири (Решение..., 2004). Позже была предложена несколько иная последовательность комплексов для Западной Сибири (Амон, 2011). Вместе с тем указанные выше биостратиграфические схемы страдали тем основным недостатком, что все их виды-индексы не были признаны валидными (O'Dogherty et al., 2009), поскольку были описаны по случайным срезам в шлифах. Волжские комплексы радиолярий были описаны также из бассейна р. Волга (разрез Городищи; Вишневская, Барабошкин, 2001), р. Мезень (разрез по р. Пеша; Vishnevskaya, Kozlova, 2012), волжско-рязанские комплексы – на арктическом побережье в разрезе Нордвик (Брагин, 2011), а рязанские – в дельте р. Лена (Вишневская и др., 2014) (рис. 5). Н.Ю. Брагиным (2011) в пограничном интервале юры и мела разреза Нордвик (Арктическая Сибирь) были установлены два существенно различных комплекса радиолярий: с Arctocapsula magna (средний подъярус волжского яруса, зона Epivirgatites variabilis) и с Arctocapsula perforata (верхи верхнего подъяруса волжского яруса–низы рязанского яруса, зоны Chetaites chetae и Chetaites sibiricus), в составе которых имеется только один общий вид (Acaeniotylopsis nordvikensis Bragin), а родовой состав сильно различается.

В последние годы вырос интерес к радиоляриям баженовской свиты Западной Сибири. Из-за редкости находок макрофауны в керне возраст шести пачек баженовской свиты и ее аналогов устанавливается не всегда, а на площади отмечается скольжение их датировок (Дзюба и др., 2022; Панченко и др., 2022). Недостаток определимых макрофоссилий в керне из баженовской свиты (см. рис. 9–10 в Панченко и др., 2022) или даже их полное отсутствие в высокоуглеродистых кремнистых интервалах (Панченко и др., 2015) обусловили необходимость привлечения непалеонтологических и микропалеонтологических методов для расчленения и корреляции этих отложений. Поскольку пограничные отложения юры и мела (баженовская свита и ее аналоги) в Западной Сибири не выходят на поверхность и изучаются только по керну, находки радиолярий, которые являются в этом интервале породообразующими, имеют особое значение, так как вероятность их обнаружения в керне намного выше, чем у руководящей макрофауны.

В связи с вышеперечисленным возникла необходимость более углубленного изучения радиолярий из кернового материала с использованием новых, более современных методов исследований (Вишневская и др., 2020; Исаева и др., 2023; Исаева, Гатовский, 2023).

Применение метода рентгеновской микротомографии и химического выделения объемных форм радиолярий из карбонатно-кремнистых пород позволило установить пять стратиграфических подразделений в ранге зон и слоев и охарактеризовать виды-индексы зональных комплексов радиолярий (Вишневская и др., 2020 и др.) (рис. 5). В последние годы новый вариант схемы стал использоваться как для биостратиграфического расчленения, так и для корреляции разрезов баженовского горизонта (Панченко и др., 2015, 2021; Vishnevskaya, 2017; Амон и др., 2022).

В Арктической области России современная радиоляриевая схема расчленения волжских отложений предложена только для баженовской свиты Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Вишневская и др., 2020). В основании баженовской свиты выделяется зона Parvicingula antoshkinae–P. blowi (нижний подъярус волжского яруса–низы среднего подъяруса волжского яруса), виды-индексы которой представлены высококоническими циртоидными Nassellaria с большим числом камер. В зональном комплексе присутствуют все морфологические группы радиолярий (Амон и др., 2022). Слои с P. blowi могут быть установлены в разрезе

**Рис. 5.** Расчленение волжского и рязанского ярусов по радиоляриям.

Городищи в пределах нижневолжских аммонитовых зон от Klimovi до Pseudoscythica по массовым находкам вида-индекса (Вишневская, Барабошкин, 2001). Вышеследующая в баженовской свите средневолжская зона Parvicingula jonesi–P. excelsa представляет значительный интерес благодаря тому, что к этому интервалу разреза, сложенному керогено-кремнистыми породами, приурочены максимальные нефтепроявления (Калмыков, Балушкина, 2017). Виды-индексы относятся к таксонам с наибольшим числом камер и хорошо диагностируются как в СЭМ, так и в оптическом световом микроскопе (Вишневская и др., 2020). Возраст зоны подтвержден находками Epivirgatites cf. laevigatus Rogov в стратотипе, а также единичных аммонитов зон Groenlandicus, Vogulicus и Exoticus в верхах зоны других разрезов (Брадучан и др., 1984; Панченко и др., 2015). Интервалу этой зоны, возможно, частично отвечают средневолжские слои с Parvicingula papulata в Баренцевоморско-Печорской области, слои с Parvicingula jonesi из аммонитовых зон Panderi–Virgatus бассейна р. Мезень (Vishnevskaya, Kozlova, 2012), а в разрезе Городищи – слои с высококоническими Parvicingula, составляющими более 50% от состава комплекса, из сланценосной толщи аммонитовой зоны Panderi (Вишневская, Барабошкин, 2001). Выделять верхневолжскую зону Parvicingula rotunda–P. alata позволяет первое появление зонального вида Parvicingula alata Kozlova et Vishnevskaya, 2012 и акме P. rotunda (Hull, 1977), последний вид-индекс хорошо определяется в СЭМ и по рентгеновской микротомографии (Вишневская и др., 2020). В поздневолжское время отмечается общее уменьшение высоты раковин циртоидей и полное исчезновение высококонических форм радиолярий. Зона Parvicingula rotunda–P. alata подтверждена находками аммонитов зоны Chetae в разрезах Широтного Приобья (Панченко и др., 2015) и может быть прослежена в Поволжье, где близкий комплекс установлен в аммонитовых зонах Catenulatum–Nodiger (рис. 5). Зона Parvicingula rotunda–P. alata в Западной Сибири часто отделяется от зоны P. jonesi–P. excelsa маломощным микропрослоем с переотложением карбонатного материала, детрита бухий, битой ракушки призматических слоев иноцерамов. В низах зоны выделяется несколько туфогенных прослоев (Панченко и др., 2021, 2022).

Внезапная вспышка численности радиолярий рода Williriedellum (Вишневская, 2019), представители которого прекрасно узнаются как в СЭМ, так и в оптическом микроскопе и по рентгеновской микротомографии, позволяет выделять основание верхневолжско-рязанской зоны Parvicingula khabakovi–Williriedellum salymicum в толще кремнисто-карбонатных пород Западной Сибири. Вид-индекс Williriedellum salymicum является эндемиком Арктической области, он впервые был описан из зоны Kochi Верхнесалымской скв. 17Р (Брадучан и др., 1984) и встречается вплоть до зоны Mesezhnikowi (Панченко и др., 2015) в разрезах центральной части Западной Сибири (Широтное Приобье).

Зональные виды волжского яруса (Parvicingula blowi, P. jonesi, P. rotunda, впервые описанные из Калифорнии) были ранее использованы в качестве видов-индексов верхнекимеридж-титонских и титонских слоев для расчленения кремнистых разрезов Чукотского и Корякско-Камчатского регионов Северо-Востока России (Filatova et al., 2022). Потенциально эти виды могут быть использованы для межрегиональной корреляции. Североамериканская зональная схема по радиоляриям демонстрирует широкое использование видов семейства Parvicingulidae (Parvicingula blowi, P. excelsa, P. jonesi), которые являются важными биостратиграфическими маркерами или видами-индексами. Для верхней части титона и нижней части берриаса Северо-Востока России предложен единственный стратон по радиоляриям (слои с Parvicingula khabakovi–Mirifusus baileyi). Благодаря присутствию Parvicingula khabakovi в большинстве разрезов Арктической области (Нордвик, Западная Сибирь, Печора) и в Тихоокеанской области (Северо-Восток России, Калифорния), он также может быть использован в целях стратиграфической корреляции. Среднему–верхнему берриасу и нижнему валанжину отвечают слои с Sethocapsa trachyostraca–Mirifusus chenodes. Их виды-индексы в Бореально-Атлантической и Арктической областях до настоящего времени не встречены. В единичных случаях разрезы, откуда известны радиолярии, охарактеризованы находками берриас-валанжинских Buchia (Вишневская, 2001). В тетической радиоляриевой схеме граница юры и мела проходит внутри зоны 13, которая включает в себя верхи титона и низы берриаса. Корреляция радиоляриевых подразделений Северо-Тихоокеанского региона России, а также Арктo-Бореального, включающего Баренцевоморский, Верхневолжский регионы, север Западной Сибири и Лаптевоморский регион, возможна с радиоляриевыми зонами Северной Америки и затруднена с тетическими, поскольку отсутствуют тетические маркирующие виды.

Но в североамериканской радиоляриевой схеме, как и в схеме по радиоляриям, предложенной для Аргентины, верхам титона отвечает зона 4α, а низам берриаса зона 5 (Вишневская, 2020).

Таким образом, радиолярии, при отсутствии руководящей макрофауны, являются одним из значимых инструментов для стратиграфического расчленения и корреляции глинисто-кремнистых и карбонатно-кремнистых разрезов Панбореальной надобласти.

### Диноцисты

Систематическое изучение ископаемых цист динофлагеллат (диноцист) на территории России было начато Т.Ф. Возженниковой в 60-х годах прошлого века. В своих исследованиях она основное внимание уделяла морфологии и систематике этой группы микрофоссилий и проблемам терминологии, поскольку эти вопросы в то время были недостаточно разработаны. В результате этих исследований были опубликованы монографии, где приведены описания многих видов, родов и семейств (Возженникова, 1965, 1967, 1979). В том числе сюда вошли и материалы по волжскому и рязанскому ярусам из различных местонахождений на территории европейской части России и Сибири. В описаниях таксонов были приведены сведения об их стратиграфическом распространении, но в широком диапазоне, до яруса. Детальных биостратиграфических исследований Т.Ф. Возженниковой не проводилось.

В дальнейшем палинологами отмечалось присутствие диноцист в волжском ярусе, но состав альгологических комплексов не описывался. Первая последовательность волжско-валанжинских диноцист была опубликована по материалам из разрезов Кузьминское, Чевкино и Черная речка бассейна р. Ока (Федорова, Грязева, 1984). В цитированной работе приведено биостратиграфическое распределение диноцист относительно аммонитовых зон с указанием полуколичественных характеристик таксонов. Для комплекса диноцист из верхневолжского подъяруса (зона Subditus (=Catenulatum здесь)) отмечалось обилие рода Tenua (до 28%) и разнообразие Gonyaulacysta, а также присутствие таксонов, которые сегодня рассматриваются как стратиграфически важные: род Spiniferites и вид Gochteodinia villosa (Vozzh.) Norris.

Зональное расчленение волжского яруса по диноцистам для европейской части России было предложено на основании изучения типовых разрезов Городищи и Кашпир, а также разреза Кузьминское (Riding et al., 1999). Было установлено четыре зоны, границы которых определялись по появлению и исчезновению стратиграфически важных таксонов. Для каждой зоны также были описаны характерные комплексы диноцист, приведены количественные характеристики родов и видов и их динамика по разрезам. Позднее в биостратиграфическую последовательность диноцистовых биостратонов и состав стратиграфически важных таксонов были внесены уточнения и дополнения по материалам из разреза Городищи (Пещевицкая, 2021). Отметим, что диноцистовые биособытия, которые положены в основу расчленения волжского яруса европейской части России, имеют значительный корреляционный потенциал и прослеживаются на близких стратиграфических уровнях как на территории Сибири, так и на севере Западной Европы, где шкала по диноцистам разработана наиболее детально (рис. 6). Иностранными авторами по материалам разрезов Городищи и Кашпир было предложено альтернативное расчленение волжского яруса по диноцистам (Harding et al., 2011). Причины отказа от предыдущей модели в статье не объяснялись. Это альтернативное расчленение вряд ли можно рассматривать как удачное, поскольку для определения границ диноцистовых зон были выбраны в основном таксоны широкого стратиграфического диапазона (Пещевицкая, 2021).

Сравнительный анализ комплексов диноцист из волжского яруса и его стратиграфических аналогов показывает значительное сходство родового состава диноцист на территории европейской части России, Североморского региона и Болгарии, что было обусловлено связями между этими акваториями через Датско-Польский и Каспийский проливы (Пещевицкая и др., 2022). Наибольшая взаимосвязь наблюдается между ассоциациями диноцист Русского моря и североевропейских акваторий, что проявляется и в биостратиграфических последовательностях: в нижней и средней частях волжского яруса для этих регионов выделяется несколько реперных коррелятивных биособытий (рис. 6). Следует отметить, что эти корреляционные рубежи прослеживаются и на северо-западном побережье Атлантики, поскольку детальная последовательность североевропейских диноцистовых зон хорошо работает в этом регионе. Это является естественным следствием близости северных районов Западной Европы и Америки в конце юры, поскольку раскрытие

**Рис. 6.** Ключевые биостратиграфические маркеры по диноцистам в волжском ярусе и его стратиграфических аналогах на территории Сибири, Восточной и Западной Европы.
Цветной шрифт: синий – сибирские маркирующие таксоны диноцист, зеленый – североморские, фиолетовый – общие для североморского региона и Польши, красный – маркеры, которые прослежены в бореальных, суббореальных и тетических областях; жирный шрифт: маркеры, прослеженные в разных районах на близких стратиграфических рубежах; ПО – постоянное присутствие. Калибровка диноцистовых и выделенных по другим группам биостратонов здесь и на рис. 7, 8 приведена в авторских вариантах. Аммонитовая шкала в левой части рисунка – Бореальный стандарт по Никитенко и др. (2015а). Зона Praechetaites exoticus в этой шкале рассматривается как подзона зоны Craspedites okensis, а не как терминальная зона средневолжского подъяруса.

Палеоатлантики практически только начиналось. В то же время попытку опознать североевропейские диноцистовые зоны в волжском ярусе Польши нельзя назвать удачной (рис. 6). Ситуация сходна с европейской частью России: выделить их напрямую невозможно, но имеется несколько рубежей, где ключевые таксоны появляются/исчезают на стратиграфически близких уровнях. Интересно отметить, что уровень появления рода Muderongia на территории Польши ближе к сибирскому, в то время как в Европейской России он лучше сопоставляется с североморским. Некоторые биособытия также прослеживаются в тетических районах, но в большинстве случаев на других стратиграфических уровнях (рис. 6). Отметим, что в южных областях Европы верхи юры, представленные здесь титонским ярусом, часто сложены известковистыми отложениями, неблагоприятными для сохранения органикостенных диноцист. Данных по этим районам меньше, комплексы диноцист часто обеднены и, видимо, не в достаточной мере отражают состав сообществ динофлагеллат, обитавших в то время в тетических акваториях. Возможно, с этим связаны и различия в диноцистовых последовательностях разных тетических районов (рис. 6). К концу волжского века сходство диноцистовых ассоциаций европейской части России и других районов сокращается незначительно (Пещевицкая и др., 2022). Предполагается, что это связано со способностью динофлагеллат образовывать цисты и таким образом преодолевать экологические барьеры, возникавшие в результате обмеления и периодического закрытия проливов. Тем не менее это сокращение таксономического сходства находит свое отражение в биостратиграфических последовательностях: корреляционных реперов между европейской частью России и Североморским регионами не наблюдается.

Для волжских комплексов диноцист европейской части России характерно разнообразие и иногда большое количество (до 85%) представителей рода Cribroperidinium, особенно в средней и верхней частях яруса (Riding et al., 1999; Пещевицкая, 2021; Пещевицкая и др., 2022). В нижней половине яруса (до средней части зоны Panderi) обилен род Dingodinium (30–76%), показатель средней и глубоководной частей неритовой зоны и хорошей аэрации водных масс (Пещевицкая, 2021; Лидская, 2023а). В средней и верхней частях яруса наблюдаются количественные пики индикаторов нестабильных и дизоксидных условий: диноцист простой морфологии групп Escharisphaeridia и Pilosidinium (до 40%) и празинофитов (до 90%). Для самых верхов волжского яруса по материалам из разрезов Ярославской области установлен комплекс с доминированием Senoniasphaera, Circulodinium, Meiourogonyaulax, характерный для мелководных обстановок (Лидская, 2023б). В целом состав комплексов микрофитопланктона в верхней части волжского яруса европейской части России отражает регрессивный тренд.

В Западной Сибири диноцисты менее обильны и разнообразны. Тем не менее биостратиграфическая последовательность по этой группе в волжском ярусе здесь установлена по материалам скважин из Уренгойского, Шаимского, Ажарминского и Васюганского районов (Шурыгин и др., 2000; Ильина, 2003; Ilyina et al., 2005). Представительные комплексы диноцист изучены в разрезе скв. Тюменская СГ6 (Ilyina et al., 2005). В нижней части волжского яруса обильны Systematophora, Sentusidinium, Cribroperidinium, характерно присутствие Ambonosphaera delicata Leb. Эти черты комплекса имеют региональное значение. Выше по разрезу количество диноцист сокращается, увеличивается доля празинофитов. В верхней части яруса они часто являются доминантами, что особенно характерно для баженовской свиты (Шурыгин и др., 2000; Ильина, 2003; Ilyina et al., 2005). Некоторые диноцистовые биособытия в средней части волжского яруса обеспечивают корреляцию с Восточной Сибирью и европейской частью России (рис. 6). Отличительной чертой последовательностей микрофитопланктона в верхней части яруса является чередование празинофитовых ассоциаций и комплексов диноцист с характерными Paragonyaulacysta? borealis (Brid. et Fish.) Stov. et Ev. и Tubotuberella rhombiformis Vozz. Эти признаки комплексов микрофитопланктона прослежены на Приполярном Урале в разрезе Ятрия в интервале зон Subditus–Chetae (Федорова и др., 1993; Лебедева, Никитенко, 1998). Среди диноцист наиболее многочисленны Dingodinium, Sentusidinium, Gonyaulacysta, Stephanelytron membranoideum (Vozz.) Cour. Также отмечены Sirmiodiniopsis orbis Drugg, Sirmiodinium grossii Alb., Gonyaulacysta jurassica (Def.) Nor. et Sarj., Stanfordella fastigiata (Dux.) Hel. et Luc.-Cl., Wrevittia helicoidea (Eis. et Cook.) Hel. et Luc.-Cl., Imbatodinium aff. kondratjevii Vozz., Tubotuberella apatela (Cook. et Eis.) Ioan., Cassiculosphaeridia magna Dav. В разрезе Маурынья (Северный Урал) микрофитопланктон в верхней части волжского яруса изучен из прибрежных отложений (Дзюба и др., 2018). Здесь

также доминируют празинофиты, но виды Paragonyaulacysta? borealis (Brid. et Fish.) Stov. et Ev. и Tubotuberella rhombiformis Vozz. среди диноцист не обнаружены. Присутствуют редкие Dingodinium jurassicum Cook. et Eis., Cribroperidinium granuligerum (Klem.) Stov. et Ev., Apteodinium granulatum Eis. и представители групп Escharisphaeridia и Pilosidinium.

Обедненный комплекс диноцист с Paragonyaulacysta? borealis (Brid. et Fish.) Stov. et Ev., Tubotuberella rhombiformis Vozz. и обилие празинофитов были выявлены в верхней части волжского яруса на севере Восточной Сибири в разрезе Нордвик (Шурыгин и др., 2000). В дальнейшем эта часть разреза была доизучена и расчленена более детально на основе признаков, имеющих местное значение (Nikitenko et al., 2008). Последующее изучение этого разреза, а также разрезов Анабар и Оленек позволило установить последовательность слоев с диноцистами с верхнего бата по готерив (Никитенко и др., 2015а, 2015б, 2022, 2023; Nikitenko et al., 2018). Расчленение волжского яруса было пересмотрено. Для обоснования границ биостратонов были выбраны виды, прослеживающиеся в одновозрастных отложениях на севере Сибири, и коррелятивные таксоны, которые появляются/исчезают на близких стратиграфических рубежах на территории Восточной и Западной Европы (рис. 6). Интересно отметить в средней части волжского яруса (разрез Нордвик) присутствие редких Biorbifera johnewingii Hab., характерного таксона для верхней части титона в тетических районах. В верхней части яруса выявлен уровень с кальциферами/известковыми диноцистами Colomisphaera fortis Reh., который по стратиграфическому положению близок с одноименной тетической зоной. Находки известковых диноцист Colomisphaera fortis, C. tenuis, Stomiosphaerina proxima, которые являются индексами зон тетических шкал, известны также из Западной Сибири (Vishnevskaya, 2017; Vishnevskaya et al., 2019; Вишневская, 2020).

В целом восточносибирские комплексы волжских диноцист разнообразнее западносибирских, но уступают в этом отношении диноцистовым комплексам европейской части России. Наиболее обильны проксиматные (без длинных радиальных выростов) диноцисты плохой сохранности (до 47%) и простой морфологии групп Escharisphaeridia и Pilosidinium (до 32%), иногда значительного количества (до 10%) достигают Paragonyaulacysta spp. и Sirmiodinium grossii Al., разнообразны Tubotuberella, Scriniodinium, Apteodinium (Никитенко и др., 2015а, 2015б, 2022, 2023; Nikitenko et al., 2018). В верхней части яруса, как и в Западной Сибири, наблюдаются количественные пики празинофитов (до 88%).

На норвежском Баренцевоморском шельфе диноцисты в волжском ярусе немногочисленны и в основном представлены таксонами широкого стратиграфического диапазона (Smelror et al., 1998). Однако в верхней части яруса определены виды, ключевые для верхней части портланда: Gochteodinia villosa (Vozz.) Nor., Dingodinium tuberosum (Git.) Fish. et Ril., Egmontodinium polyplacophorum Git. et Sar., что позволило частично применить североморскую шкалу (Smelror, Dypvik, 2005). Для определения юрско-меловой границы предлагается использовать количественные пики празинофитов, которые приурочены здесь к пограничному интервалу. Ключевые таксоны диноцист североморской шкалы также присутствуют на некоторых уровнях в волжских комплексах микрофитопланктона на Норвежском шельфе (Van der Zwan, 1990; Smelror et al., 2020).

На Шпицбергене волжские комплексы диноцист представлены таксонами широкого стратиграфического диапазона, ключевые североморские виды здесь не обнаружены (Dalseg et al., 2016; Koevoets et al., 2018a). В средней части волжского яруса установлены две зоны, очевидно имеющие местное значение, поскольку для определения границ использованы изменения в количественной динамике доминирующих таксонов, что обычно связано с фациальными особенностями разрезов (Dalseg et al., 2016). Для нижней зоны Paragonyaulacysta sp., Sirmiodinium grossii характерно значительное количество Valensiella cf. ovulum (Def.) Eis. и таксонов-индексов. В следующей зоне количество последних увеличивается, к доминантам добавляются Tubotuberella apatela (Cook. et Eis.) Ioan. и Kallosphaeridium spp. В целом таксономический состав комплексов близок к сибирским.

Начало биостратиграфическим исследованиям микрофитопланктона рязанского яруса на территории России было положено В.А. Федоровой (Шахмундес). Она изучила разрезы в бассейне р. Ока, Печорской синеклизе (р. Ижма), на Приполярном Урале (р. Ятрия) и севере Сибири (р. Боярка) (Федорова, Грязева, 1984; Федорова и др., 1993). В работах приводится систематический состав комплексов микрофитопланктона, анализируется стратиграфическое распределение многих родов диноцист.

Комплексы диноцист в основном представлены таксонами широкого стратиграфического диапазона (рис. 7). В.А. Федоровой отмечалась преемственность рязанских диноцистовых комплексов, которые содержали многие таксоны, проходящие из волжского яруса. Изучение раннемелового микрофитопланктона в бассейне р. Ока продолжила Е.К. Иосифова (Iosifova, 1996). Она проанализировала распределение диноцист в разрезе рязанских, валанжинских и готеривских отложений на Черной речке, описала несколько новых видов. Материалы В.А. Федоровой и В.И. Ильиной по диноцистам рязанского яруса бассейна р. Ока и Среднего Поволжья вошли в обобщающую работу по биостратиграфическому расчленению юры и основания мела по этой группе фоссилий на территории России (Riding et al., 1999). Была изучена последовательность диноцист в верхней части зоны Gochteodinia villosa достаточно широкого стратиграфического диапазона (верхневолжский подъярус–рязанский ярус без верхов). В работе показано, что для рязанских комплексов диноцист Среднего Поволжья характерно доминирование рода Cribroperidium (48%), в бассейне р. Ока также обильны Circulodinium (до 20%) и Chlamydophorella (до 18%). Позднее западноевропейские исследователи по материалам из разреза Кашпир предложили выделить в объеме этой зоны четыре подзоны, из которых две верхние подзоны и часть нижележащей зоны отвечают рязанскому ярусу (Harding et al., 2011). Подзоны выделяются по появлению Cassiculosphaeridia pygmaeus Stev., Muderongia endovata Rid. et al. и Batioladinium? gochtii (Al.) Lent. et Will. (рис. 7). Первый из них позволяет проводить корреляцию с юго-востоком Франции (рис. 8). Два последних вида имеют более широкое стратиграфическое распространение и появляются в портланде (Abbink et al., 2001; Riding et al., 2001). В верхах рязанского яруса выделяется зона Pseudoceratium pelliferum, нижняя граница которой проводится по появлению вида-индекса (рис. 7). Это биособытие хорошо прослеживается в разных районах Западной Европы, а также в Крыму (рис. 8).

Почти непрерывная последовательность слоев с диноцистами с верхневолжского подъяруса по нижний готерив установлена на Приполярном Урале в разрезе на р. Ятрия (Лебедева, Никитенко, 1998). Проведено сравнение выделенных биостратонов с диноцистовыми шкалами бореальных районов Европы и Канады, выявлены основные закономерности распределения микрофитопланктона в зависимости от фаций. Комплексы диноцист из рязанского яруса содержат таксоны, характерные для верхов юры и низов мела. Сравнительный анализ таксономического состава диноцист показывает, что в средней части рязанского яруса появляется коррелятивный вид (Kleithriasphaeridium fasciatum (Dav. et Will.) Dav.), который позволяет проводить сопоставление с разрезами европейской части России, северных и южных районов Западной Европы (рис. 7, 8).

В Сибири микрофитопланктон пограничных юрско-меловых отложений на полуострове Нордвик был изучен В.И. Ильиной (1988). Систематический состав диноцист из вышележащих слоев нижнего мела описан Н. Аархусом (Schulgina et al., 1994). Дальнейшее исследование микрофитопланктона в разрезах Хатангской впадины и скважинах на севере Западной Сибири позволило установить последовательность диноцистовых биостратонов с основания нижнего мела по баррем (Пещевицкая, 2010, 2020; Nikitenko et al., 2018; Никитенко и др., 2023). В рязанском ярусе выявлено несколько ключевых таксонов, важных для биостратиграфического расчленения северосибирских разрезов и для их сопоставления с одновозрастными разрезами европейской части России и Западной Европы (рис. 7, 8). Появление Cyclonephelium “cuculliforme” (Dav.) Aarh. и исчезновение Paragonyaulacysta capillosa (Brid. et Fish.) Stov. et Ev. прослеживаются также в средней части рязанского яруса в Арктической Канаде, а появление Batioladinium reticulatum Stov. et Hel. – в Австралии (Никитенко и др., 2023). Наиболее обильные и разнообразные комплексы диноцист определены из фаций глубокого и среднего шельфа (разрез Нордвик). Здесь доминируют проксиматные диноцисты плохой сохранности (до 45%), на некоторых уровнях обильны Dingodinium (до 53%), Sirmiodinium grossii Alb. (до 28%), Escharisphaeridia (до 30%), Sentusidinium (до 15%), Cassiculosphaeridia (до 25%). В целом наблюдается регрессивный тренд вверх по разрезу, что наиболее проявлено в более мелководных фациях (разрезы Оленек, Анабар), где количество микрофитопланктона значительно сокращается вверх по разрезу и комплексы диноцист установлены только в нижней части яруса (Nikitenko et al., 2018; Никитенко и др., 2022).

За пределами России комплексы диноцист рязанского яруса детально изучены в северных областях Западной Европы, особенно в Североморском регионе (Duxbury, 1977; Davey, 1982;

**Рис. 7.** Ключевые биостратиграфические маркеры по диноцистам в рязанском ярусе на территории европейской части России и Сибири. Цветной шрифт здесь и на рис. 3: синий – сибирские маркирующие таксоны диноцист, зеленый – североморские, фиолетовый – для европейской части России, красный – маркеры, которые прослежены в бореальных, суббореальных и тетических областях; ПО – постоянное присутствие.

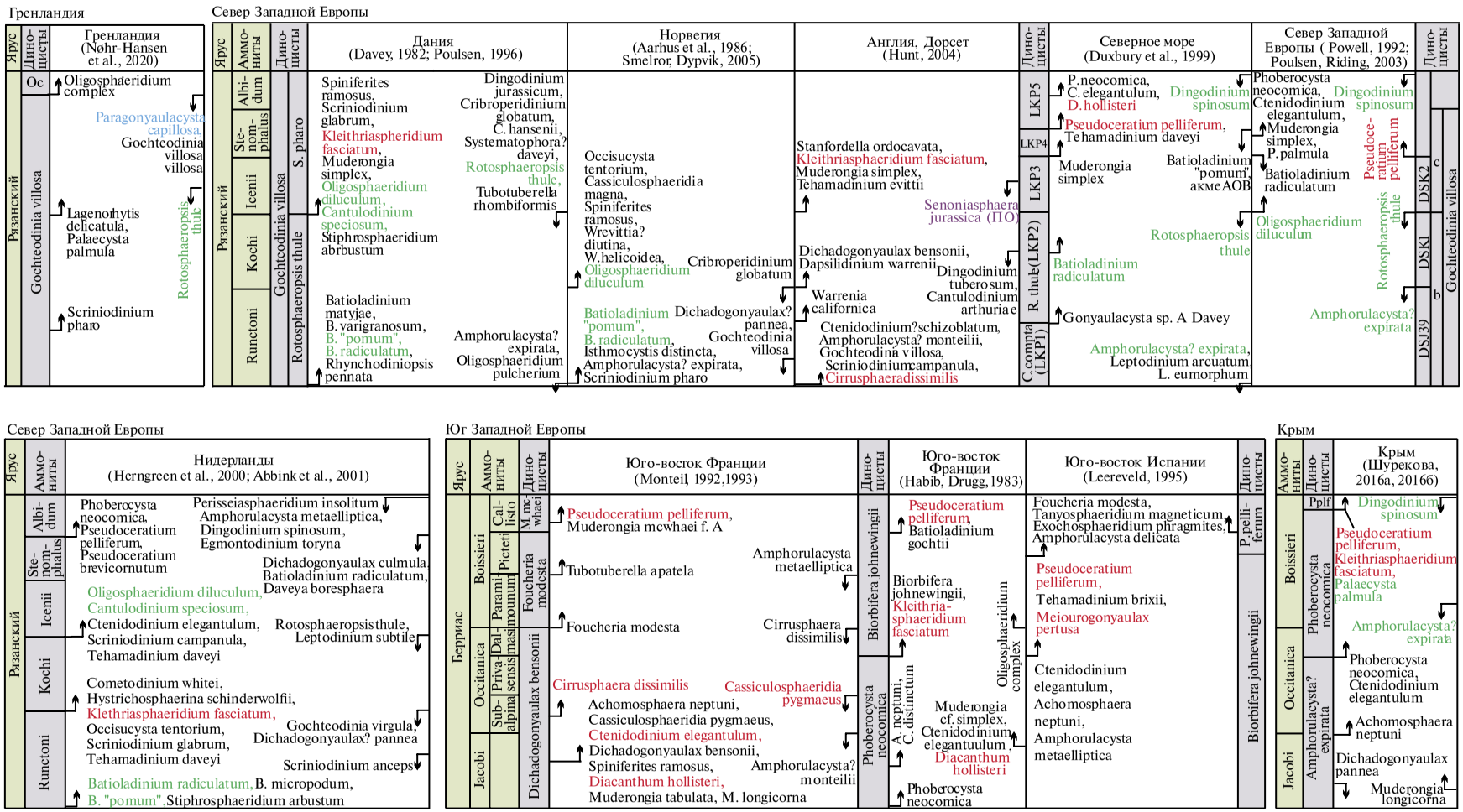


**Рис. 8.** Ключевые биостратиграфические маркеры по диноцистам в рязанском ярусе на территории Гренландии и бореальных областей Западной Европы и в берриасе некоторых тетических районов. Пояснения см. рис. 7.

Aarhus et al., 1986; Duxbury et al., 1999; Abbink et al., 2001 и др.). В некоторых работах приводится обзор биостратиграфических построений по диноцистам для всего Западноевропейского региона в целом и предлагаются региональные стратиграфические шкалы (Davey, 1979; Fisher, Riley, 1980; Powell, 1992; Poulsen, Riding, 2003). На сегодняшний день предложено две альтернативные последовательности детальных диноцистовых зон для Североморского региона и для севера Западной Европы в целом (рис. 8). Некоторые ключевые биособытия хорошо прослеживаются не только на этой территории, но также в южных областях Западной Европы и разных областях в России (рис. 7, 8). Следует отметить, что большое внимание также уделяется изучению раннемелового микрофитопланктона Баренцевоморского шельфа, что связано с нефтепоисковыми работами в этом регионе (Aarhus et al., 1990; Smelror et al., 1998; Smelror, Dypvik, 2005; Bruhn et al., 2023 и др.). Для расчленения рязанского яруса по материалам скважин здесь стараются использовать диноцистовые зоны Североморского региона, но использовать их напрямую удается не всегда.

На Шпицбергене в рязанском ярусе определены бедные комплексы диноцист, представленные таксонами широкого стратиграфического диапазона (Dalseg et al., 2016; Rakocinski et al., 2018; Koevoets et al., 2018a). Таксономический состав имеет много общих черт с волжскими комплексами диноцист. Характерно доминирование Sirmiodinium grossii Alb., Tubotuberella apatela (Cook. et Eis.) Ioan., Escharisphaeridia rudis Dav., Valensiella cf. ovulum (Def.) Eis. Обедненный состав диноцистовых комплексов также характерен для рязанского яруса Гренландии (Hakansson et al., 1981; Nøhr-Hansen et al., 2020). Однако некоторые ключевые биособытия прослеживаются на севере Западной Европы и в Сибири (рис. 7, 8).

Таким образом, мы можем сделать вывод, что, несмотря на наличие в комплексах диноцист волжского и рязанского ярусов корреляционных таксонов, которые позволяют проводить сопоставления с последовательностями диноцист из стратиграфических аналогов этих ярусов на территории Западной Европы, применять в полном объеме шкалу Североморского региона невозможно даже на близлежащих территориях в Норвежском и Баренцевом морях. Комплексы диноцист волжского и рязанского ярусов имеют определенную специфику и отличаются в разных районах их распространения. Бореальные и тетические комплексы диноцист имеют значительные различия, корреляция здесь сильно затруднена.

Тем не менее, несмотря на местные особенности диноцистовых комплексов и определенные различия в последовательностях диноцист в различных районах в пределах распространения волжского и рязанского ярусов, намечается несколько корреляционных рубежей, некоторые из которых протягиваются и на территории развития их стратиграфических аналогов. В основном эти рубежи прослеживаются в Панбореальной надобласти. Только немногие из них намечают возможность корреляции с тетическими районами.

Отметим, что современные биостратиграфические исследования по позднеюрским и раннемеловым диноцистам ведутся в основном на региональном уровне, межрегиональные сопоставления находятся на стадии становления. Очевидно, что состав коррелятивных таксонов и стратиграфическое положение корреляционных рубежей будут уточняться и дополняться. Достаточно сложно оценить точность корреляций по диноцистам. Многие биостратиграфические последовательности диноцист откалиброваны относительно шкал по другим группам биофоссилий: аммонитам, двустворкам, белемнитам, фораминиферам, кальпионеллам, нанопланктону. Однако на сегодняшний день нет однозначной корреляции фаунистических последовательностей тетических и бореальных районов, Европы и Сибири. По некоторым интервалам волжского и рязанского ярусов нет единого мнения о биостратиграфическом расчленении даже в пределах одного региона. Возможно, в дальнейшем, с уточнением фаунистических корреляций, будут корректироваться и корреляционные уровни по диноцистам. Следует отметить, что диноцисты в целом являются перспективной группой для межрегиональных корреляций, так как легко распространяются течениями и достаточно хорошо преодолевают экологические барьеры.

### Морские позвоночные

К настоящему времени изучение морских позвоночных конца поздней юры–начала мела бореальных районов только начало набирать обороты. Хрящевые и костные рыбы весьма подробно изучены для тетических разрезов Южной Германии и Юго-Восточной Франции (Lambers, 1992; Arratia et al., 2015; Villalobos-Segura et al., 2023), тогда как для бореальных

районов всего мира данные по ним чрезвычайно скудны и ограничены несколькими находками либо просто упоминаниями (Козлов, 1928; Зонов, Хабаков, 1935; Журавлев, 1943; Попов, Шаповалов, 2007, 2021; Попов, Ефимов, 2012; Koevoets et al., 2018b). Исходя из имеющихся данных по химеровым рыбам, высказано предположение о палеобиогеографической дифференциации в их ассоциациях в конце юрского периода (Попов, Шаповалов, 2021). Остатки химер рода Stoilodon встречены как в волжском, так и в рязанском ярусе (Попов, Ефимов, 2012). Отдельным перспективным направлением является изучение отолитов костных рыб. Недавно из средневолжского подъяруса Московского региона были описаны многочисленные находки отолитов, относящихся к роду Palealbula, до этого известному только из нижнего мела (Schwarzhans, Mironenko, 2020).

Отдельные находки остатков морских рептилий из волжского яруса описывались значительно чаще, чем рыбы, однако долгое время их изучение не имело систематического характера (Первушов и др., 1999). Только на рубеже XX и XXI вв. появились многочисленные публикации, проливающие свет на таксономическое разнообразие волжских ихтиозавров Европейской России (Архангельский, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001; Ефимов, 1998, 1999а, 1999б), а позднее увидела свет серия статей об ихтиозаврах и плезиозаврах Шпицбергена (Druckenmiller et al., 2012; Knutsen et al., 2012a, 2012b, 2012c, 2012d; Roberts et al., 2014, 2017, 2020; Delsett et al., 2017). Несмотря на то, что изначально исследователи предполагали провинциализм и эндемизм фаун морских рептилий в конце юры–начале мела разных регионов Северного полушария (Hurum et al., 2012; Roberts et al., 2014, 2017), ревизии последних лет показывают значительное сходство на родовом и даже видовом уровне между фаунами ихтиозавров и плезиозавров в суббореальных местонахождениях Западной Европы и бореальных местонахождениях Шпицбергена, Арктической Канады и России (Arkhangelsky et al., 2020; Zverkov, Efimov, 2019; Zverkov, Prilepskaya, 2019; Zverkov, Jacobs, 2021; Zverkov et al., 2022). Кроме того, новые находки из рязанского яруса Арктики показали, что в эволюции ихтиозавров на рубеже юрской и меловой систем не происходит ярких событий, и считавшиеся типично позднеюрскими роды Arthropterygius и Nannopterygius были обнаружены в рязанском ярусе Земли Франца-Иосифа и Шпицбергена (Zverkov, Prilepskaya, 2019; Zverkov, Jacobs, 2021). Гораздо сложнее проводить сопоставления бореальных фаун морских рептилий с фаунами других регионов мира. Титонские ихтиозавры и плезиозавры изучены значительно хуже волжских, а в берриасе их находки чрезвычайно редки и фрагментарны. По талаттозухиям, которые в целом тяготеют к низким широтам, наблюдается сходство тетических фаун Германии, Мексики и Аргентины, где в титоне и берриасе преобладали представители рода Cricosaurus (Herrera et al., 2021), тогда как в пределах Панбореальной надобласти, напротив, находки талаттозухий очень редки и фрагментарны для каких-либо сравнений (Young et al., 2023). Применение морских позвоночных для целей стратиграфии все еще представляется иллюзорным, однако с накоплением новых сведений, возможно, удастся обозначить события в их эволюции, которые позволят выстроить какую-нибудь стратиграфическую схему, пусть и не столь детальную, как по беспозвоночным. Одно уже сейчас очевидно, что в волжское и рязанское время бореальные фауны позвоночных были в значительной степени однородными по всей Панбореальной надобласти.

## БОРЕАЛЬНО-ТЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ВОЛЖСКОГО И РЯЗАНСКОГО ЯРУСОВ

Бореально-тетическая корреляция волжского яруса (рис. 9) и его тетических эквивалентов основана для нижневолжского подъяруса и низов средневолжского подъяруса на палеонтологических данных, поскольку в этом интервале в Бореально-Атлантической области часто встречаются аммониты тетического происхождения. Всего от основания волжского яруса до терминальной части зоны Panderi средневолжского подъяруса установлено 10 уровней, по которым осуществляется прямая бореально-тетическая корреляция (Рогов, 2021). Все эти уровни, за исключением наиболее высокого, основаны на совместных находках аммонитов разной биогеографической приуроченности. Самый верхний уровень вблизи кровли зоны Dorsoplanites panderi средневолжского подъяруса содержит в Польше кальпионеллид, характерных для пограничного интервала нижнего и верхнего титона (Pszczółkowski, 2016). Выше совместные находки аммонитов бореального и тетического происхождения в волжском ярусе неизвестны (они вновь появляются только в нижней части рязанского яруса: Митта, 2005; Zakharov, Rogov, 2020). В последнее время появились свидетельства присутствия в верхней части волжского яруса Сибири известковых

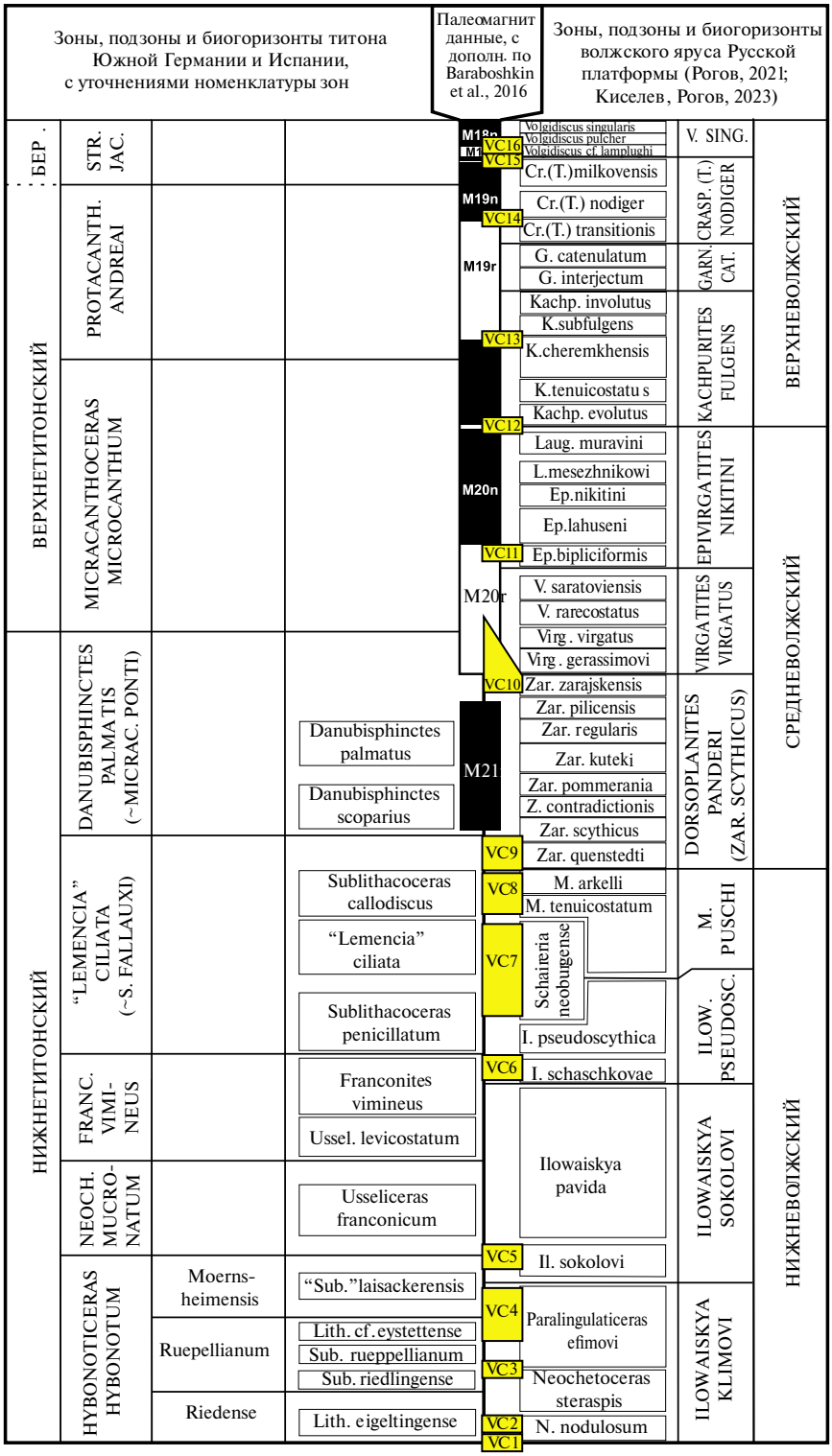


**Рис. 9.** Бореально-тетическая корреляция волжского яруса и его аналогов по аммонитам (Baraboshkin et al., 2016; Рогов, 2021, с дополнениями).
Желтыми прямоугольниками с индексами VC1–VC16 обозначены уровни прямой бореально-тетической корреляции. Сокращения: Бер. – берриасский; Str.jac. – Strambergella jacobi; Prothacanth. – Prothacanthodiscus; Micrac. – Micracanthoceras; S. – Semiformiceras; Franc. – Franconites; Neoch., N. – Neochetoceras; Ussel. – Usseliceras; Sub. – Subplanites; Lith. – Lithacoceras; I., Il., Ilow. – Ilowaiskya; M. – Michaloviceras; Z., Zar. – Zaraiskites; V., Virg. – Virgatites; Ep. – Epivirgatites; L., Laug. – Laugeites; K., Kachp. – Kachpurites; G. – Garniericeras; Garn. cat. – Garniericeras catenulatum; Cr. (T.), Crasp. (T.) – Craspedites (Trautscholdiceras); V. sing. – Volgidiscus singularus.

диноцист, по которым потенциально возможно сопоставление бореальных и тетических шкал (Vishnevskaya, 2017; Никитенко и др., 2023), но пока эта группа остается слабо изученной.

В силу отсутствия возможностей прямого сопоставления большей части волжского яруса с его тетическими эквивалентами по находкам окаменелостей, бореально-тетическая корреляция средне- и верхневолжского подъярусов осуществляется по палеомагнитным данным (рис. 9). В первую очередь это данные по разрезу п-ва Нордвик (Хоша и др., 2007; Брагин и др., 2013; Schnabl et al., 2015). Полученные недавно палеомагнитные результаты по волжскому ярусу Поволжья и Подмосковья (Manikin et al., 2018; Маникин и др., 2020) не противоречат результатам по Сибири, но и не позволяют уточнить уже имеющуюся корреляцию.

Поиск дополнительных маркеров для бореально-тетической корреляции пограничного интервала юры и мела продолжается (Шурыгин, Дзюба, 2015). Некоторые надежды возлагались на изотопный экскурс VOICE (Hammer et al., 2012), который присутствует во многих районах Арктики (Nikitenko et al., 2018; Никитенко и др., 2020; Galloway et al., 2020; Vickers et al., 2023), а недавно был также установлен в Аргентине (Weger et al., 2023). Но начало и окончание этого экскурса существенно диахронны, в том числе внутри сравнительно небольших регионов, таких как Шпицберген, и данный экскурс при современном уровне знаний не может быть использован даже для приблизительного сопоставления удаленных разрезов.

Точных изотопных датировок для волжского яруса практически нет. Лишь недавно в керне скважин, пробуренных в Западной Сибири, удалось датировать туфовые прослои из пограничных средне- и верхневолжских отложений (Rogov et al., 2023a; Bulatov et al., 2024). Полученные датировки (немного древнее 141 млн лет) оказались очень близки к датировкам из верхов титона Аргентины. Для волжских отложений Шпицбергена имеется также датировка, полученная рений-осмиевым методом (Park et al., 2024), но ее точность невелика, и она не может использоваться для уточнения возраста волжского яруса.

Бореально-тетическая корреляция рязанского яруса типового региона с западноевропейскими шкалами, благодаря частым находкам аммонитов тетического происхождения, уже более 130 лет (Никитин, 1888) осуществляется в первую очередь на биостратиграфической основе. И хотя таксономическое положение части встреченных в рязанском ярусе аммонитов тетического происхождения дискуссионно (Митта, 2022), можно отметить, что в европейской части России известны многочисленные находки аммонитов, характерных для зон Occitanica и Boissieri, а также более редкие экземпляры, близкие к аммонитам из нижнеберриасской зоны Jacobi (Zakharov, Rogov, 2020). Надежные палеомагнитные данные, которые могут быть использованы для бореально-тетической корреляции, получены только для нижней части рязанского яруса (Хоша и др., 2007; Брагин и др., 2013). Совпадение верхней границы рязанского яруса с границей берриаса и валанжина устанавливается в первую очередь по присутствию в базальной части валанжина Центральной России и Западной Европы аммонитов рода Delphinites (Mitta, 2018; Baraboshkin, 2024).

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЯРУСЫ И ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МИРЕ

В последние несколько десятилетий наблюдается тенденция унификации ярусных шкал фанерозоя разных районов мира, и в большинстве стран используется Международная хроностратиграфическая шкала. На отрицательную сторону этой унификации обратил внимание Дж. Коп (Cope, 1993, 1996), отметивший, что это приводит к отклонению валидных ярусов, востребованных в геологической практике и важных для тех регионов, где такие ярусы были предложены. Он предложил использовать такие ярусы наравне с ярусами МСШ как хроностратиграфические подразделения, границы которых определяются с помощью вторичных стандартов (Secondary Standards) таким же образом, как и границы ярусов МСШ, на основании выбора точки в стратотипическом разрезе (Cope, 1996). Параллельные и региональные ярусы продолжают эффективно применяться как геологическими службами, так и исследователями, изучающими региональную геологию. Даже в России, несмотря на явное желание руководства МСК как можно сильнее приблизить ОСШ к МСШ (жертвой чего пал волжский ярус), особые ярусные шкалы используются в кембрии и средней–верхней перми (Состояние..., 2008).

В юрской системе ярусы, отличные от ярусов МСШ, применяются реже. Особняком здесь стоит Новая Зеландия, для которой Дж. Марвиком в начале 50-х годов XX в. была разработана

региональная последовательность отделов, ярусов и подъярусов мезозоя. В юрской системе Новой Зеландии установлено 6 ярусов, ни один из которых не совпадает с каким-либо ярусом МСШ (Campbell, 2004), и эти ярусы постоянно используются в публикациях новозеландских стратиграфов и палеонтологов.

И уже более 150 лет такие региональные ярусы используются в пограничном интервале юры и мела Северного полушария (рис. 10). Именно на основе ситуации с ярусами терминальной юры Дж. Коп (Cope, 1993) сформулировал концепцию параллельных (вторичных) ярусов. В настоящее время активно применяются пары ярусов волжский–рязанский и титонский–берриасский, значительно реже используются портландский и болонский ярусы. Для волжского яруса и его подъярусов В.А. Захаровым (2003) были предложены точки и разрезы вторичного стратотипа границы (ТВСГ; Secondary Stratotype Section et Point, SSSP). Нижняя граница волжского яруса была выбрана в подошве аммонитовой зоны Ilowaiskya klimovi лектостратотипа волжского яруса у д. Городищи. В этом разрезе встречаются аммониты как бореального и суббореального, так и тетического происхождения, что обеспечивает надежную межрегиональную корреляцию в пограничном интервале кимериджского и волжского ярусов (Rogov, 2010; Рогов, 2021). ТВСГ нижней границы средневолжского подъяруса было предложено установить в том же разрезе в подошве аммонитовой зоны Dorsoplanites panderi, которая проходит внутри слоя глин (сл. 1/5 в Рогов, 2013) и проводится по появлению Zaraiskites. ТВСГ нижней границы верхневолжского подъяруса предлагалось поместить в основание зоны Craspedites okensis (подзона Praechetaites exoticus) разреза на полуострове Нордвик, но вскоре было показано, что данная подзона имеет средневолжский возраст (Захаров, Рогов, 2008). ТВСГ нижней границы верхневолжского подъяруса можно выбрать в основании зоны Kachpurites fulgens в одном из разрезов европейской части России с полной последовательностью биогоризонтов на границе зон Nikitini и Fulgens. Такие разрезы известны главным образом в Москве (Карамышевская набережная, Кунцево; см. Рогов, 2017).

Для рязанского яруса выбор ТВСГ возможен в наиболее полных разрезах севера Сибири, а не в стратотипическом регионе, где разрез сильно сконденсирован, содержит много перерывов, а последовательность фаун требует дальнейшего изучения. В.А. Захаровым (2011) было отмечено, что из бореальных разрезов пограничных отложений юры и мела наиболее удовлетворяет требованиям к ТГСГ (и, соответственно, ТВСГ) разрез п-ва Нордвик, по которому имеются детальные палеомагнитные, геохимические и палеонтологические данные (Zakharov et al., 2014; Никитенко и др., 2023). Недостатками этого разреза является редкость находок аммонитов в самых верхах волжского яруса и его труднодоступность. Тем не менее этот разрез может быть предложен для выбора нижней границы рязанского яруса. ТВСГ верхнерязанского подъяруса потенциально может быть выбрана в разрезе р. Боярка, но и данный разрез нуждается в переизучении на современном уровне.

## СТАТУС И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛЖСКОГО И РЯЗАНСКОГО ЯРУСОВ

Несмотря на то, что в течение уже почти 30 лет волжский ярус официально переведен МСК в ранг региональных стратиграфических подразделений, он продолжает активно использоваться российскими специалистами по бореальным отложениям. Связано это с практическим удобством использования этого стратиграфического подразделения, которое имеет четко выраженные и хорошо опознаваемые

<table>
<tr><td colspan="4">ЮРСКАЯ</td><td colspan="5">МЕЛОВАЯ</td><td>Система</td></tr>
<tr><td colspan="4">Верхний</td><td colspan="5">Нижний</td><td>Отдел</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Кимериджский</td><td colspan="3">Волжский</td><td colspan="2">Рязанский</td><td colspan="2" rowspan="2">Валанжинский</td><td rowspan="3">Ярус, подъярус</td></tr>
<tr><td>Нижний</td><td>Средний</td><td>Верхний</td><td>Нижний</td><td>Верхний</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Нижний</td><td rowspan="2">Верхний</td><td colspan="3">Титонский</td><td colspan="2">Берриасский</td><td rowspan="2">Нижний</td><td rowspan="2">Верхний</td></tr>
<tr><td>Нижний</td><td colspan="2">Верхний</td><td>Нижний</td><td>Верхний</td></tr>
</table>

**Рис. 10.** Волжский, рязанский, титонский и берриасский ярусы в Общей стратиграфической шкале.
Серой заливкой показан интервал, в котором в дальнейшем может быть выбрана граница титонского и берриасского ярусов.

подъярусы и обладает высокой степенью специфичности фауны. Точно так же волжский ярус постоянно применяется зарубежными специалистами-биостратиграфами. Постановление МСК, согласно которому на картах, в унифицированных схемах и отчетах при изучении бореальных разрезов стало обязательным использовать титонский и берриасский ярусы, следует отменить. Волжский ярус нужно вернуть в Общую стратиграфическую шкалу и использовать его совместно с рязанским ярусом параллельно с парой титон–берриас (пригодных для Крымско-Кавказского региона, Северо-Востока России и южных районов Дальнего Востока).

Мы предлагаем вынести на Бюро МСК предложение о пересмотре статуса волжского яруса, указав в нем следующее.

За прошедшие 20 лет было убедительно показано, что Постановление по уточнению положения границы юры и мела в Бореальной области и статусу волжского яруса, принятое на расширенном заседании Бюро МСК 2 февраля 1996 г., было основано на ошибочной бореально-тетической корреляции, а использование титонского и берриасского ярусов в практике геолого-съемочных работ в районах распространения бореальных отложений неизбежно приводит к путанице.

По предложению, поддержанному комиссиями МСК по юрской и меловой системам, следует вернуться к существовавшей ранее практике использования в Общей стратиграфической шкале России в пограничном интервале юры и мела параллельных ярусов, отражающих специфику развития фаун в Панбореальной биогеографической надобласти и за ее пределами (рис. 10). Между кимериджским и валанжинским ярусами следует параллельно показать пары волжский–рязанский и титонский–берриасский ярусы. В районах распространения бореальных отложений в пограничном интервале юры и мела (а это большая часть территории России, за исключением Крымско-Кавказского региона, отчасти Северо-Востока и Дальнего Востока) рекомендуется при геолого-съемочных и производственных работах использовать волжский и рязанский ярусы. Волжский ярус расчленяется на три подъяруса, чьи границы остаются неизменными вот уже около 70 лет, с момента принятия решения об объединении нижневолжского и верхневолжского ярусов в единый волжский ярус. Рязанский ярус расчленяется на два подъяруса; граница нижне- и верхнерязанского подъярусов проводится в кровле аммонитовой зоны Hectoroceras kochi, как это было предложено Р. Кейси (Casey, 1973). Это одна из наиболее хорошо распознаваемых межрегионально коррелируемых границ внутри данного яруса.

С учетом существующей неопределенности в положении границы между титонским и берриасским ярусами в международной шкале, пока граница между этими ярусами условно проводится на традиционном для российских исследователей уровне, в основании аммонитовой зоны Jacobi. При этом для удобства можно в качестве приоритетной границы юры и мела в региональных работах использовать границу волжского и рязанского яруса, по поводу которой отсутствуют разногласия и которая прослеживается в России практически повсеместно. Граница титона и берриаса, в случае ее официального принятия в ближайшее время на международном уровне, потенциально может быть установлена в районах, где прослеживаются эти ярусы (Крым и Северный Кавказ), но определить ее в пределах “Бореальной России” будет весьма сложно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Волжский и рязанский ярусы характеризуются весьма специфическими комплексами ископаемых организмов, включая морских беспозвоночных и позвоночных, а также микрофитопланктон. Из-за практически полного исчезновения в средне-поздневолжское время полноценного биогеографического экотона, в котором совместно встречались таксоны бореального и тетического происхождения (прежде всего аммониты, по которым разработаны наиболее детальные шкалы), бореально-тетическая корреляция в этом интервале осуществима главным образом с помощью непалеонтологических методов.

Волжский ярус – традиционное и наиболее удобное стратиграфическое подразделение для терминальной юры Панбореальной надобласти. Несмотря на существенную биогеографическую дифференциацию и различия в зональных шкалах разных регионов, подъярусы во всех случаях устанавливаются однозначно. Надежная корреляция волжского яруса с титоном возможна только на некоторых уровнях. При этом ни одна подъярусная граница внутри титона не соответствует даже зональным границам в волжском ярусе. Необходимо восстановить волжский ярус в ОСШ и использовать именно

его при проведении геолого-съемочных работ в районах распространения юры бореального типа.

Рязанский ярус уже более 60 лет используется в качестве нижнего яруса мела при изучении бореальных разрезов Северного полушария. Предлагается включить его в ОСШ и использовать пару волжский–рязанский ярусы наравне с парой титон–берриас, применение которой в России в основном ограничивается Крымско-Кавказским регионом.

**Благодарности.** Авторы признательны А.П. Ипполитову, сделавшему ряд ценных замечаний к ранней версии рукописи, членам редколлегии А.С. Алексееву и Т.Ю. Толмачевой, а также рецензентам Д.Н. Киселеву и А.Е. Игольникову, комментарии и замечания которых помогли улучшить статью.

**Источники финансирования.** Обобщение материалов по аммонитам, двустворчатым моллюскам и радиоляриям выполнено по теме госзадания ГИН РАН FMMG-2021-003. Палинологические исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-17-00054 и научно-методическом сопровождении ФНИ FWZZ-2022-0004.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Алексеев С.Н.* Новые данные о зональном расчленении берриасского яруса на севере Сибири // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1984. Вып. 644. С. 18–27.

*Амон Э.О.* Радиолярии в экосистеме баженовского моря (поздняя юра–начало раннего мела, Западная Сибирь) // Литология и геология горючих ископаемых. № V (21). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. С. 145–169.

*Амон Э.О., Вишневская В.С., Гатовский Ю.А.* Морфотипы радиолярий и некоторые черты палеогеографии Арктической периферии Западной Сибири (полуостров Ямал) в поздней юре // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2022. Т. 97. № 1. С. 15–45.

*Архангельский М.С.* О новом роде ихтиозавров из нижневолжского подъяруса Саратовского Заволжья // Палеонтол. журн. 1997. № 1. С. 87–91.

*Архангельский М.С.* Об остатках ихтиозавров из волжского яруса Саратовского Заволжья // Палеонтол. журн. 1998. № 2. С. 21–25.

*Архангельский М.С.* Об эволюции скелета передних ластов ихтиозавров и филогении группы // Вопросы палеонтологии и стратиграфии. Нов. сер. 1999. Вып. 2. С. 20–37.

*Архангельский М.С.* Об остатках ихтиозавров Otschevia из волжского яруса Поволжья // Палеонтол. журн. 2000. № 5. С. 78–81.

*Архангельский М.С.* О новом представителе ихтиозавров рода Otschevia из волжского яруса Ульяновского Поволжья // Палеонтол. журн. 2001. № 6. С. 66–71.

*Бейзель А.Л., Замирайлова А.Г., Ильина В.И., Лебедева Н.К., Левчук Л.К., Меледина С.В., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Ян П.А.* Опорный разрез верхней юры и келловея севера Западной Сибири // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. Вып. 9. С. 811–825.

*Бодылевский В.И.* О значении некоторых аммонитов для стратиграфии юрских и нижнемеловых отложений Русской платформы // Труды Всесоюзного совещания по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы, созванного 3–10 февраля 1954 г. Геологическим управлением Министерства нефтяной промышленности СССР, Всесоюзным нефтяным научно-исследовательским геологоразведочным институтом (ВНИГРИ) и Всесоюзным научно-исследовательским геологоразведочным нефтяным институтом (ВНИГНИ). Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 137–143.

*Богословский Н.А.* Волжские, верхне-титонские и неокомские отложения в Рязанской губернии // Материалы для геологии России. 1895. Т. XVI. С. 97–103.

*Богословский Н.А.* Рязанский горизонт (фауна, стратиграфические отношения и вероятный возраст этого горизонта) // Материалы для геологии России. 1897. Т. XVIII. 136 с.

*Брагин В.Ю., Дзюба О.С., Казанский А.Ю., Шурыгин Б.Н.* Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордвик (север Восточной Сибири) // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 3. С. 438–455.

*Брагин Н.Ю.* Радиолярии волжского и берриасского ярусов севера Средней Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 2. С. 55–69.

*Брадучан Ю.В., Козлова Г.Е., Месежников М.С.* Детальная корреляция отложений баженовской свиты // Основные проблемы нефти и газа Западной Сибири. Л.: ВНИГРИ, 1984. С. 83–92.

*Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А., Гольберт А.В., Булынникова С.П., Климова И.Г., Месежников М.С., Вячкилева Н.П., Козлова Г.Э., Лебедев А.И., Нальняева Т.И., Турбина А.С.* Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтегазоносность) // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1986. Вып. 649. 216 с.

*Бургуто А.Г., Журавлев В.А., Заварзина Г.А., Зинченко А.Г. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист S-(36), 37 – Баренцево море (зап., центр. части). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016. 144 с.

*Вишневская В.С.* Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. М.: Геос, 2001. 376 с.

*Вишневская В.С.* Ревизия и новое описание вида Williriedellum salymicum Kozlova, 1983 (Radiolaria, ранний мел, берриас) // Палеонтол. журн. 2019. № 4. С. 14–19.

*Вишневская В.С.* Парагенез радиоляритов и кальцисферовых известняков (верхняя юра–нижний мел) // Фундаментальные проблемы изучения вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных комплексов. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного памяти А.Г. Коссовской и И.В. Хворовой. М.: ГЕОС, 2020. С. 17–22.

*Вишневская В.С.* Корреляция верхнеюрско-нижнемеловых зональных схем по микрофоссилиям для баженовской свиты Западной Сибири // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов. Материалы научной онлайн-сессии, посвященной 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Владимира Николаевича Сакса. Ред. Лебедева Н.К., Горячева А.А., Дзюба О.С., Шурыгин Б.Н. Новосибирск, 2021. С. 31–35. https://doi.org/10.18303/B978-5-4262-0104-0-31

*Вишневская В.С., Барабошкин Е.Ю.* Новые данные по биостратиграфии лектостратотипа волжского яруса у д. Городище (Среднее Поволжье) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9. № 5. С. 77–86.

*Вишневская В.С., Амон Э.О., Маринов В.А., Шурыгин Б.Н.* Новая находка радиолярий раннего мела на арктическом побережье Восточной Сибири (район дельты р. Лена) // Докл. АН. 2014. Т. 458. № 2. С. 177–181.

*Вишневская В.С., Амон Э.О., Гатовский Ю.А.* Радиоляриевая биостратиграфия баженовского горизонта (верхняя юра–нижний мел) Западной Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28. № 6. С. 105–124. https://doi.org/10.31857/S0869592X20060101

*Возженникова Т.Ф.* Введение в изучение ископаемых перидинеевых водорослей. Москва: Наука, 1965. 156 с.

*Возженникова Т.Ф.* Ископаемые перидинеи юрских, меловых и палеогеновых отложений СССР. Москва: Наука, 1967. 350 с.

*Возженникова Т.Ф.* Диноцисты и их стратиграфическое значение. Новосибирск: Наука, 1979. 223 с.

*Герасимов П.А., Михайлов Н.П.* Волжский ярус и единая стратиграфическая шкала верхнего отдела юрской системы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. № 2. С. 118–138.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (новая серия). Лист R-(45)-47 – Норильск. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 479 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (новая серия). Лист U-37-40 – Земля Франца-Иосифа (северные острова). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2006. 272 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-37, 38 – м. Святой Нос, м. Канин Нос. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. 251 с.

*Дзюба О.С.* Белемниты (Cylindroteuthidae) и биостратиграфия средней и верхней юры Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2004. 203 с.

*Дзюба О.С.* Белемниты и биостратиграфия пограничных юрско-меловых отложений севера Восточной Сибири (новые данные по п-ову Нордвик) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 1. С. 62–82.

*Дзюба О.С., Пещевицкая Е.Б., Урман О.С., Шурыгин Б.Н., Алифиров А.С., Игольников А.Е., Косенко И.Н.* Разрез Маурынья как ключевой для приграничных юрско-меловых отложений мелководно-морского генезиса в Западной Сибири // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 7. С. 1072–1102.

*Дзюба О.С., Алифиров А.С., Игольников А.Е., Захаров В.А., Шурыгин Б.Н., Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Замирайлова А.Г.* Стратиграфические диапазоны пачек баженовской свиты Западной Сибири по макрофауне // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы 11-го Всероссийского совещания, г. Томск, 19–24 сентября 2022 г. Ред. Барабошкин Е.Ю. Томск: ТГУ, 2022. С. 103–109.

*Егоян В.Л.* Граница юры и мела на Северо-Западном Кавказе и некоторые вопросы методики стратиграфических исследований // Ann. Inst. Geol. Publ. Hungar. 1971. V. LIV. Fasc. 2. С. 125–129.

*Ефимов В.М.* Ихтиозавр Otschevia pseudoscythica gen. et sp. nov. из верхнеюрских отложений Ульяновского Поволжья // Палеонтол. журн. 1998. № 2. С. 82–86.

*Ефимов В.М.* Ихтиозавры нового рода Yasykovia из верхнеюрских отложений Европейской России // Палеонтол. журн. 1999а. № 1. С. 92–100.

*Ефимов В.М.* Новое семейство ихтиозавров Undorosauridae fam. nov. из волжского яруса европейской части России // Палеонтол. журн. 1999б. № 2. С. 51–58.

*Жамойда А.И., Прозоровская Е.Л.* Постановление по уточнению положения границы юры и мела в Бореальной области и статусу волжского яруса // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 29. 1997. С. 5–7.

*Журавлев К.И.* Находки остатков верхнеюрских рептилий в Савельевском сланцевом руднике // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1943. № 5. С. 293–306.

*Захаров В.А.* Бухииды и биостратиграфия бореальной верхней юры и неокома // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1981. Вып. 458. 271 с.

*Захаров В.А.* В защиту волжского яруса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 6. С. 60–69.

*Захаров В.А.* Граница юры и мела и GSSP берриаса: виден ли свет в конце тоннеля? (Комментарии к предложениям рабочей группы по берриасскому ярусу и юрско-меловой границе) // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2011. Вып. 16–17. С. 67–87.

*Захаров В.А.* Род Buchia (Bivalvia) в нижнем мелу Северного Кавказа, Закавказья и Камчатки // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 3. С. 90–100. https://doi.org/10.31857/S0869592X22030073

*Захаров В.А., Лебедев А.И.* Слои с бухиидами в верхней юре и неокоме Западной Сибири // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1986. Вып. 648. С. 89–102.

*Захаров В.А., Рогов М.А.* Бореально-тетические миграции моллюсков на юрско-меловом рубеже и положение биогеографического экотона в Северном полушарии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 2. С. 54–74.

*Захаров В.А., Рогов М.А.* Верхневолжский подъярус на севере Восточной Сибири (п-ов Нордвик) и его панбореальная корреляция по аммонитам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 4. С. 81–94.

*Захаров В.А., Шурыгин Б.Н., Курушин Н.И., Меледина С.В., Никитенко Б.Л.* Мезозойский океан в Арктике: палеонтологические свидетельства // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. № 2. С. 155–181.

*Захаров В.А., Меледина С.В., Шурыгин Б.Н.* Палеобиохории юрских бореальных бассейнов // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 7. С. 664–675.

*Зонов Н.Т.* Стратиграфия юрских и низов неокомских отложений центральных областей Восточноевропейской платформы // Тр. Научного института по удобрениям им. Я.В. Самойлова. 1937. Вып. 142. С. 34–45.

*Зонов Н.Т.* Юрские и меловые отложения Татарской республики // Тр. Московского геол. управления. 1939. Вып. 30. С. 151–220.

*Зонов Н.Т., Хабаков А.В.* Акулы Подмосковной юры // Тр. ЦНИГРИ. 1935. Вып. 34. 16 с.

*Игольников А.Е.* Берриасские (рязанские) аммониты (краспедитиды и филлоцератиды) севера Восточной Сибири: морфология, систематика и биостратиграфические выводы. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2019. 217 с.

*Иловайский Д.И., Флоренский К.П.* Верхнеюрские аммониты бассейнов рек Урала и Илека // Материалы к познанию геологического строения СССР. Нов. сер. 1941. Вып. 1. 195 с.

*Ильина В.И.* Микрофитопланктон пограничных отложений юры и мела на мысе Урдюк-Хая (п-ов Пакса) // Палинология в СССР. Новосибирск: Наука, 1988. С. 103–107.

*Ильина В.И.* Расчленение келловейских и верхнеюрских отложений Шаимского района по цистам динофлагеллат // Вестник Томского ун-та. Сер. науки о Земле. 2003. № 3. Приложение II. С. 91–94.

*Исаева А.В., Гатовский Ю.А.* Новые данные о внутреннем строении некоторых видов мезозойских радиолярий из родов Parvicingula и Takemuraella // Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр. Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания (Санкт-Петербург, 2023 г.). СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. С. 210–213.

*Исаева А.В., Вишневская В.С., Гатовский Ю.А.* Новые данные о внутреннем строении некоторых видов радиолярий родов Parvicingula и Takemuraella (поздняя юра–ранний мел, баженовская свита, Западная Сибирь) // Био- и геособытия в истории Земли. Этапность эволюции и стратиграфическая корреляция. Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2023. С. 51–52.

*Калмыков Г.А., Балушкина Н.С.* Модель нефтенасыщенности порового пространства пород баженовской свиты Западной Сибири и ее использование для оценки ресурсного потенциала. М: ГЕОС, 2017. 247 с.

*Кассин Н.Г.* Общая геологическая карта Европейской части СССР. Лист 107. Вятка-Слободской-Омутнинск-Кай // Тр. Геол. Ком. Нов. Сер. 1928. Вып. 158. С. iii–vii, 1–268.

*Кейси Р., Месежников М.С., Шульгина Н.И.* Сопоставление пограничных отложений юры и мела Англии, Русской платформы, Приполярного Урала и Сибири // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 7. С. 14–33.

*Кейси Р., Месежников М.С., Шульгина Н.И.* Аммонитовые зоны пограничных отложений юры и мела в Бореальной области // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 10. С. 71–84.

*Киселев Д.Н., Рогов М.А.* Новые данные о строении терминальной части верхней юры в опорном разрезе у д. Васильевское, Ярославская область // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2023. Т. 31. № 2. С. 82–100. https://doi.org/10.31857/S0869592X23020035

*Козлов А.Л.* Thrissops volgensis nov. sp. из нижне-волжских отложений Ульяновской губ. // Изв. Геол. Ком. 1928. Т. 47. № 5. С. 573–581.

*Козлова Г.Е.* Распределение радиолярий в баженовской свите Западной Сибири // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. М.: Наука, 1983. С. 47–55.

*Козлова Г.Э.* Комплексы мезозойских радиолярий Тимано-Печорского нефтегазоносного региона. Поиски, разведка и добыча нефти и газа в Тимано-Печорском бассейне и Баренцевом море. СПб.: ВНИГРИ, 1994. С. 60–81.

*Криштафович Н.И.* Верхне-титонские отложения центральной России // Вестник естествознания. 1892а. № 1–9. С. 319–322.

*Криштафович Н.И.* Сообщение 3 марта 1892 г // Зап. С-Пб. Минер. об-ва. 2 сер. 1892б. Ч. 29. С. 186–189.

*Крымгольц Г.Я.* Решение пленарного совещания Постоянной стратиграфической комиссии МСК по юре СССР по вопросу о рекомендациях Первого Международного коллоквиума по юрской системе // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и решения его постоянных комиссий по нижнему докембрию, верхнему докембрию, ордовику и силуру, девону, триасу, юре и мелу СССР. Вып. 7. М.: ОНТИ ВИЭМС, 1965. С. 70–75.

*Крымгольц Г.Я.* О выделении волжского яруса в единой стратиграфической шкале юрской системы // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и решения его постоянных комиссий по перми, юре и мелу СССР. М.: ОНТИ ВИЭМС, 1966. С. 15–17.

*Кузнецова К.И.* Стратиграфия и палеобиогеография поздней юры Бореального пояса по фораминиферам // Тр. ГИН АН СССР. 1979. Вып. 332. 124 с.

*Лагузен И.И.* Ауцеллы, встречающиеся в России // Тр. Геол. Ком. 1888. Вып. VIII. № 1. 46 с.

*Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л.* Микрофитопланктон и микрофораминиферы опорного разреза нижнего мела Приполярного Зауралья (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 6. С. 799–820.

*Лидская А.В.* Диноцисты из опорных разрезов зоны Volgidiscus singularis терминальной части волжского яруса // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы IX Всероссийского совещания с международным участием, Сыктывкар, 9–16 сентября 2023 г. Отв. ред. Рогов М.А. Сыктывкар, 2023а. С. 102–106.

*Лидская А.В.* Первые данные о распространении диноцист в волжском ярусе разреза Марьевка (Ульяновская область) // Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя европейской части России. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 225-летию со дня рождения П.М. Языкова (г. Ульяновск, 22–25 сентября 2023 г.). Ред. Моров В.П., Рогов М.А., Зверьков Н.Г. Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2023б. С. 59–66.

*Маникин А.Г., Грищенко В.А., Дакиров Р.С., Наумов Е.В.* Результаты магнитостратиграфических исследований опорных разрезов пограничных отложений юры–мела Среднего Поволжья // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы VIII Всероссийского совещания с международным участием. Онлайн-конференция, 7–10 сентября 2020 г. Отв. ред. Захаров В.А. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. С. 146–149.

*Месежников М.С.* Зональное подразделение рязанского горизонта // Труды ИГиГ СО АН СССР. 1984. Вып. 644. С. 54–66.

*Месежников М.С., Гольберт А.В., Захаров В.А., Климова И.Г., Кравец В.С., Сакс В.Н., Шульгина Н.И., Алексеев С.Н., Булынникова С.П., Кузина В.И., Яковлева С.П.* Новое в стратиграфии пограничных между юрой и мелом слоев бассейна р. Печоры // Верхняя юра и граница ее с меловой системой. Новосибирск: Наука, 1979. С. 66–71.

*Месежников М.С., Захаров В.А., Брадучан Ю.В., Меледина С.В., Вячкилева Н.П., Лебедев А.И.* Зональное расчленение верхнеюрских отложений Западной Сибири // Геология и геофизика. 1984. № 8. С. 40–52.

*Митта В.В.* Аммонитовые комплексы пограничных отложений юры и мела в Московской области и проблема границы юры и мела // Материалы научн. сессии, посвященной 90-летию со дня рождения В.Н. Сакса. Новосибирск: Гео, СО РАН, 2001. С. 24–25.

*Митта В.В.* О последовательности комплексов аммонитов в пограничных отложениях юры и мела

Московской синеклизы // Палеонтол. журн. 2004. № 5. С. 17–24.

*Митта В.В.* Новые данные о возрасте подошвы рязанского яруса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. № 5. С. 51–59.

*Митта В.В.* Аммонитовые комплексы базальной части рязанского яруса (нижний мел) Центральной России // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 2. С. 80–92.

*Mitta V.V.* Craspeditidae (Ammonoidea) Русской платформы на рубеже юры и мела. I. Род Praesurites Mesezhnikov et Alekseev // Палеонтол. журн. 2019а. № 5. С. 39–49. https://doi.org/10.1134/S0031031X19050106

*Mitta V.V.* Craspeditidae (Ammonoidea) Русской платформы на рубеже юры и мела. II. Род Hectoroceras Spath // Палеонтол. журн. 2019б. № 6. С. 44–54. https://doi.org/10.1134/S0031031X19060072

*Митта В.В.* О видах-индексах зон стандартной шкалы рязанского яруса Русской платформы // Палеонтол. журн. 2021. № 3. С. 40–48. https://doi.org/.31857/S0031031X21030119

*Mitta V.V.* Комментарии к статье “Berriasian Ammonites of Supposed Tethyan Origin from the type “Ryazanian”, Russia: a Systematic Re-Interpretation” (Frau et al., 2021) // Палеонтол. журн. 2022. № 3. С. 93–98. https://doi.org/10.31857/S0031031X22030084

*Никитенко Б.Л.* Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Новосибирск: Параллель, 2009. 680 с.

*Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Князев В.Г., Мелединa С.В., Дзюба О.С., Лебедева Н.К., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А., Горячева А.А., Хафаева С.Н.* Стратиграфия юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1047–1082.

*Никитенко Б.Л., Князев В.Г., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А., Кутыгин Р.В., Алифиров А.С.* Высокоразрешающая стратиграфия верхней юры побережья моря Лаптевых // Геология и геофизика. 2015а. Т. 56. № 4. С. 845–872. https://doi.org/10.15372/GiG20150414

*Никитенко Б.Л., Князев В.Г., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А.* Верхняя юра побережья моря Лаптевых: межрегиональные корреляции и палеообстановки // Геология и геофизика. 2015б. Т. 56. № 8. С. 1496–1519. https://doi.org/10.15372/GiG20150808

*Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Родченко А.П., Левчук Л.К., Пещевицкая Е.Б., Фурсенко Е.А.* Гольчихинская свита (верхи бата–низы бореального берриаса) Енисей-Хатангского прогиба (запад Северо-Сибирской низменности) // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 4. С. 508–526. https://doi.org/10.15372/GiG2019082

*Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Пещевицкая Е.Б., Попов А.Ю., Фурсенко Е.А., Хафаева С.Н.* Стратиграфия, литология и геохимия прибрежных и мелководно-морских разрезов верхов средней юры–низов мела р. Анабар (Арктическая Сибирь) // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 5. С. 673–708. https://doi.org/10.15372/GiG2020189

*Никитенко Б.Л., Пещевицкая Е.Б., Каширцев В.А., Фурсенко Е.А., Попов А.Ю., Хафаева С.Н., Брагин В.Ю.* Микрофоссилии, высокоразрешающая стратиграфия, геохимия и литология верхней юры и нижнего мела (урдюкхаинская и паксинская свиты) п-ова Нордвик, Анабарский залив, море Лаптевых // Геология и геофизика. 2023. Т. 64. № 11. С. 1586–1615. https://doi.org/10.15372/GiG2023150

*Никитин С.Н.* Юрские образования между Рыбинском, Мологою и Мышкиным // Материалы для геологии России. 1881. Т. X. С. 201–331.

*Никитин С.Н.* Заметки по вопросу о последовательности пластов волжского яруса московской юры // Записки Императорского минералогического общества. 1884. Сер. 2. Ч. 19. С. 7–14.

*Никитин С.Н.* Общая геологическая карта России. Лист 71. Кострома, Макарьев, Чухлома, Любим // Тр. Геол. Ком. 1885. Т. 2. № 1. 218 с.

*Никитин С.Н.* Заседание геологического комитета 21 октября 1887 г. // Изв. Геол. Ком. 1887. Т. 6. № 11. С. 98–99.

*Никитин С.Н.* Следы мелового периода в Центральной России // Тр. Геол. Ком. 1888. Т. V. № 2. 205 с.

*Павлов А.П.* О мезозойных отложениях Рязанской губернии // Уч. записки Моск. ун-та. Отд. Ест.- историч. 1895. Вып. 11. С. 1–32.

*Панченко И.В., Балушкина Н.С., Барабошкин Е.Ю., Калмыков Г.А., Шурекова О.В.* Комплексы палеобиоты в абалакско-баженовских отложениях центральной части Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10. № 2. С. 1–29. https://doi.org/10.17353/2070-5379/24_2015

*Панченко И.В., Соболев И.Д., Рогов М.А., Латышев А.В.* Вулканические туфы и туффиты в пограничных отложениях юры и мела (волжский–рязанский ярусы) Западной Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 2021. № 2. С. 144–183. https://doi.org/10.31857/S0024497X21020051

*Панченко И.В., Рогов М.А., Соболев И.Д., Латышев А.В., Захаров В.А.* Тефростратиграфия пограничных

отложений юры и мела Западной Сибири // Russ. J. Earth Sci. 2022. V. 23. № 6. https://doi.org/10.2205/2022ES000817

*Первушов Е.М., Архангельский М.С., Иванов А.В.* Каталог местонахождений остатков морских рептилий в юрских и меловых отложениях Нижнего Поволжья. Саратов: Колледж, 1999. 230 с.

*Пещевицкая Е.Б.* Диноцисты и палиностратиграфия нижнего мела Сибири. Новосибирск: Гео, 2010. 230 с.

*Пещевицкая Е.Б.* Последовательности палиностратонов и трансгрессивно-регрессивных событий в нижнемеловых разрезах Сибири // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Десятого Всероссийского совещания, г. Магадан, 20–25 сент. 2020 г. Магадан: ОАО “МАОБТИ”, 2020. С. 218–222.

*Пещевицкая Е.Б.* Палиностратиграфия и палеообстановки в разрезе Городищи (Среднее Поволжье, кимеридж–готерив) // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 7. С. 939–966. https://doi.org/.15372/GiG2019174.

*Пещевицкая Е.Б., Лидская А.В., Ростовцева Ю.И.* Кимеридж-волжские палинологические комплексы разреза Еганово (Московская область) и возможности их использования для биостратиграфии, корреляции и фациального анализа // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 2. С. 71–100. https://doi.org/10.31857/S0869592X22020053

*Попов Е.В., Ефимов В.М.* Новые находки химер рода Stoilodon Nessov et Averianov, 1996 (Holocephali, Chimaeroidei) в поздней юре и раннем мелу европейской части России // Изв. Саратовского ун-та. Сер. Науки о Земле. 2012. Т. 12. Вып. 1. С. 66–79.

*Попов Е.В., Шаповалов К.М.* Новые находки химеровых рыб (Holocephali, Chimaeroidei) в юре европейской части России // Современная палеонтология: классические и новейшие методы – 2007. Сборник научн. статей. Ред. Розанов А.Ю., Лопатин А.В., Пархаев П.Ю. М.: ПИН РАН, 2007. С. 25–47.

*Попов Е.В., Шаповалов К.И.* Новый род слоновых химер (Holocephali: Callorhinchidae) из поздней юры центральной России // Палеонтол. журн. 2021. № 4. С. 55–65. https://doi.org/10.31857/S0031031X21040127

Постановление расширенного заседания Бюро юрской комиссии МСК о верхнем ярусе волжской системы. Москва, 29 октября 1964 г. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. № 2. С. 136.

*Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Шнейдер Г.В., Нагайцева Н.Н. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Таймырско-Североземельская. Лист S-47 – оз. Таймыр (зап. часть). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 424 с.

*Проскрунин В.Ф., Шнейдер Г.В., Гавриш А.В., Нагайцева Н.Н. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000 000 (третье поколение). Серия Таймырско-Североземельская. Лист S-46 – Тарея. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016. 490 с.

Протокол заседания Комиссии по юрской системе 3 апреля 2012 г. // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 42. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2013. С. 23–38.

Рекомендации международного симпозиума по стратиграфии верхней юры // Вопросы стратиграфии верхней юры (материалы международного симпозиума, Москва, 1967). М.: ГИН РАН, 1974. С. 150–151.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.

Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы, созванного 3–10 февраля 1954 г. Геологическим управлением Министерства нефтяной промышленности СССР. Л.: Гостоптехиздат, Ленингр. отд., 1955. 30 с.

*Рогов М.А.* Стратиграфия нижневолжских отложений Русской плиты и их корреляция с титоном // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 4. С. 35–51.

*Рогов М.А.* Аммониты и инфразональное расчленение зоны Dorsoplanites panderi (волжский ярус, верхняя юра) европейской части России // Докл. АН. 2013. Т. 451. № 4. С. 435–440.

*Рогов М.А.* Аммониты и инфразональная стратиграфия кимериджского и волжского ярусов юга Московской синеклизы // Тр. ГИН РАН. 2017. Вып. 615. С. 7–160.

*Рогов М.А.* Аммониты и инфразональная стратиграфия кимериджского и волжского ярусов Панбореальной надобласти // Тр. ГИН РАН. 2021. Вып. 627. 732 с. https://doi.org/10.54896/00023272_2021_627_1

*Рогов М.А., Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Ефимов В.М., Киселев Д.Н., Моров В.П., Гусев В.В.* Граница юры и мела в Среднем Поволжье. Путеводитель экскурсии “Международная научная конференция по проблеме границы юрской и меловой систем. 7–13 сентября 2015 г., г. Самара (Россия)”. Самара: ФГОБУ СамГТУ, 2015. 130 с.

*Рогов М.А., Захаров В.А., Соловьев А.В., Мельников П.Н., Пустыльникова В.В., Федорова А.А., Мещерякова Е.Ю., Савельева Ю.Н., Ипполитов А.А., Оленова К.Ю., Евсеева Ю.А.* Волжский и рязанский ярусы в разрезе скважины Новоякимовская-1 (запад Енисей-Хатангского регионального прогиба, Сибирь). Статья 1. Общая характеристика яновстанской свиты и ее стратиграфия по моллюскам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2024. № 3.

*Рулье К.Ф.* О животных Московской губернии: Речь, произнесенная в торжественном собрании Имп. Моск. ун-та экстраордин. проф. зоологии и первым секр. Моск. о-ва испытателей природы Карлом Рулье 16-го июня 1845. Москва, 1845. 96 с.

*Сазонов Н.Т.* Стратиграфия юрских и меловых отложений Русской платформы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1953. Т. XXVIII. Вып. 5. С. 71–100.

*Сазонов Н.Т.* Унифицированная схема стратиграфии юрских отложений Русской платформы (проект) // Труды Всесоюзного совещания по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы, созванного 3–10 февраля 1954 г. Геологическим управлением Министерства нефтяной промышленности СССР, Всесоюзным нефтяным научно-исследовательским геологоразведочным институтом (ВНИГРИ) и Всесоюзным научно-исследовательским геологоразведочным нефтяным институтом (ВНИГНИ). Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 19–26.

*Сазонов Н.Т.* О работе Средиземноморского мезозойского комитета в области номенклатуры юрской системы // Сов. геол. 1964. № 11. С. 145–147.

*Сакс В.Н., Шульгина Н.И.* Меловая система в Сибири. Предложения о ярусном и зональном расчленении // Геология и геофизика. 1962. № 10. С. 23–41.

*Сакс В.Н., Шульгина Н.И.* О выделении берриасского яруса в меловой системе // Геология и геофизика. 1964. № 8. С. 3–13.

*Сакс В.Н., Шульгина Н.И.* Новые зоны неокома и граница берриасского и валанжинского ярусов в Сибири // Геология и геофизика. 1969. № 12. С. 42–52.

*Сей И.И., Калачева Е.Д.* Биостратиграфические критерии границы юрской и меловой систем для территории России. Служебно-информационная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 1993. 60 с.

*Сей И.И., Калачева Е.Д.* Биостратиграфия и фауна верхней юры и низов мела Южного Приморья (Дальний Восток России) // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14. № 2. С. 75–88.

*Сей И.И., Калачева Е.Д.* Граница юрской и меловой систем в Бореальной области (биостратиграфия, бореально-тетическая корреляция) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 1. С. 42–59.

*Соколов Д.Н.* К геологии окрестностей Илецкой Защиты // Известия Оренбургского отдела Императорского Русского Географического Общества. 1901. Вып. 16. С. 37–80.

Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 131 с.

*Стафеев А.Н., Ступакова А.В., Суслова А.А., Гилаев Р.М.* Обстановки осадконакопления и палеогеографическая зональность баженовского горизонта (титон–нижний берриас) Западной Сибири // Георесурсы. 2017. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 134–143. https://doi.org/10.18599/grs.19.14

*Товбина С.З.* О находке Buchia aff. keyserlingi (Lahusen) в коуской свите (нижний мел) Копетдага // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1988. Т. 63. Вып. 4. С. 90–93.

*Урман О.С., Шурыгин Б.Н., Дзюба О.С.* Новые палеонтолого-стратиграфические данные по рязанскому региоярусу в разрезах на р. Ока (Центральная Россия) // Изв. Саратовского ун-та. Нов. сер. Сер.: Науки о Земле. 2019. Т. 19. Вып. 4. С. 279–290. https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-4-279-290

*Федорова В.А., Грязева А.С.* Палиностратиграфия пограничных отложений юры–мела в разрезах р. Оки // Тр. ИГиГ СО АН СССР. 1984. Вып. 644. С. 150–160.

*Федорова В.А., Быстрова В.В., Колпенская Н.Н., Сочеванова О.А.* Детальная микробиостратиграфия опорных разрезов бореального берриаса на территории России (рр. Ижма, Ятрия, Боярка) // Стратиграфия фанерозоя нефтегазоносных регионов России, Сборник научных трудов ВНИГРИ. Отв. ред. Чирва С.А., Зинченко В.Н. СПб.: ВНИГРИ, 1993. С. 172–188.

*Хабаков А.В.* Фауна радиолярий из нижнемеловых и верхнеюрских фосфоритов бассейна Верхней Вятки и Камы // Ежегодник ВПО. 1937. Т. 11. С. 90–120.

*Хоша В., Прунер П., Захаров В.А., Костак М., Шадима М., Рогов М.А., Шлехта С., Мазух М.* Бореально-тетическая корреляция пограничного юрско-мелового интервала по магнито- и биостратиграфическим данным // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 3. С. 63–76.

*Шкарубо С.И., Бургуто А.Г., Зуйкова О.Н., Костин Д.А., Величко Б.М., Журавлев В.А., Зинченко А.Г., Неупокоева А.А., Радченко М.С., Руденко А.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации.

Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист S-38 – Баренцево море (вост. часть). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2017. 160 с.

*Шурекова О.В.* Диноцистовая шкала верхнего титона–нижнего валанжина Горного Крыма // Водоросли в эволюции биосферы. Материалы II Палеоальгологической конференции (10–16 октября 2016 г.). Ред. Лебедева Н.К., Горячева А.А. Новосибирск: ИНГГ, 2016а. С. 182–187.

*Шурекова О.В.* Диноцистовая шкала нижнего мела Горного Крыма // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Материалы Межведомственного рабочего совещания, Санкт-Петербург, 17–20 октября 2016 г. Отв. ред. Толмачева Т.Ю. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016б. С. 188–190.

*Шурыгин Б.Н., Дзюба О.С.* Граница юры и мела на севере Сибири и бореально-тетическая корреляция приграничных толщ // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. С. 830–844. https://doi.org/10.15372/GiG20150413

*Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Академ. изд-во “Гео”, 2000. 480 с.

*Янин Б.Т.* О находке Aucella volgensis Lahusen (Bivalvia) в валанжине Крыма // Вестник МГУ. Сер. биологии, почвоведения, геологии и географии. 1970. № 5. С. 100–102.

*Aarhus N., Verdenius J., Birkelund T.* Biostratigraphy of a Lower Cretaceous section from Sklinnabanken, Norway, with some comments on the Andøya exposure // Norsk Geologisk Tidsskrift. 1986. V. 66. P. 17–43.

*Aarhus N., Kelly S.R.A., Collins J.S.H., Sandy M.R.* Systematic palaeontology and biostratigraphy of two Early Cretaceous condensed sections from the Barents Sea // Polar Res. 1990. V. 8. P. 165–194. https://doi.org/10.3402/polar.v8i2.6811

*Abbink O.A., Callomon J.H., Riding J.B., Williams P.D.B., Wolfard A.* Biostratigraphy of Jurassic–Cretaceous boundary strata in the Terschelling Basin, The Netherlands // Proc. Yorkshire Geol. Soc. 2001. V. 53. № 4. P. 275–302. https://doi.org/10.1144/pygs.53.4.275

*Ager D.V.* The British Mesozoic committee // Nature. 1964. V. 203. P. 1059. https://doi.org/10.1038/2031059b0

*Alsen P.* The Early Cretaceous (Late Ryazanian–Early Hauterivian) ammonite fauna of North-East Greenland: taxonomy, biostratigraphy, and biogeography // Fossils and Strata. 2006. № 53. P. 1–229. https://doi.org/10.18261/9781405180146-2006

*Alsen P., Piasecki S., Nøhr-Hansen H., Pauly S., Sheldon E., Hovikoski J.* Stratigraphy of the Upper Jurassic to lowermost Cretaceous in the Rødryggen-1 and Brorson Halvø-1 boreholes, Wollaston Forland, North-East Greenland // GEUS Bull. 2023. V. 55. https://doi.org/10.34194/geusb.v55.8342

*Arkhangelsky M.S., Zverkov N.G., Rogov M.A., Stenshin I.M., Baykina E.M.* Colymbosaurines from the Upper Jurassic of European Russia and their implication for palaeobiogeography of marine reptiles // Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. 2020. V. 100. P. 197–218. https://doi.org/10.1007/s12549-019-00397-0

*Arratia G., Schultze H.-P., Tischlinger H., Viohl G.* (Eds.). Solnhofen – Ein Fenster in die Jurazeit. Münich: Verl. Dr. F. Pfeil, 2015. V. 1 + 2.

*Baraboshkin E.* Early Cretaceous palaeogeography of the Russian Platform // Geol. Soc. London Spec. Publ. 2024. V. 545. https://doi.org/10.1144/SP545-2023-132

*Baraboshkin E. Yu., Rogov M.A., Guzhikov A. Yu., Dzyuba O.S., Urman O.S., Shurygin B.N., Pestchevitskaya E.B., Manikin A.G.* Kashpir section (Volga River, Russia), the proposed auxiliary section for the J/K interval in Subboreal Realm // XII Jurassica Conference. IGCP 632 and ICS Berriasian workshop. Field Trip Guide and Abstracts Book, April 19–23, 2016, Smolenice, Slovakia. Bratislava: Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, 2016. P. 109–112.

*Bringué M., Fensome R.A., Poulton T.P., Galloway J.M., Bujak J.P., Golding M.L., Orchard M.J., Williams G.L.* The 2020 Canada datapack for TimeScale Creator: a new tool for Mesozoic–Cenozoic stratigraphy of the Canadian North // Geol. Surv. Can. Bull. 2022. V. 609. P. 237–286. https://doi.org/10.4095/326099

*Bruhn R., Vagle K.* Relay ramp evolution and mass flow deposition (Upper Kimmeridgian–Lower Volgian) in the tail end Graben, Danish North Sea // Basin Res. 2005. V. 17. P. 551–567. https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2005.00276.x

*Bruhn R., Nagy J., Smelror M., Dypvik H., Glimsdal S., Pegrum R., Cavalli C.* Shaking and splashing – a case study of far-field effects of the Mjølnir asteroid impact on depositional environments in the Barents Sea // Basin Res. 2023. V. 35. P. 620–641. https://doi.org/10.1111/bre.12725

*Bulatov T., Yermakov Y., Kulikova A., Gareev B., Spasennykh M.* Provenance and the U–Pb age constraints on the tuff beds of the Late Jurassic–Early Cretaceous Bazhenovo Formation, West Siberian Basin // The Depositional Record. 2024. V. 10. P. 312–334. https://doi.org/.1002/dep2.281

*Callomon J.H., Birkelund T.* The ammonite zones of the Boreal Volgian (Upper Jurassic) in East Greenland // Mem. Can. Soc. Petrol. Geol. 1982. Mem. 8. P. 349–369.

*Campbell H.J.* Chapter 9, Jurassic // Institute of Geological and Nuclear Sciences Monograph. 2004. V. 22. P. 89–101.

*Casey R.* The ammonite succession at the Jurassic–Cretaceous boundary in eastern England // Geol. J. Spec. Iss. 1973. № 5. P. 193–266.

*Cope J.C.W.* The Bolonian Stage: an old answer to an old problem // Newslett. Stratigraphy. 1993. V. 28. № 2/3. P. 151–156. https://doi.org/10.1127/nos/28/1993/151

*Cope J.C.W.* The role of the secondary standard in stratigraphy // Geol. Mag. 1996. V. 133. P. 107–110. https://doi.org/10.1017/S0016756800007299

*Courtinat B.* Les organoclastes des formations lithologiques du Malm dans le Jura meridional. Systematique, biostratigraphie et elements d'interpretation paleoecologique // Docum. Labor. Géol. Fac. Sci. Lyon. 1989. № 105. P. 1–361.

*Dalseg T.S., Nakrem H.A., Smelror M.* Dinoflagellate biostratigraphy, palynofacies, depositional environment and sequence stratigraphy of the Agardhfjellet Formation (Upper Jurassic–Lower Cretaceous) in central Spitsbergen (Arctic Norway) // Norwegian J. Geology. 2016. V. 96. P. 119–133. https://doi.org/10.17850/njg96-2-04

*Davey R.J.* The stratigraphic distribution of dinocysts in the Portlandian (Latest Jurassic) to Barremian (Early Cretaceous) of northwest Europe // AASP Contribution Ser. 1979. № 58. P. 49–81.

*Davey R.J.* Dinocyst stratigraphy of the latest Jurassic to Early Cretaceous of the Haldager No. 1 borehole, Denmark // Danmark Geologiske Undersøgelse, Serie B. 1982. V. 6. P. 1–57. https://doi.org/10.34194/serieb.v6.7061

*Delsett L.L., Roberts A.J., Druckenmiller P.S., Hurum J.H.* A New Ophthalmosaurid (Ichthyosauria) from Svalbard, Norway, and Evolution of the Ichthyopterygian Pelvic Girdle // PLoS ONE. 2017. V. 12. № 1. e0169971. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169971

*Dodekova L.* Dinoflagellate cysts from the Bathonian–Tithonian (Jurassic) of North Bulgaria. III. Tithonian dinoflagellate cysts // Geol. Balcan. 1994. V. 24. № 5. P. 11–46. https://doi.org/10.52321/geolbalc.24.5.11

*Donovan D.T.* Stratigraphy and ammonite fauna of the Volgian and Berriasian rocks of East Greenland // Meddelelser om Grønland. 1964. Bd. 154. Nr. 4. 34 p.

*d'Orbigny A.* Paléontologie française: description zoologique et géologique de tous les animaux mollusques et rayonnés fossiles de France: comprenant leur application à la reconnaissance des couches; Terrains Oolitiques ou Jurassiques. Paris, 1842–1850. 642 p.

*Druckenmiller P.S., Hurum J.H., Knutsen E.M., Nakrem H.A.* Two new ophthalmosaurids (Reptilia: Ichthyosauria) from the Agardhfjellet Formation (Upper Jurassic: Volgian/Tithonian), Svalbard, Norway // Norwegian J. Geology. 2012. V. 92. P. 311–339.

*Duxbury S.* A palynostratigraphy of the Berriasian to Barremian of the Speeton Clay of Speeton, England // Palaeontographica. Abt. B. 1977. Bd. 160. Lief. 1–3. P. 17–67.

*Duxbury S., Kadolsky D., Johansen S.* The sequence stratigraphic subdivision of the Humber Group in the Outer Moray Foth area (UKCS, North Sea) // Geol. Soc. Spec. Publ. 1999. V. 15. P. 23–54. https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1999.152.01.03

*Enay R.* La nomenclature stratigraphique du jurassique terminal – ses problèmes et sa normalisation // Bulletin Trimestriel Service Information Géologique du Bureau de la Recherche Géologique et Minere (Paris). 1963. T. 59. P. 1–9.

*Filatova N.I., Konstantinovskaya E., Vishnevskaya V.* Jurassic-Lower Cretaceous siliceous rocks and black shales from allochthonous complexes of the Koryak-Western Kamchatka orogenic belt, East Asia // Int. Geol. Rev. 2022. V. 64. № 3. P. 311–330. https://doi.org/10.1080/00206814.2020.1848649

*Fisher M.J., Riley L.A.* The stratigraphic distribution of dinoflagellate cysts at the boreal Jurassic–Cretaceous boundary // Proc. IV International Palynological Conference. Luchnow, 1980. V. 2. P. 313–329.

*Frau C., Wimbledon W.A.P., Ifrim C., Bulot L.G., Pohl A.* Berriasian ammonites of supposed Tethyan origin from the type "Ryazanian", Russia: a systematic re-interpretation // Palaeoworld. 2021. V. 30. P. 515–537. https://doi.org/10.1016/j.palwor.2020.07.001

*Frebold H.* The Jurassic faunas of the Canadian Arctic. Middle and Upper Jurassic ammonites // Bull. Geol. Surv. Canada. 1961. V. 74. 43 p. https://doi.org/10.4095/100592

*Gallois R.W.* A revised description of the lithostratigraphy of the Kimmeridgian–Tithonian and Kimmeridgian–Volgian boundary beds at Kimmeridge, Dorset, UK // Geoscience in South-West England. 2011. V. 12. P. 288–294.

*Gallois R.W.* A revised description of the lithostratigraphy of the Kimmeridgian–Tithonian and Kimmeridgian–Volgian boundary beds at Kimmeridge, Dorset, UK: reply to Wimbledon // Geoscience in South-West England. 2012. V. 13. P. 132–134.

*Galloway J.M., Vickers M.L., Price G.D., Poulton T., Grasby S.E., Hadlari T., Beauchamp B., Sulphur K.* Finding the VOICE: organic carbon isotope chemostratigraphy of Late Jurassic–Early Cretaceous Arctic Canada // Geol. Mag. 2020. V. 157. P. 1643–1657. https://doi.org/10.1017/s0016756819001316

*Granier B.R.C., Ferry S., Benzaggagh M.* A critical look at Tré Maroua (Le Saix, Hautes-Alpes, France), the Berriasian GSSP candidate section // Carnets Geol. 2020. V. 20. № 1. P. 1–17. https://doi.org/10.4267/2042/70714

*Granier B., Benzaggagh M., Ferry S.* Revised holostratigraphy of the Tithonian–Berriasian transition at Tré Maroua (Le Saix, Hautes-Alpes, SE France): study of a rejected Berriasian GSSP candidate // Volumina Jurassica. 2023. V. XXI. P. 1–18. https://doi.org/10.7306/VJ.21.1

*Habib D., Drugg W.S.* Dinoflagellate age of Middle Jurassic–Early Cretaceous sediments in the Blake-Bahama Basin // Deep Sea Drilling Project Initial Reports. 1983. V. 76. P. 623–638. https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.76.126.1983

*Hakansson E., Birkelund T., Piasecki S., Zakharov V.* Jurassic–Cretaceous boundary strata of the extreme Arctic (Peary Land, North Greenland) // Bull. Geol. Soc. Denmark. 1981. V. 3. P. 11–42. https://doi.org/10.37570/bgsd-1981-30-02

*Hammer Ø., Collignon M., Nakrem H.A.* Organic carbon isotope chemostratigraphy and cyclostratigraphy in the Volgian of Svalbard // Norwegian J. Geology. 2012. V. 92. P. 103–112.

*Harding I.C., Smith G.A., Riding J.B., Wimbledon W.A.P.* Inter-regional correlation of Jurassic/Cretaceous boundary strata based on the Tithonian–Valanginian dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Volga Basin, western Russia // Rev. Palaeobot. Palynol. 2011. V. 167. P. 82–116. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2011.07.002

*Herngreen G.F.W., Kerstholt S.J., Munsterman D.K.* Callovian-Ryazanian Upper Jurassic palynostratigraphy of the Central North Sea Graben and Vlieland Basin, the Netherlands // Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO. 2000. V. 63. P. 1–97.

*Herrera Y., Fernandez M.S., Vennari V.V.* Cricosaurus (Thalattosuchia, Metriorhynchidae) survival across the J/K boundary in the High Andes (Mendoza Province, Argentina) // Cretaceous Res. 2021. V. 118. 104673. https://doi.org/1016/j.cretres.2020.104673

*Hovikoski J., Pedersen G.K., Alsen P., Lauridsen B.W., Svennevig K., Nøhr-Hansen H., Sheldon E., Dybkjær K., Bojesen-Koefoed J., Piasecki S., Bjerager M., Ineson J.* The Jurassic–Cretaceous lithostratigraphy of Kilen, Kronprins Christian Land, eastern North Greenland // Bull. Geol. Soc. Denmark. 2018. V. 66. P. 61–112. https://doi.org/10.37570/bgsd-2018-66-04

*Hunt C.O.* Palynostratigraphy of the classic Portland and Purbeck sequences of Dorset, southern England, and the correlation of Jurassic–Cretaceous boundary beds in the Tethyan and Boreal realms // Spec. Publ. Geol. Soc. 2004. V. 230. P. 175–187. https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.230.01.09

*Hurum J.H., Nakrem H.A., Hammer Ø., Knutsen E.M., Druckenmiller P.S., Hryniewicz K., Novis L.K.* An Arctic Lagerstätte – the Slottsmøya Member of the Agardhfjellet Formation (Upper Jurassic–Lower Cretaceous) of Spitsbergen // Norwegian J. Geology. 2012. V. 92. P. 55–64.

*Ilyina V.I., Nikitenko B.L., Glinskikh L.A.* Foraminifera and dinoflagellate cyst zonation and stratigraphy of the Callovian to Volgian reference section in the Tyumenskaya superdeep well (West Siberia, Russia) // Recent Developments in Applied Biostratigraphy. Eds. Powell A.J., Riding J.B. Micropalaeontol. Soc. Spec. Iss. 2005. P. 109–144. https://doi.org/10.1144/TMS001.8

*Ineson J.R., Bojesen-Koefoed J.A., Dybkjær K., Nielsen L.H.* Volgian–Ryazanian 'hot shales' of the Bo Member (Farsund Formation) in the Danish Central Graben, North Sea: stratigraphy, facies and geochemistry // GEUS Bull. 2003. V. 1. P. 403–436. https://doi.org/10.34194/geusb.v1.4679

*Ingrams S., Jolley D.W., Schneider S.* High latitude stratigraphical palynology of the Jurassic–Cretaceous boundary interval, Sverdrup Basin, Arctic Canada // Cretaceous Res. 2021. V. 126. 104922. https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104922

*Iosifova E.K.* Dinocysts from Tchernaya Retchka (Ryazanian–Aptian, Lower Cretaceous) of the Moscow Basin, Russia // Rev. Palaeobot. Palynol. 1996. V. 91. P. 187–240. https://doi.org/10.1016/0034-6667(95)00064-x

*Jackson C.A.L., Larsen E., Hanslien S., Tjemsland A.E.* Controls on synrift turbidite deposition on the hanging wall of the South Viking Graben, North Sea rift system, offshore Norway // AAPG Bull. 2011. V. 95. P. 1557–1587. https://doi.org/10.1306/01031110037

*Janssen N.M.M., Rogov M.A., Zakharov V.A.* Ryazanian (Berriasian) molluscs and biostratigraphy of the Dutch and Norwegian North Sea area (south of Viking Graben) // Netherlands J. Geosci. 2022. V. 101. e8. https://doi.org/10.1017/njg.2022.5

*Jeletzky J.A.* Late Upper Jurassic and Early Lower Cretaceous fossil zones of the Canadian western Cordillera, British Columbia // Geol. Surv. Can. Bull. 1965. V. 103. P. 1–70. https://doi.org/10.4095/100621

*Jeletzky J.A.* Jurassic–Cretaceous boundary beds of Western and Arctic Canada and the problem of the Tithonian–Berriasian stages in the Boreal Realms // Geol. Assoc. Can. Spec. Pap. 1984. V. 27. P. 175–250.

*Kelly S.R.A., Gregory F.G., Braham W., Strogen D.P., Whitham A.G.* Towards an integrated Jurassic biostratigraphy for eastern Greenland // Volumina Jurassica. 2015. V. XIII. P. 43–64. https://doi.org/10.5604/17313708.1148657

*Knutsen E.M., Druckenmiller P.S., Hurum J.H.* Redescription and taxonomic clarification of 'Tricleidus' svalbardensis based on new material from the Agardhfjellet Formation (middle Volgian) // Norwegian J. Geology. 2012a. V. 92. P. 175–186.

*Knutsen E.M., Druckenmiller P.S., Hurum J.H.* Two new species of long-necked plesiosaurs (Reptilia: Sauropterygia) from the Upper Jurassic (middle Volgian) Agardhfjellet Formation of central Spitsbergen // Norwegian J. Geology. 2012b. V. 92. P. 187–212.

*Knutsen E.M., Druckenmiller P.S., Hurum J.H.* A new plesiosauroid (Reptilia: Sauropterygia) from the Agardhfjellet Formation (middle Volgian) of central Spitsbergen, Norway // Norwegian J. Geology. 2012c. № 92. P. 213–234.

*Knutsen E.M., Druckenmiller P.S., Hurum J.H.* A new species of Pliosaurus (Sauropterygia: Plesiosauria) from the middle Volgian of central Spitsbergen, Norway // Norwegian J. Geology. 2012d. V. 92. P. 235–258.

*Koevoets M.J., Abay T.B., Hammer Ø., Olaussen S.* High-resolution organic carbon-isotope stratigraphy of the Middle Jurassic–Lower Cretaceous Agardhfjellet Formation of central Spitsbergen, Svalbard // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2016. V. 449. P. 266–274. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.02.029

*Koevoets M.J., Hammer O., Olaussen S., Senger K., Smelror M.* Integrating subsurface and outcrop data of the Middle Jurassic to Lower Cretaceous Agardhfjellet Formation in central Spitsbergen // Norwegian J. Geology. 2018a. V. 98. P. 1–34. https://doi.org/10.17850/njg98-4-01

*Koevoets M.J., Hurum H.H., Hammer Ø.* New Late Jurassic teleost remains from the Agardhfjellet Formation, Spitsbergen, Svalbard // Norwegian J. Geology. 2018b. V. 98. P. 289–299. https://doi.org/10.17850/njg98-2-01.

*Koevoets M.J., Hammer Ø., Little C.T.* Palaeoecology and palaeoenvironments of the Middle Jurassic to lowermost Cretaceous Agardhfjellet Formation (Bathonian–Ryazanian), Spitsbergen, Svalbard // Norwegian J. Geology. 2019. V. 99. № 1. P. 17–40. https://doi.org/10.17850/njg99-1-02

*Lakova I., Stoykova K., Ivanova D.* Calpionellid, nannofossil and calcareous dinocyst bioevents and integrated biochronology of the Tithonian to Valanginian in the Western Balkanides, Bulgaria // Geol. Carpathica. 1999. V. 50. №2. P. 151–168.

*Lambers P.* On the Ichthyofauna of the Solnhofen Lithographic Limestone (Upper Jurassic, Germany). Groningen: Rijksuniversiteit, 1992. 336 p.

*Leereveld H.* Dinoflagellate cysts from the Lower Cretaceous Rio Argos succession (SE Spain). Utrecht: LPP Foundation, 1995. 175 p.

*Lipinski M., Warning B., Brumsack H.J.* Trace metal signatures of Jurassic/Cretaceous black shales from the Norwegian Shelf and the Barents Sea // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2003. V. 190. P. 459–475. https://doi.org/10.1016/s0031-0182(02)00619-3

*Manikin A.G., Rogov M.A., Grischenko V.A., Dakirov R.S.* New magnetostratigraphic data from the Upper Volgian of the Moscow region // JK2018 – International Meeting around the Jurassic–Cretaceous Boundary. Ed. Granier B. 2018. P. 51–53.

*Mitta V.V.* The Ryazanian (basal Lower Cretaceous) standard zonation: state of knowledge and potential for correlation with the Berriasian primary standard // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen. 2017. V. 286. № 2. P. 141–157. https://doi.org/10.1127/njgpa/2017/0691

*Mitta V.V.* The genus Delphinites Sayn (Ammonoidea: Neocomitidae) in the Lower Valanginian of the Russian Platform // Paleontol. J. 2018. V. 52. P. 1504–1516. https://doi.org/10.1134/S0031030118130105

*Monteil E.* Kystes de Dinoflagelles index (Tithonique-Valanginien) du sud-est de la France. Proposition d'une nouvelle zonation palynologique // Rev. Paleobiologie. 1992. V. 11. № 1. P. 299–306.

*Monteil E.* Dinoflagellate cyst biozonation of the Tithonian and Berriansian of south-east France, correlation with the sequence stratigraphy // Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine. 1993. T. 17. № 1. P. 249–273.

*Mutterlose J., Brumsack H., Flögel S., Hay W., Klein C., Langrock U., Lipinski M., Ricken W., Söding E., Stein R., Swientek O.* The Greenland-Norwegian Seaway: a key area for understanding Late Jurassic to Early Cretaceous paleoenvironments // Paleoceanography. 2003. V. 18. №1. 1010. https://doi.org/10.1029/2001PA000625

*Nagy J., Basov V.A.* Revised foraminiferal taxa and biostratigraphy of Bathonian to Ryazanian deposits in Spitsbergen // Micropaleontology. 1998. V. 44. №3. P. 217–255. https://doi.org/10.2307/1486047

*Nikitenko B.L., Pestchevitskaya E.B., Lebedeva N.K., Ilyina V.I.* Micropalaeontological analyses across the Jurassic–Cretaceous boundary on Nordvik Peninsula, Northeast Peninsula // Newsl. Stratigr. 2008. V. 42. № 3. P. 181–222. https://doi.org/10.1127/0078-0421/2008/0042-0181.

*Nikitenko B.L., Pestchevitskaya E.B., Khafaeva S.N.* High-resolution stratigraphy and palaeoenvironments of the Volgian-Valanginian in the Olenek key section (Anabar-Lena region, Arctic East Siberia, Russia) // Revue de Micropaléontologie. 2018. V. 61. № 3–4. P. 271–312. https://doi.org/10.1016/j.revmic.2018.07.001

*Nøhr-Hansen H., Piasecki S., Alsen P.* A Cretaceous

dinoflagellate cyst zonation for NE Greenland // Geol. Mag. 2020. V. 157. P. 1658–1692. https://doi.org/10.1017/S0016756819001043

*O'Dogherty L., Carter E.S., Dumitrica P., Goriččan Š., De Wever P.* An illustrated and revised catalogue of Mesozoic radiolarian genera – objectives, concepts and guide for users // Geodiversitas. 2009. V. 31. № 2. P. 191–212. https://doi.org/10.5252/g2009n2a2

*Oppel A.* Die tithonische Etage // Z. Deutsch. Geol. Gesell. 1865. Bd. XVII. S. 535–558.

*Park J., Stein H.J., Hannah J.L., Georgiev S.V., Hammer Ø., Olaussen S.* Re–Os geochronology of the Middle to Upper Jurassic marine black shales, Agardhfjellet Formation, Central Spitsbergen, Svalbard: a cornerstone for global faunal correlation and Os isotopic change // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2024. V. 633. 111878.https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111878

*Parker J.R.* The Jurassic and Cretaceous sequence in Spitsbergen // Geol. Mag. 1967. V. 104. P. 487–505. https://doi.org/10.1017/s0016756800049220

*Pavlow A.P.* On the classification of the strata between the Kimeridgian and Aptian // Quarterly J. Geol. Soc. London. 1896. V. 52. P. 542–555.https://doi.org/10.1144/GSL.JGS.1896.052.01-04.35

*Pavlow A., Lamplugh G.* Argiles de Speeton et leurs équivalents // Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. Nouv. Sér. 1892. T. V. № 3–4. P. 181–276; 455–570.

*Petersen H.I., Jakobsen F.C.* Lithostratigraphic definition of the Upper Jurassic–lowermost Cretaceous (upper Volgian–Ryazanian) organic-rich and oil-prone Mandal Formation in the Danish Central Graben, North Sea // Marine and Petroleum Geology. 2021. V. 129. 105116. https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105116

*Poulsen N.E.* Dinoflagellate cysts from marine Jurassic deposits of Denmark and Poland // AASP Contrib. Ser. 1996. V. 31. P. 1–227.

*Poulsen N.E., Riding J.B.* The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe // The Jurassic of Denmark and Greenland. Eds. Ineson J.R., Surlyk F. Geol. Surv. Den. Greenl. Bull. 2003. V. 1. P. 115–144. https://doi.org/10.34194/geusb.v1.4650.

*Powell A.J.* A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. London: Chapman and Hall, 1992. 290 p.

*Pszczółkowski A.* The Tithonian Chitinoidellidae and other microfossils from Owadów–Brzezinki quarry (central Poland) // Volumina Jurassica. 2016. V. XIV. P. 133–144. https://doi.org/10.5604/17313708.1222642

*Rakocinski M., Zaton M., Marynowski L., Gedl P., Lehmann J.* Redox conditions, productivity, and volcanic input during deposition of uppermost Jurassic and Lower Cretaceous organic-rich siltstones in Spitsbergen, Norway // Cretaceous Res. 2018. V. 89. P. 126–147.https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.02.014

*Riding J.B., Fedorova V.A., Ilyina V.I.* Jurassic and lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and northern Siberia, Russia // AASP Contrib. Ser. 1999. V. 36. 184 p.

*Riding J.B., Poulsen N.E., Bailey D.A.* A taxonomic study of the dinoflagellate cyst *Muderongia simplex* Alberti 1961 and related species // Palynology. 2001. V. 24. P. 21–35. https://doi.org/10.2113/0240021

*Roberts A.J., Druckenmiller P.S., Sætre G.-P., Hurum J.H.* A New Upper Jurassic Ophthalmosaurid Ichthyosaur from the Slottsmøya Member, Agardhfjellet Formation of Central Spitsbergen // PLoS ONE. 2014. V. 9. № 8. e103152. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103152

*Roberts A.J., Druckenmiller P.S., Delsett L.L., Hurum J.H.* Osteology and relationships of Colymbosaurus Seeley, 1874, based on new material of C. svalbardensis from the Slottsmøya member, Agardhfjellet formation of Central Spitsbergen // J. Vertebrate Paleontol. 2017. V. 37. № 1. P. e1278381. https://doi.org/10.1080/02724634.2017.1278381.

*Roberts A.J., Druckenmiller P.S., Cordonnier B., Delsett L.L., Hurum J.H.* A new plesiosaurian from the Jurassic–Cretaceous transitional interval of the Slottsmøya Member (Volgian), with insights into the cranial anatomy of cryptoclidids using computed tomography // Peer J. 2020. V. 8. P. e8652. https://doi.org/10.7717/peerj.8652

*Rogov M.A.* The Russian Platform as a key region for Volgian/Tithonian correlation: a review of the Mediterranean faunal elements and ammonite biostratigraphy of the Volgian stage // Riv. Ital. Paleontol. Stratigr. 2004. V. 110. № 1. P. 321–328.

*Rogov M.A.* A precise ammonite biostratigraphy through the Kimmeridgian-Volgian boundary beds in the Gorodischi section (Middle Volga area, Russia), and the base of the Volgian Stage in its type area // Volumina Jurassica. 2010. V. VIII. P. 103–130.

*Rogov M.A.* The end-Jurassic extinction // Extinction. Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Detroit: Gale/Cengage Learning, 2013. P. 487–495.

*Rogov M.* Infrazonal subdivision of the Volgian Stage in its type area using ammonites and correlation of the Volgian and Tithonian Stages // STRATI 2013. First International Congress on Stratigraphy. At the Cutting Edge of Stratigraphy. Springer Geology, 2014. P. 577–580. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04364-7_111

*Rogov M.A.* Infrazonal ammonite biostratigraphy, paleobiogeography and evolution of Volgian craspeditid ammonites // Paleontol. J. 2020. V. 54. P. 1189–1219.https://doi.org/10.1134/S0031030120100068

*Rogov M., Zakharov V.* Ammonite- and bivalve-based biostratigraphy and Panboreal correlation of the Volgian Stage // Science in China. Ser. D. Earth Sciences. 2009. V. 52. P. 1890–1909. https://doi.org/10.1007/s11430-009-0182-0

*Rogov M.A., Panchenko I.V., Augland L.E., Ershova V.B., Yashunsky Yu. V.* The first CA-ID-TIMS U–Pb dating of the Tithonian/Berriasian boundary beds in a Boreal succession // Gondwana Res. 2023a. V. 118. P. 165–173. https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.02.010

*Rogov M., Zakharov V., Kiselev D.* Refined ammonite and bivalve biostratigraphy of the Agardhfjellet and lowermost Rurikfjellet formations (Bathonian–Ryazanian) of the Longyearbyen area, Spitsbergen // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 2023b. Bd. 309. Hft. 2. P. 169–198. https://doi.org/10.1127/njgpa/2023/1158

*Rokoengen K., Smelror M., Mørk M.B.E., Mørk A.* The irregular base Cretaceous reflector offshore Mid Norway: a possible result for the Mjølnir impact in the Barents Sea? // Norges geologiske undersøkelse Bulletin. 2005. № 443. P. 19–27.

*Rostovtsev K.O., Prozorowsky V.A.* Information on Resolution of Standing Comissions of the Interpartmental Stratigraphic Committee (JSC) on the Jurassic and Cretaceous systems // Newsl. Int. Subcomm. Jurassic Stratigr. 1997. № 24. P. 48–49.

*Rouillier C., Frears H.* Coupe géologique des environs de Moscou // Bull. Soc. Nat. de Moscou. 1845. T. 18. № 4.

*Różycki S.Z.* Budowa geologiczna północno-zachodniej części Ziemi Torella (Spitsbergen) // Studia geologica Polonica. 1959. V. II. 98 p.

*Schnabl P., Pruner P., Wimbledon W.A.P.* A review of magnetostratigraphic results from the Tithonian–Berriasian of Nordvik (Siberia) and possible biostratigraphic constraints // Geologica Carpathica. 2015. V. 66. Iss. 6. P. 489–498.

https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0040

*Schneider S., Kelly S.R., Mutterlose J., Herrle J.O., Hülse P., Jolley D.W., Schröder-Adams C.J., Lopez-Mir B.* Macrofauna and biostratigraphy of the Rollrock Section, northern Ellesmere Island, Canadian Arctic Islands – a comprehensive high latitude archive of the Jurassic–Cretaceous transition // Cretaceous Res. 2020. V. 114. 104508.https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104508

*Schwarzhans W., Mironenko A.A.* First teleost otoliths from the Late Jurassic of Russia // Neues Jahrbuch fur Geologie und Paläontologie. Abhandlungen. 2020. V. 295. № 1. P. 1-8. https://doi.org/10.1127/njgpa/2020/0863

*Shulgina N.I., Burdykina M.D., Basov V.A., Aarhus N.* Distribution of ammonites, foraminifera and dinoflagellate cysts in the Lower Cretaceous reference sections of the Khatanga Basin, and Boreal Valanginian biogeography // Cretaceous Res. 1994. V. 15. P. 1–16. https://doi.org/10.1006/cres.1994.1001

*Smelror M., Dypvik H.* Marine microplankton biostratigraphy of the Volgian–Ryazanian boundary strata, western Barents Shelf // Bull. Norges geologiske undersokelse. 2005. № 443. P. 61–69.

*Smelror M., Mork A., Monteil E., Rutledge D., Leereveld H.* The Klippfisk Formation – a new lithostratigraphic unit of Lower Cretaceous platform carbonates on the Western Barents Shelf // Polar Res. 1998. V. 17. № 2. P. 181–202. https://doi.org/10.3402/polar.v17i2.6618

*Smelror M., Bøe R., Davidsen B., Ottesen D.* The Sortlandsundet Basin, Vesterålen, northern Norway: a Jurassic basin based on erratics, seismic mapping and regional correlations // Norwegian J. Geology. 2020. V. 99. № 4. P. 1–22. https://doi.org/10.17850/njg99-4-4

*Stoykova K., Idakieva V., Ivanov M., Rehakova D.* Calcareous nannofossil and ammonite integrated biostratigraphy across the Jurassic–Cretaceous boundary strata of the Kopanitsa composite section (West Srednogorie Unit, southwest Bulgaria) // Geologica Carpathica. 2018. V. 69. № 2. P. 199–217. https://doi.org/10.1515/geoca-2018-0012

*Van der Zwan C.J.* Palynostratigraphy and Palynofacies Reconstruction of the Upper Jurassic to Lowermost Cretaceous of the Draugen Field, Offshore Mid Norway // Rev. Palaeobot. Palynol. 1990. V. 62. P. 157–186. https://doi.org/10.1016/0034-6667(90)90021-a

*Vickers M.L., Jelby M.E., Śliwińska K.K., Percival L.M., Wang F., Sanei H., Price G.D., Ullmann C.V., Grasby S.E., Reinhardt L., Mather T.A.* Volcanism and carbon cycle perturbations in the High Arctic during the Late Jurassic–Early Cretaceous // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2023. V. 613. 111412. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111412

*Villalobos-Segura E., Stumpf S., Türtscher J., Jambura P.L., Begat A., López-Romero F.A., Fischer J., Kriwet J.* A Synoptic Review of the Cartilaginous Fishes (Chondrichthyes: Holocephali, Elasmobranchii) from the Upper Jurassic Konservat-Lagerstätten of Southern Germany: Taxonomy, Diversity, and Faunal Relationships // Diversity. 2023. V. 15. 386. https://doi.org/10.3390/d15030386

*Vishnevskaya V.S.* The Jurassic–Cretaceous boundary in Boreal Russia: radiolarian and calcareous dinoflagellate potential biomarkers // Geol. Quarterly. 2017. V. 61. P. 641–654. https://doi.org/10.7306/gq.1370

*Vishnevskaya V.S., Kozlova G.E.* Volgian and Santonian–Campanian radiolarian events from the Russian Arctic and

Pacific Rim // Acta Palaeontol. Polon. 2012. V. 57. № 4. P. 773–790. https://doi.org/10.4202/app.2011.0040

*Vishnevskaya V.S., Ovechkina M.N., Ustinova M.A.* Biostratigraphy and paleogeography of the Bazhenovo Formation (Upper Jurassic and Lower Cretaceous) based on radiolarians, nannoplankton and calcareous dinocysts // Paleontol. J. 2019. V. 53. P. 916–921. https://doi.org/10.1134/s003103011909017x

*Weger R.J., Eberli G.P., Blanco L.R., Tenaglia M., Swart P.K.* Finding a VOICE in the Southern Hemisphere: a new record of global organic carbon? // GSA Bull. 2023. V. 135. P. 2107–2120. https://doi.org/10.1130/B36405.1

*Westermann G.E.G.* Marine faunal realms of the Mesozoic: review and revision under the new guidelines for biogeographic classification and nomenclature // Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol. 2000. V. 163. P. 49–68. https://doi.org/10.1016/s0031-0182(00)00142-5

*Wierzbowski A., Hryniewicz K., Hammer Ø., Nakrem H.A., Little C.T.* Ammonites from hydrocarbon seep carbonate bodies from the uppermost Jurassic–lowermost Cretaceous of Spitsbergen and their biostratigraphical importance // Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie-Abhandlungen. 2011. V. 262. № 3. P. 267–288. https://doi.org/10.1127/0077-7749/2011/0198

*Wimbledon W.A.* The Portlandian, the terminal Jurassic stage in the Boreal realm // Int. Symp. Jurassic Stratigr., Erlanger, Sept. 1–8, 1984. V. II. Copenhagen: Geol. Surv. Denmark, 1984. P. 533–549.

*Wimbledon W.A.P., Reháková D., Svobodová A., Elbra T., Schnabl P., Pruner P., Sifnerova K., Kdyr S., Dzyuba O., Schyder J., Galbrun B.* The proposal of a GSSP for the Berriasian Stage (Cretaceous System): Part 1 // Volumina Jurassica. 2020a. V. XVIII. № 1. P. 53–106. https://doi.org/10.7306/vj.18.5

*Wimbledon W.A.P., Reháková D., Svoboda A., Elbra T., Schnabel P., Pruner P., Sifnerova K., Kdyr S., Frau C., Schnyder J., Galbrun B.* The proposal of a GSSP for the Berriasian Stage (Cretaceous System): Part 2 // Volumina Jurassica. 2020b. V. XVIII. № 2. P. 119–158. https://doi.org/10.7306/vj.18.7

*Young M.T., Zverkov N.G., Arkhangelsky M.S., Ippolitov A.P., Meleshin I.A., Mirantsev G.V., Shmakov A.S., Stenshin I.M.* Thalattosuchian crocodylomorphs from European Russia, and new insights into metriorhynchid tooth serration evolution and their palaeolatitudinal distribution // Peer J. 2023. V. 11. https://doi.org/10.7717/peerj.15781

*Zakharov V.A.* The Bivalve Buchia and the Jurassic–Cretaceous Boundary in the Boreal Province // Cretaceous Res. 1987. V. 8. P. 141–153. https://doi.org/10.1016/0195-6671(87)90018-8

*Zakharov V.A., Rogov M.A.* High-resolution stratigraphy of buchiid bivalves and ammonites from the Jurassic–Cretaceous boundary beds in the Paskenta area (California) // Cretaceous Res. 2020. V. 110. 104422. https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104422

*Zakharov V.A., Bown P., Rawson P.* The Berriasian Stage and the Jurassic–Cretaceous boundary // Bull. Inst. Royal Sc. Nat. Belgique, Sc.d.l. Terre. 1996. V. 66. P. 7–10.

*Zakharov V.A., Rogov M.A., Dzyuba O.S., Žák K., Košťák M., Pruner P., Skupien P., Chadima M., Mazuch M., Nikitenko B.L.* Palaeoenvironments and palaeoceanography changes across the Jurassic/Cretaceous boundary in the Arctic realm: case study of the Nordvik section (north Siberia, Russia) // Polar Res. 2014. V. 33. 19714. https://doi.org/10.3402/polar.v33.19714

*Zeiss A.* Some ammonites of the Klentnice Beds (Upper Tithonian) and remarks on correlation of the uppermost Jurassic // Acta Geol. Polon. 1977. V. 27. P. 369–386.

*Zeiss A.* Comments by A. Zeiss A. // Geol. Assoc. Can. Spec. Pap. 1984. V. 27. P. 250–253.

*Zverkov N.G., Efimov V.M.* Revision of Undorosaurus, a mysterious Late Jurassic ichthyosaur of the Boreal Realm // J. Systematic Palaeontology. 2019. V. 17. № 14. P. 1183–1213. https://doi.org/10.1080/14772019.2018.1515793

*Zverkov N.G., Jacobs M.L.* Revision of Nannopterygius (Ichthyosauria: Ophthalmosauridae): reappraisal of the 'inaccessible' holotype resolves a taxonomic tangle and reveals an obscure ophthalmosaurid lineage with a wide distribution // Zoological J. Linnean Soc. 2021. V. 191. № 1. P. 228–275. https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa028

*Zverkov N.G., Prilepskaya N.E.* A prevalence of Arthropterygius (Ichthyosauria: Ophthalmosauridae) in the Late Jurassic–earliest Cretaceous of the Boreal Realm // Peer J. 2019. № 7. e6799. https://doi.org/10.7717/peerj.6799

*Zverkov N.G., Arkhangelsky M.S., Stenshin I.M.* New data on Late Jurassic Ichthyosaurs of the genus Grendelius from European Russia // Paleontol. J. 2022. V. 56. № 11. P. 1459–1481. https://doi.org/10.1134/s003103012211020x

*Рецензенты А.Е. Игольников, Д.Н. Киселев, Е.А. Языкова*

# Volgian Stage of the Upper Jurassic and Ryazanian Stage of the Lower Cretaceous of the Panboreal Biogeographic Superrealm

**M. A. Rogov[a, #], V. A. Zakharov[a], E. B. Pestchevitskaya[b], V. S. Vishnevskaya[a], N. G. Zverkov[a], E. Yu. Baraboshkin[a, c]**

[a]*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[b]*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia*

[c]*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: rogov@ginras.ru*

The history of the study of the Volgian Stage of the Upper Jurassic and Ryazanian Stage of the Lower Cretaceous, their geographical distribution and use in the world practice, subdivision and correlation are considered. The data on the distribution of different groups of macro- and microfossils (ammonites, bivalves, radiolarians, dinocysts, and marine reptiles) in the Volgian and Ryazanian stages are reviewed. In all these groups, despite significant differences in lifestyle, the Volgian and Ryazanian assemblages, on the one hand, show a high degree of similarity throughout the Panboreal Superrealm, and on the other hand, significant differences from the coeval Tethyan faunas. Biostratigraphic scales of this age based on the sequences of ammonites, bivalves, radiolarians and dinocysts are analysed. It is shown that the substage boundaries of the Volgian Stage are reliably traceable throughout the Panboreal Superrealm. At the same time, no boundary other than the Volgian Stage base corresponds even to the zonal boundary in the Tethys-Pantalassa Superrealm. A similar situation is observed in the Ryazanian Stage: its lower boundary, as well as the boundary of the Lower and Upper Ryazanian substages do not coincide with any clear boundary in the Tethys-Pantalassa Superrealm. The necessity of using the Volgian and Ryazanian stages in the practice of geological research on the territory of Russia for all regions where Boreal deposits are distributed, as well as the inclusion of these stages in the General Stratigraphic Scale in parallel with the Tithonian and Berriasian is substantiated. It is proposed to cancel the resolution of the ISC of Russia on the considering the Volgian Stage to the rank of regional stratigraphic subdivisions, as well as to revise the scheme of comparison of the Volgian and Tithonian stages adopted in the same document.

*Keywords*: biostratigraphy, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, stage, molluscs, dinocysts, radiolarians, marine reptiles

*СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2024, том 32, № 6, с. 74–100*

*УДК 564.7*

# ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМПЛЕКСА ГОТЕРИВСКИХ МШАНОК РАЙОНА СЕЛА ГУНИБ, ДАГЕСТАН

**© 2024 г. А. В. Коромыслова [1, *], Ю. О. Гаврилов [2, **]**

[1] *Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия*

[2] *Геологический институт РАН, Москва, Россия*

**e-mail: koromyslova.anna@mail.ru*

***e-mail: yugavrilov@gmail.com*

Поступила в редакцию 30.11.2023 г.
После доработки 05.03.2024 г.
Принята к публикации 23.03.2024 г.

Впервые описан комплекс мшанок из отложений нижнего мела близ села Гуниб в Дагестане. Изученный разрез находится в зоне развития отложений гапшиминской свиты (готерив). Комплекс мшанок отличается высоким таксономическим разнообразием и включает 32 таксона из четырех подотрядов отряда Cyclostomata: Tubuliporina (24 таксонов), Cancellata (1 таксон), Articulina (1 таксон) и Cerioporina (6 таксонов). Из-за плохой сохранности колоний большинство таксонов определены в открытой номенклатуре, в результате чего истинное разнообразие циклостомат в районе исследования отражено не полностью. Комплекс включает таксоны, которые имеют сходство с мшанками, ранее описанными из разных уровней от валанжина до баррема Швейцарии и Франции и, частично, из нижнего готерива Германии (Mecynoecia icaunensis (d'Orbigny), Mesenteripora marginata (d'Orbigny), M. reticulata (d'Orbigny), Poriceata ardescensis Walter, Apsendesia neocomiensis d'Orbigny, Diplocava biformis (Roemer), "Heteropora" arborea Koch et Dunker и Elea periallos Taylor). Главное отличие гунибского комплекса от валанжин-готеривского комплекса Швейцарии и Франции и нижнеготеривского Германии – наличие мшанок из семейства Eleidae, а от барремского комплекса Франции – отсутствие представителей Cheilostomata. Среди изученных циклостомат преобладают мшанки с вертикально растущими колониями, одни из которых были билатеральные листовидные, а другие имели тонкие цилиндрические ветви. Сетчатые и массивные колонии редки, тогда как инкрустирующие мшанки, обраставшие вертикальные колонии, достаточно многочисленны.

*Ключевые слова:* Bryozoa, Cyclostomata, нижний мел, Дагестан, таксономия, рентгеновская компьютерная микротомография, стратиграфия, палеогеография

**DOI:** 10.31857/S0869592X24060031, **EDN:** VZBBQN

## ВВЕДЕНИЕ

В раннем мелу мшанки были представлены тремя отрядами: Cyclostomata (класс Stenolaemata), Ctenostomata и Cheilostomata (класс Gymnolaemata). Из них в этот период доминировал отряд Cyclostomata, который существует с ордовика по настоящее время и является единственным сохранившимся в мезокайнозое представителем класса Stenolaemata. Находки мшанок Ctenostomata и Cheilostomata в отложениях нижнего мела малочисленны. У Ctenostomata, существующих с ордовика по настоящее время, это связано с отсутствием минерального скелета. Мшанки отряда Cheilostomata появились в поздней юре, но до начала их фазы быстрой диверсификации в позднем альбе или раннем сеномане они были малочисленны в раннем мелу (Larwood, 1975; Dzik, 1975; Taylor, 1988, 1994a; Ostrovsky et al., 2008).

Мшанки в нижнемеловых отложениях распространены неравномерно. Богатейшие их местонахождения, содержащие многочисленные Cyclostomata и редкие Cheilostomata, находятся в Западной Европе (Canu, Bassler, 1926; Walter, Busnardo, 1971; Walter et al., 1975; Walter, 1975, 1977, 1985, 1986, 1989a, 1989b, 1991, 1993a, 1993b, 1994, 1995, 1996, 1997; Walter, Clavel, 1979; Hillmer,

1971; Dzik, 1975; Larwood, 1975; Weitschat, Voigt, 1983; Pitt, Taylor, 1990; Taylor, 2010; Fabbi et al., 2019; Hara, Furrer, 2019). В других регионах мира находки раннемеловых мшанок редки. Один вид Ctenostomata (см. Todd et al., 1997) и небольшой комплекс мшанок Cyclostomata (см. Фаворская, 1983, 1996) были описаны из берриаса и нижнего готерива Крыма соответственно. По данным Т.А. Фаворской (1996), редкие Cyclostomata (таксономический состав не указан) встречаются в берриасе Крыма, готериве Мангышлака, апте и альбе Туаркыра и Мангышлака, альбе Кызылкумов. Нижневаланжинский–верхнеготеривский (?нижнебарремский) комплекс мшанок был описан из Аргентины (Taylor et al., 2009). В Северной Америке мшанки известны начиная с альба (Cheetham, 1954; Cheetham et al., 2006; Thomas, Larwood, 1956; Martha et al., 2019a, 2019b). Также некоторые их представители описаны из альба Японии (Dick et al., 2014) и Индии (Taylor, 2022a).

В этой статье впервые описывается комплекс раннемеловых мшанок, содержащий только представителей Cyclostomata, из разреза Гуниб в Дагестане. Некоторые предварительные данные были опубликованы ранее (Коромыслова, 2022; Koromyslova, 2023). Новое местонахождение мшанок располагается на юге Европейской России, в северо-восточной части Кавказа (42°24′ с.ш.; 46°56′ в.д.) (рис. 1а), т.е. на значительном расстоянии от европейских местонахождений, богатых раннемеловыми мшанками.

Ранее присутствие мшанок в валанжин-готеривских отложениях Дагестана отмечалось В.П. Ренгартеном (1909). Изученные им образцы происходят из Южного Дагестана, из местонахождений Шахдаг и Шалбуздаг, расположенных на границе с Азербайджаном и удаленных от Гунибского плато.

На Государственной геологической карте масштаба 1 : 200 000 (2001), включающей Гунибское плато, изученный разрез находится в зоне развития отложений гапшиминской свиты ($K_1gp$) (рис. 1б), которая была выделена В.А. Снежко в 1982 г. (см. Снежко и др., 2011, 2018). Согласно С.В. Лобачевой и др. (2004) и В.А. Снежко и др. (2011), гапшиминская свита по литологическим особенностям делится на две части (подсвиты): нижнюю карбонатно-терригенную и верхнюю карбонатную; ее мощность 124–198 м. Барремский возраст верхней границы верхней подсвиты обсуждается С.В. Лобачевой и др. (2004) на основании данных Т.А. Мордвилко (1962). Однако, на основании достаточно объемного списка фауны, а также находок позднеготеривских аммонитов Speetoniceras coronatiforme M. Pavl., S. subinversum M. Pavl. и Pseudothurmannia aff. stanislavi Torac., гапшиминская свита датирована готеривом (см. Снежко и др., 2011, 2018). Положение изученного нами стратиграфического интервала внутри гапшиминской свиты неясно, поскольку из разреза Гуниб никакие фаунистические данные, включая брахиопод, которые имеют наибольшую стратиграфическую значимость для определения возраста и расчленения готеривских отложений Дагестана (согласно: Лобачева, 2004), не опубликованы.

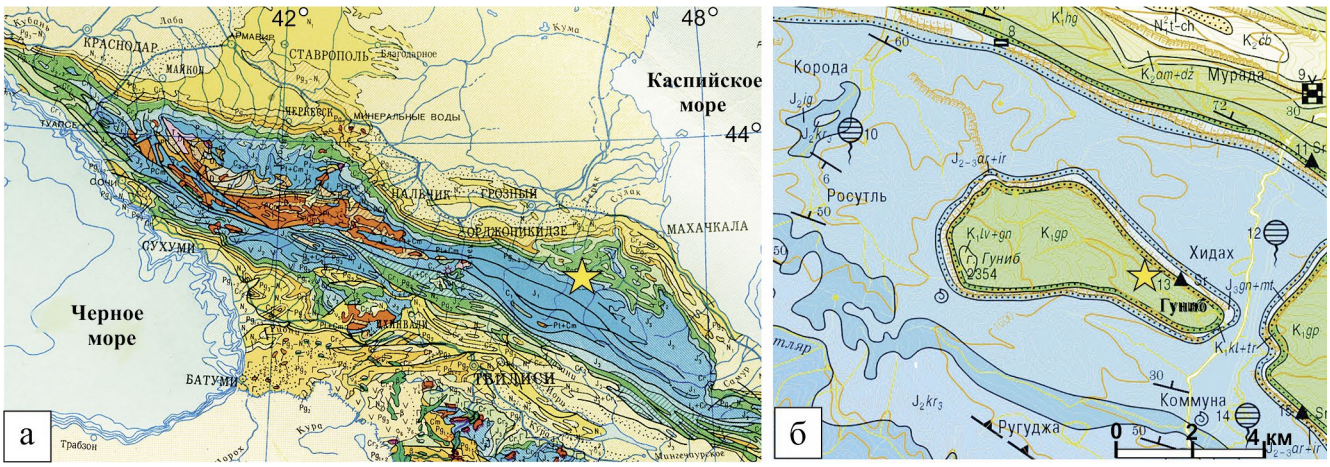


**Рис. 1.** Местонахождение разреза отложений, из которых отобраны образцы мшанок.
(а) – геологическая карта Кавказа; положение изученного разреза Гуниб отмечено звездочкой, (б) – фрагмент государственной геологической карты K-38-XVII масштаба 1 : 200 000 Восточного Кавказа (2001) района Гунибского плато; положение разреза отмечено звездочкой.

Цель этой статьи – описать комплекс готеривских мшанок из разреза Гуниб и обозначить его особенности. Помимо регионального значения, это исследование дополнит наши знания о палеобиогеографии мшанок в раннемеловое время.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ С ВКЛЮЧЕНИЯМИ МШАНОК

Горизонт темно-серых преимущественно терригенных отложений с включениями мшанок обнаружен в центральной части Горного Дагестана в толще нижнемеловых известняков (рис. 2). Подстилают этот горизонт известняки светло-серые, органогенные, плотные, образующие пласты мощностью в несколько дециметров.

Кровля известняков слегка неровная, имеет явно эрозионный характер (рис. 2, 3).

На известняки по резкой границе налегают существенно иные по литологическому составу темно-серые глинисто-алевритовые отложения толщиной около 4 м. В 1.5 м от подошвы этого интервала залегает пласт (0.25 м) ракушняков, некоторые прослои в глинистых алевролитах содержат примесь раковинного детрита. В породах этого горизонта местами прослеживается тонкая седиментационная слоистость: в нижней его половине слойки до 3 мм толщиной, в самой верхней части (обр. 8) отмечена миллиметровая слоистость.

Перекрывается этот горизонт по резкой эрозионной границе (рис. 3) плотными плохосортированными породами с включениями обломков карбонатных (преимущественно) и терригенных пород.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описание горизонта отложений, содержащих мшанки, и сбор образцов выполнены Ю.О. Гавриловым в 2015 г. Во время лабораторных исследований в результате измельчения и промывания образцов из них было извлечено около 200 фрагментов колоний размером от 1.0 до

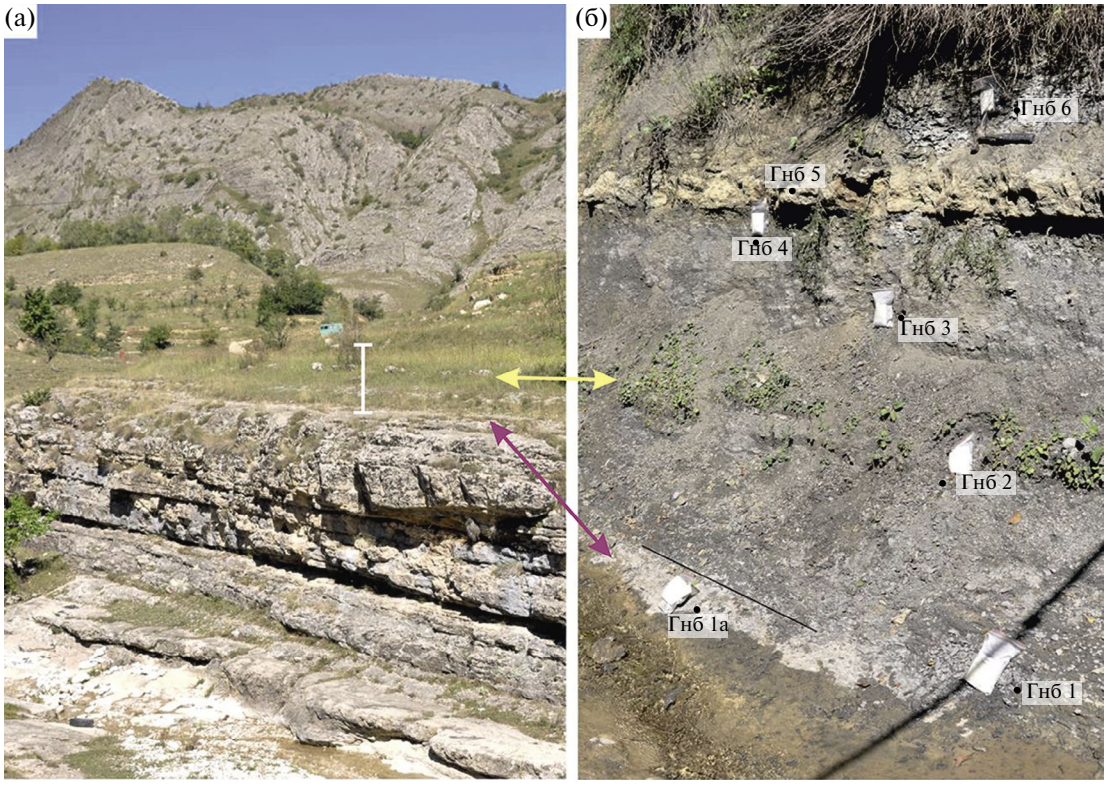


**Рис. 2.** (а) Общий вид разреза готеривских отложений центральной части Гунибского плато (близ с. Гуниб), (б) нижняя часть изученного горизонта и расположение в нем отобранных образцов пород.
На рис. 2а белой риской показано положение изученного горизонта глинисто-алевритовых отложений, содержащих ископаемые мшанки. Стрелками показаны соответствующие уровни разреза на рис. 2а и 2б.

20.0 мм. Наибольшее количество мшанок было обнаружено в обр. № 1, который почти полностью состоит из сцементированных фрагментов колоний. Мшанки имеют среднюю и плохую сохранность, внешние их структуры часто истерты и окварцованы, а внутренние – заполнены микритом.

Исследование мшанок проводилось в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН (ПИН), Москва, на сканирующих электронных микроскопах (СЭМ) Tescan Vega 2 и Tescan Vega 3 и на рентгеновском компьютерном микротомографе NEOSCAN-80. Образцы на СЭМ изучались без покрытия, с использованием детектора обратно-рассеянных электронов (BSE), работающего в низком вакууме (10 Па) при напряжении 20 или 30 кВ. Рентгеновская компьютерная микротомография (РКМ) образцов проводилась без фильтра или с фильтром при 50 кВ и 80 мкА; образцы поворачивали на 180° с шагом 0.2. Использование РКМ заменило изготовление шлифов, которое при малых размерах и плохой сохранности колоний было нецелесообразно. Данный метод хорошо зарекомендовал себя при исследовании ископаемых мшанок разного возраста (см. обзор Коромыслова и др., 2021; Key, Wyse Jackson, 2022).

Изученная коллекция № 5883 хранится в Лаборатории высших беспозвоночных ПИН РАН.

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМПЛЕКСА

Изученные фрагменты мшанок принадлежат к 32 таксонам из четырех подотрядов отряда Cyclostomata: Tubuliporina Milne Edwards, 1838 (24 таксона), Cancellata Gregory, 1896 (1 таксон), Articulina Busk, 1859 (1 таксон) и Cerioporina von Hagenow, 1851 (6 таксонов). Комплекс включает Cyclostomata gen. et sp. indet., Stomatopora? sp., Stomatoporina? sp., Proboscina? sp., Oncousoecia? sp. 1, Oncousoecia? sp. 2, Reptoclausa sp., Rorypora gunibensis Koromyslova, 2023, Mecynoecia cf. icaunensis (d'Orbigny, 1850), Spirentalophora? sp., "Spiropora" sp., Diastopora? sp., Perfodiastopora? sp., Mesenteripora cf. marginata (d'Orbigny, 1853), cf.

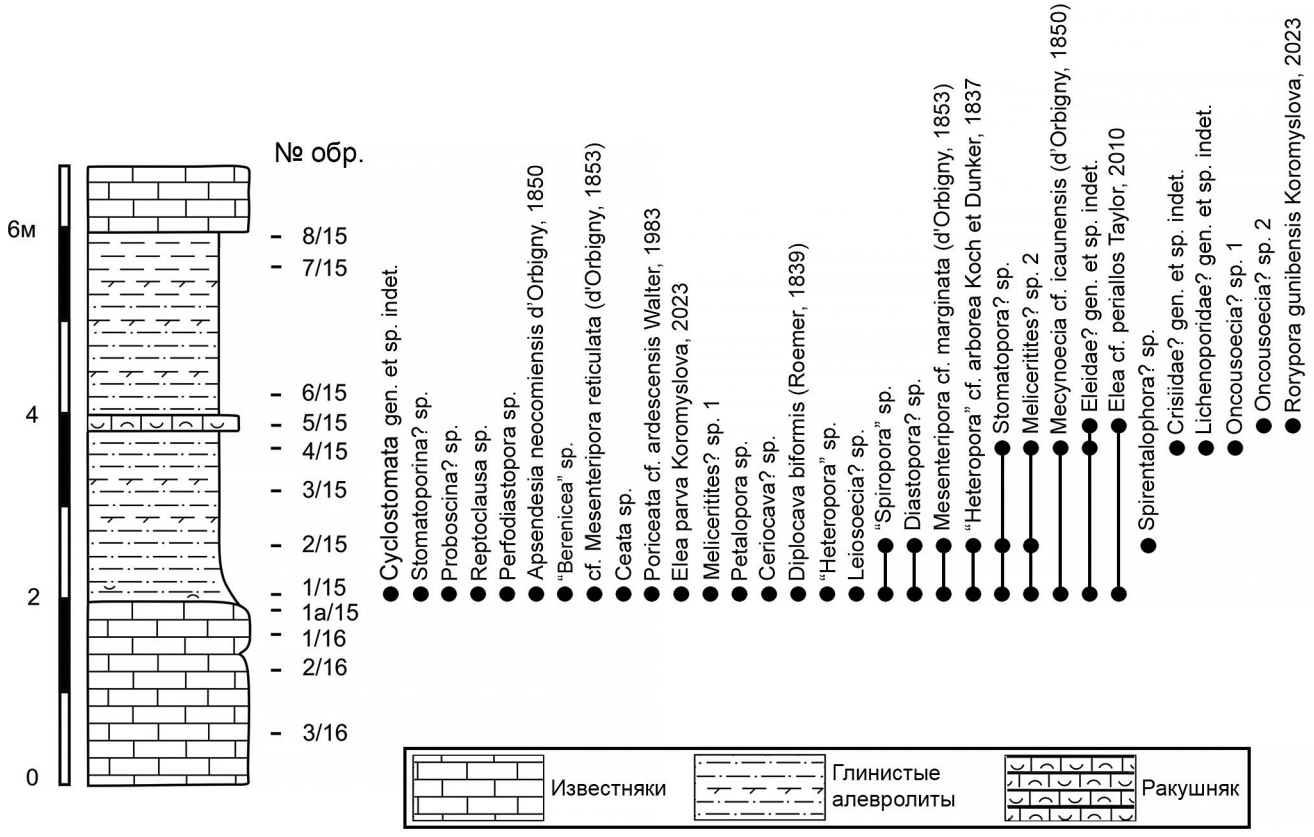


**Рис. 3.** Схема фрагмента разреза готеривских отложений Гуниб с номерами образцов и распределением в них изученных мшанок.

Mesenteripora reticulata (d'Orbigny, 1853), Ceata sp., Poriceata cf. ardescensis Walter, 1983, Apsendesia neocomiensis d'Orbigny, 1850, "Berenicea" sp., Eleidae? gen. et sp. indet., Elea cf. periallos Taylor, 2010, E. parva Koromyslova, 2023, Meliceritites? sp. 1, Meliceritites? sp. 2, Petalopora sp., Crisiidae? gen. et sp. indet., Ceriocava? sp., Diplocava biformis (Roemer, 1839), "Heteropora" sp., "Heteropora" cf. arborea Koch et Dunker, 1837, Leiosoecia? sp., Lichenoporidae? gen. et sp. indet.

Ниже приведены пояснения к таксономической идентификации мшанок в систематической последовательности, а также даны сведения об их распространении. Изображения изученных мшанок приведены в стратиграфической последовательности: обр. № 1 (табл. I–VII), обр. № 2 (табл. VIII, IX), обр. № 4 (табл. X, XI) и обр. № 5 (табл. XII).

### Подотряд Tubuliporina

К Cyclostomata gen. et sp. indet. отнесен один фрагмент вертикально растущей колонии (экз. ПИН, № 5883/15b; табл. I, фиг. 7, 8), состоящий из трубчатых автозооидов и, вероятно, принадлежащий к подотряду Tubuliporina. Однако необходимые диагностические признаки для определения до родового и видового уровня у данного экземпляра отсутствуют.

*Семейство Stomatoporidae Pergens et Meunier, 1886*

К роду **Stomatopora** Bronn, 1825 (триас (карний)–современность) предварительно отнесены фрагменты пяти плохо сохранившихся однорядных инкрустирующих колоний (экз. ПИН, №№ 5883/11a, 5883/12a (табл. I, фиг. 1, 4, 5), 5883/13a (табл. V, фиг. 13), 5883/72b (табл. VIII, фиг. 2, 4, 5), 5883/82a (табл. X, фиг. 1)), которые, возможно, принадлежат к разным видам.

К роду **Stomatoporina** Balavoine, 1958 (юра (байос)–современность) предварительно отнесены две плохо сохранившиеся колонии (экз. ПИН, №№ 5883/14a, 5883/15a; табл. I, фиг. 2, 3, 6), возможно принадлежащие к одному виду. Для мшанок этого рода характерны инкрустирующие спиралевидные колонии однорядные и на более поздней стадии астогенеза двухрядные, с апертурами автозооидов, открывающимися на одну сторону колонии (см. Illies, 1975; Pitt, Taylor, 1990).

*Семейство Oncousoeciidae Canu, 1918*

К роду **Proboscina** Audouin, 1826 (юра–современность) предварительно отнесены фрагменты двух инкрустирующих колоний (экз. ПИН, №№ 5883/16a, 5883/17a; табл. I, фиг. 9, 10, 11; табл. II, фиг. 1), возможно принадлежащие к одному виду. Для мшанок рода Proboscina характерны лентовидные колонии с бисериальными и олигосериальными ветвями, состоящими из двух-пяти, реже из шести-восьми автозооидов (Вискова, 2005).

К роду **Oncousoecia** Canu, 1918 (юра (синемюр?, аален)–современность) предположительно отнесены два фрагмента инкрустирующих лентовидных колоний плохой сохранности, возможно принадлежащие к разным видам: Oncousoecia? sp. 1 (экз. ПИН, № 5883/84, табл. X, фиг. 2) и Oncousoecia? sp. 2 (экз. ПИН, № 5883/1d, табл. XII, фиг. 1). Для мшанок этого рода характерны колонии с широкими мультисериальными лопастями. Вид Oncousoecia? sp. 1 имеет треугольно-округлые апертуры. Вид Oncousoecia? sp. 2 представлен крупной лентовидной и дихотомически разветвленной колонией, автозооиды в которой имеют округлые апертуры.

*Семейство Multisparsidae Bassler, 1935*

К роду **Reptoclausa** d'Orbigny, 1853 (юра (аален–байос)–мел (маастрихт)) отнесены фрагменты двух инкрустирующих колоний (экз. ПИН, №№ 5883/18a, 5883/19a; табл. II, фиг. 3–6), возможно принадлежащих к одному виду. Для мшанок этого рода характерно наличие гребней, образованных автозооидами, которые разделены бороздами, состоящими из кенозооидов (см. Hillmer, 1971; Pitt, Taylor, 1990).

*Семейство Mecynoeciidae Canu, 1918*

К **Mecynoecia cf. icaunensis** отнесены пять фрагментов прямостоячих узковетвистых колоний (экз. ПИН, №№ 5883/20, 5883/21, 5883/22, 5883/23, 5883/85; табл. II, фиг. 7–13, табл. X, фиг. 3–6) с отверстиями зооидов, расположенными по спирали; перистомы у изученных экземпляров не сохранились; осевой канал отсутствует; гонозооиды не наблюдались. Представители рода Mecynoecia Canu, 1918, в отличие от Entalophora Lamouroux, 1821, куда ранее входил данный вид, характеризуются отсутствием осевого канала (Walter, 1970). Вид M. icaunensis является типичным для валанжина и нижнего готерива Швейцарии и Франции (Canu, Bassler, 1926; Walter, 1987, 1993a, 1994, 1995). Кроме того,

он обнаружен в нижнем готериве Крыма (Фаворская, 1983, 1996) и, вероятно, может встречаться в барреме (Taylor, 2010).

К роду **Spirentalophora** Voigt, 1968 (мел, валанжин–сантон) предварительно отнесен один фрагмент вертикальной цилиндрической колонии без осевого канала, длиной 2 мм и диаметром около 1 мм (экз. ПИН, № 5883/73, табл. VIII, фиг. 6–15). У Spirentalophora? sp. была обнаружена структура, подобная мешковидному гонозооиду (табл. VIII, фиг. 9–14). Такого типа гонозооиды характерны для рода Spirentalophora (Voigt, 1968; Voigt, Flor, 1970; Walter, 1993a). Автозооиды в колонии объединены в кольцевые группы по 8 штук. Согласно Валтеру (Walter, 1993a), вид Spirentalophora helvetica (Voigt et Flor, 1970) из валанжина–готерива Швейцарии в настоящее время представляет собой самый древний вид рода.

*Семейство Spiroporidae Voigt, 1968*

К роду **“Spiropora”** Lamouroux, 1821 (юра (ааллен)–палеоген (танет)) отнесены несколько фрагментов прямых вертикальных колоний плохой сохранности (экз. ПИН, №№ 5883/16b, 5883/26, 5883/27, 5883/28, 5883/29, 5883/34, 5883/74, 5883/75; табл. I, фиг. 9, табл. III, фиг. 1–6, табл. VIII, фиг. 16, 17; Коромыслова, 2022, рис. 2.10). Название “Spiropora” здесь используется для колоний, имеющих вертикальные дихотомически ветвящиеся цилиндрические ветви (около 1 мм в диаметре), которые состоят из автозооидов, объединенных в кольцевые группы по 10–12 штук и полностью окружающих ветвь по спирали. Гонозооиды в изученных экземплярах отсутствуют. Согласно Э. Фогту и соавторам (Voigt, 1968; Voigt, Flor, 1970), существуют несколько родов, имеющих подобное строение, но без информации о гонозооидах определить их родовую принадлежность невозможно (см. также Taylor, McKinney, 2006).

*Семейство Entalophoridae Reuss, 1869*

К роду **Diastopora** Lamouroux, 1821 (юра (байос)–современность) предварительно отнесены несколько фрагментов трубчатых колоний плохой сохранности, имеющих широкий осевой канал и, возможно, принадлежащих к одному виду (экз. ПИН, №№ 5883/35, 5883/76; табл. III, фиг. 7–9, табл. VIII, фиг. 18). Diastopora? sp. имеет округлые апертуры и близок к виду D. tubulosa d’Orbigny, 1850, известному из валанжина и готерива Швейцарии и Франции (Walter, 1986) и нижнего готерива Германии (Hillmer, 1971). От представителей рода Perfodiastopora Walter, 1989, описанных ниже, мшанки Diastopora отличаются овицеллами, которые не пронизаны перистомами автозооидов (Walter, 1989b, 1993a). Однако у изученных экземпляров, предварительно относимых к Diastopora и Perfodiastopora, гонозооиды отсутствуют.

*Семейство Plagioeciidae Canu, 1918*

К роду **Perfodiastopora** (нижний мел, валанжин–апт) предварительно отнесены несколько фрагментов трубчатых колоний, имеющих широкий осевой канал и, возможно, принадлежащих к одному виду (экз. ПИН, №№ 5883/12b, 5883/19b, 5883/39, 5883/42; табл. I, фиг. 4, 5, табл. III, фиг. 10–15). Вид Perfodiastopora? sp. с треугольными апертурами, а также с поперечным срезом, состоящим из двух кругов зооидальных сечений, имеет сходство с готеривским видом Diastopora salevensis (de Loriol, 1863) (см. Walter, 1986), позже отнесенным к роду Perfodiastopora (см. Walter, 1989b).

К **Mesenteripora cf. marginata** отнесены две прямые листовидные билатеральные колонии с апертурами автозооидов, открывающимися на обе ее стороны (экз. ПИН, №№ 5883/46 (табл. IV, фиг. 8) и 5883/72a (табл. VIII, фиг. 1–4)). Согласно Валтеру (Walter, 1985), вид M. marginata известен из валанжина Швейцарии и нижнего готерива Франции и Швейцарии.

К cf. **Mesenteripora reticulata** отнесены несколько фрагментов прямых колоний с билатеральными узкими лентовидными ветвями (экз. ПИН, №№ 5883/47, 5883/48 (табл. V, фиг. 1–3)). Вид M. reticulata известен из валанжина Швейцарии, нижнего готерива Швейцарии и Франции (см. Canu, Bassler, 1922, 1926; Walter, 1972, 1985) и, возможно, из нижнего готерива Германии (Hillmer, 1971).

К **Rorypora gunibensis** отнесены три крупных фрагмента, возможно принадлежащих одной колонии (голотип ПИН, №№ 5883/1a, паратипы 5883/1b и 5883/1c; табл. XII, фиг. 2–6; Koromyslova, 2023, figs. 2, 3). Мшанки отнесены к роду Rorypora Taylor, 2012, поскольку они имеют вертикальные сетчатые колонии, образованные билатеральными ветвями, которые регулярно разветвляются и анастомозируют с образованием удлиненных яйцевидных лакун (см. Koromyslova, 2023). Представители Rorypora впервые встречены в нижнем мелу. Ранее этот род был описан только из средней юры (аален–байос) Франции и Швейцарии (см. Taylor, 2012).

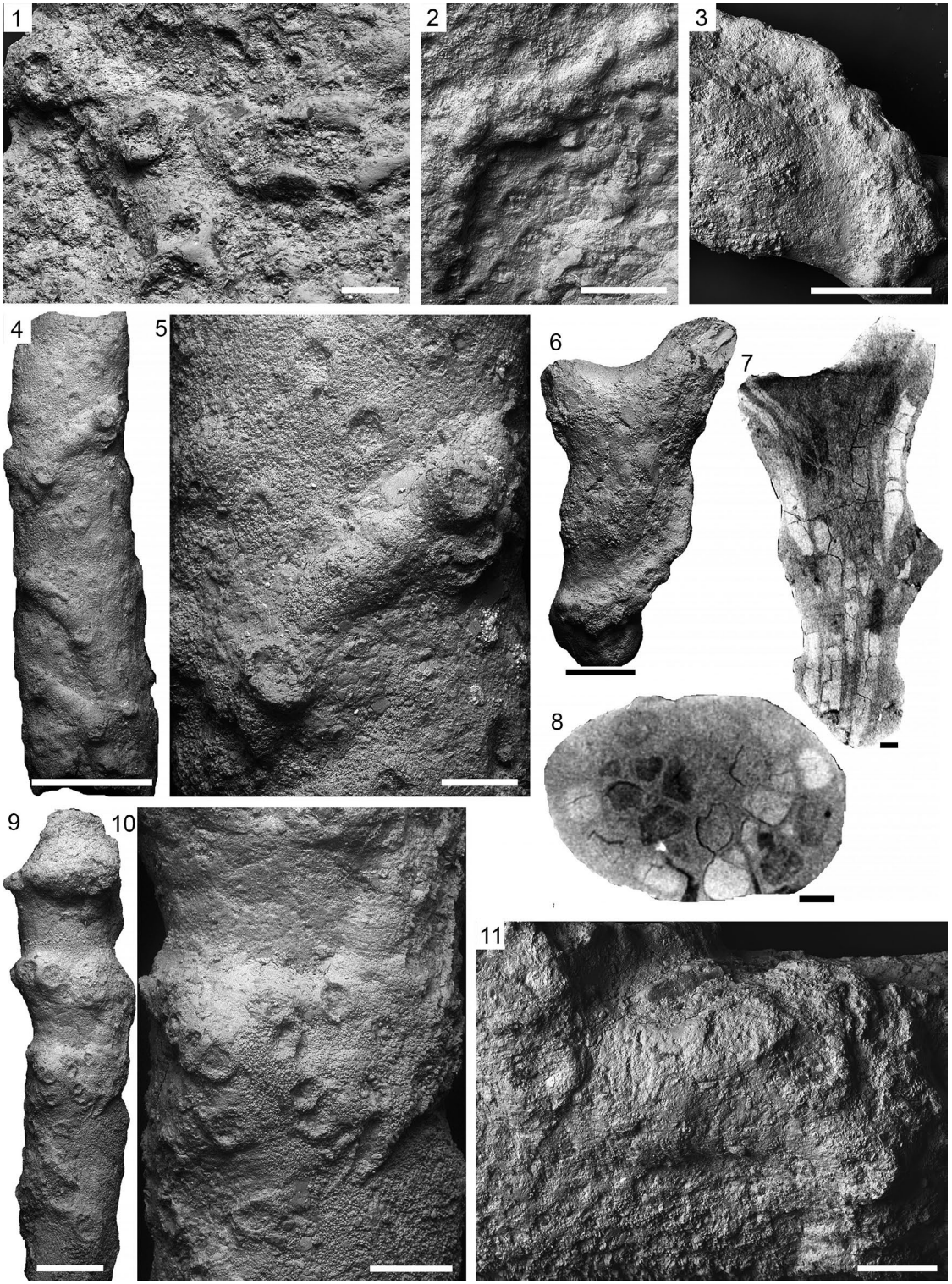


**Таблица I.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 1–6, 9–11) и РКМ (фиг. 7, 8).
1, 4, 5 – Stomatopora? sp.: 1 – экз. ПИН, № 5883/11a, инкрустация по Poriceata cf. ardescensis Walter, 1983 (экз. ПИН, № 5883/11b); 4, 5 – экз. ПИН, № 5883/12a, инкрустация по Perfodiastopora? sp. (экз. ПИН, № 5883/12b); 2, 3, 6 – Stomatoporina? sp.: 2 – экз. ПИН, № 5883/14a, инкрустация по Eleidae? gen. et sp. indet. (экз. ПИН, № 5883/14b); 3, 6 – экз. ПИН, № 5883/15a, инкрустация по Cyclostomata gen. et sp. indet. (экз. ПИН, № 5883/15b); 7, 8 – Cyclostomata gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/15b: 7 – продольный срез, 8 – поперечный срез; 9–11 – Proboscina? sp.: 9, 10 – экз. ПИН, № 5883/16a, инкрустация по “Spiropora” sp. (экз. ПИН, № 5883/16b); 11 – экз. ПИН, № 5883/17a, инкрустация по Leiosoecia? sp. (экз. ПИН, № 5883/17b). Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 4; 500 мкм для фиг. 2, 3, 6, 9; 200 мкм для фиг. 1, 5, 10, 11; 100 мкм для фиг. 7, 8.

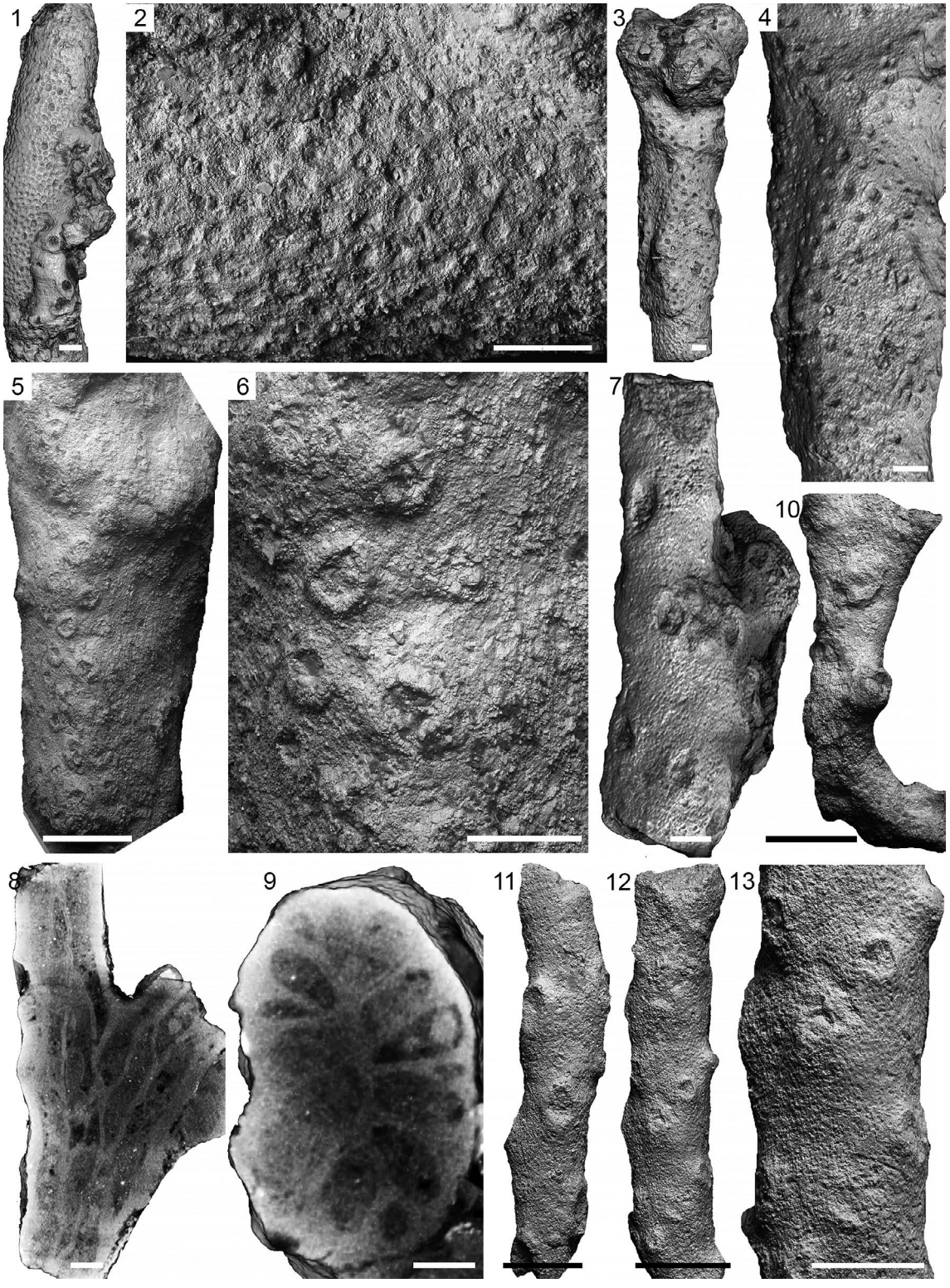


**Таблица II.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 2, 5, 6, 10–13) и РКМ (фиг. 1, 3, 4, 7–9).
1 – Proboscina? sp., экз. ПИН, № 5883/17a, инкрустация по Leiosoecia? sp. (экз. ПИН, № 5883/17b); 2 – Leiosoecia? sp., экз. ПИН, № 5883/17b, внешняя поверхность колонии; 3–6 – Reptoclausa sp.: 3, 4 – экз. ПИН, № 5883/18a, инкрустация по “Heteropora” cf. arborea Koch et Dunker, 1837 (экз. ПИН, № 5883/18b); 5, 6 – экз. ПИН, № 5883/19a, инкрустация по Perfodiastopora? sp. (экз. ПИН, № 5883/19b); 7–13 – Mecynoecia cf. icaunensis (d’Orbigny, 1850): 7–9 – экз. ПИН, № 5883/20; 10 – экз. ПИН, № 5883/21; 11 – экз. ПИН, № 5883/22; 12, 13 – экз. ПИН, № 5883/23. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 12; 500 мкм для фиг. 5, 10, 11, 13; 250 мкм для фиг. 1, 3, 4, 7–9; 200 мкм для фиг. 2, 6.

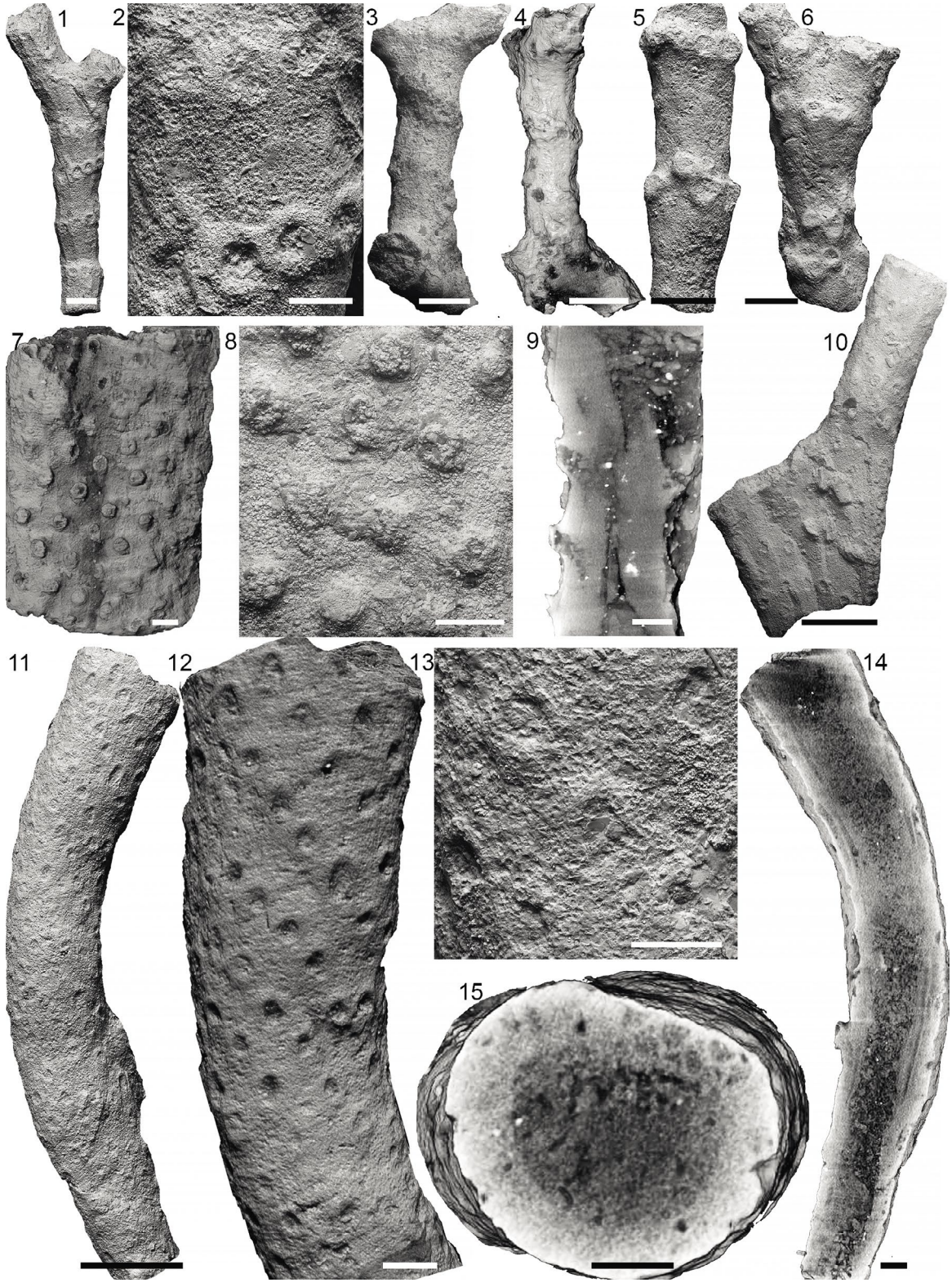


**Таблица III.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 1–3; 5, 6, 8, 10, 11, 13) и РКМ (фиг. 4, 7, 9, 12, 14, 15). 1–6 – “Spiropora” sp.: 1, 2 – экз. ПИН, № 5883/26: 1 – общий вид колонии, 2 – автозооиды; 3, 4 – экз. ПИН, № 5883/27: 3 – вид спереди, 4 – вид сбоку; 5 – экз. ПИН, № 5883/28; 6 – экз. ПИН, № 5883/29; 7–9 – Diastopora? sp., экз. ПИН, № 5883/35: 7 – внешний вид, 8 – автозооиды, 9 – продольный срез; 10–15 – Perfodiastopora? sp.: 10 – экз. ПИН, № 5883/42; 11–15 – экз. ПИН, № 5883/39: 11 – общий вид колонии, 12, 13 – автозооиды, 14 – продольный срез, 15 – поперечный срез. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 10, 11; 500 мкм для фиг. 1, 3–6; 250 мкм для фиг. 12, 14, 15; 200 мкм для фиг. 2, 7–9, 13.

*Семейство Semiceidae Buge, 1952*

К роду **Ceata** Strand, 1928 (юра (келловей)–мел) отнесены несколько фрагментов колоний плохой сохранности, которые, возможно, принадлежат к одному виду (экз. ПИН, №№ 5883/49, 5883/50, 5883/51 (табл. V, фиг. 4–9)). Для данного рода характерны билатеральные колонии, в которых фронтальные стенки автозооидов не развиты или разрушены (см. Pitt, Taylor, 1990; Taylor, 2010).

К **Poriceata cf. ardescensis** отнесены две крупные листовидные билатеральные колонии, шестигранные апертуры автозооидов которых имеют толстые бугорки в каждом из углов (экз. ПИН, №№ 5883/11b и 5883/13b (табл. V, фиг. 12–14)). Вид P. ardescensis ранее был зарегистрирован в готериве и нижнем барреме Швейцарии и в барреме Франции (Walter, 1983, 1993b; Taylor, 2010).

*Семейство Fasciculiporidae Walter, 1970*

К **Apsendesia neocomiensis** отнесена одна крупная колония (экз. ПИН, № 5883/43a, табл. IV, фиг. 1–3). Для данного вида характерны колонии, автозооиды в которых собраны в пучки. A. neocomiensis известен из верхнего валанжина Швейцарии и готерива Франции (Walter, 1972), также он встречен в барреме Франции (Taylor, 2010).

*Family uncertain*

К **"Berenicea"** sp. отнесены несколько дисковидных инкрустирующих колоний плохой сохранности (экз. ПИН, №№ 5883/13c, 5883/44, 5883/45; табл. IV, фиг. 4–7), которые могут принадлежать к родам Plagioecia Canu, 1918, Hyporosopora Canu et Bassler, 1929, Microeciella Taylor et Sequeiros, 1982 или Mesonopora Canu et Bassler, 1929. Эти роды различаются главным образом по морфологии гонозооида (см. Taylor, Sequeiros, 1982). Поскольку ни один из изученных экземпляров не имеет однозначных гонозооидов, их невозможно идентифицировать до рода или семейства. Таким образом, мшанки отнесены к Berenicea Lamouroux, 1821 (см. Taylor, Sequeiros, 1982). Название "Berenicea" широко используется для дисковидных или веероподобных инкрустирующих однослойных циклостомных мшанок, у которых не был обнаружен гонозооид.

*Семейство Eleidae d'Orbigny, 1852*

Семейство Eleidae относят к отряду Cyclostomata в составе подотряда Tubuliporina (см. Pitt, Taylor, 1990; Taylor, 1994b, 2010, 2022a, 2022b; Ernst, 2021 и др.) или подотряда Meliceritida Pergens, 1890 (Фаворская, 1996; Martha et al., 2019c). Согласно Л.А. Висковой, семейство Eleidae должно быть выделено в отдельный отряд Meliceritida Pergens, 1890 (см. Вискова, 1992, 2011, 2016).

К **Eleidae**? gen. et sp. indet. отнесены две крупные листовидные билатеральные колонии, автозооиды которых имеют фронтальную стенку (фасетку, согласно Висковой (2011, 2016)) с крупными псевдопорами (экз. ПИН, №№ 5883/14b, 5883/82b и 5883/89 (табл. V, фиг. 10, 11, табл. X, фиг. 7–9, табл. XII, фиг. 7–10)). Из-за плохой сохранности изученные экземпляры нельзя с достоверностью отнести к семейству Eleidae; кроме того, апертуры автозооидов выглядят округлыми или овальными с щелевидными углублениями в углах и не имеют следов шарнирной линии или оперкулума.

К **Elea cf. periallos** отнесены три крупных билатеральных колонии (экз. ПИН, №№ 5883/6 (табл. VI, фиг. 1, 2; Koromyslova, 2023, fig. 5), 5883/4 (табл. XII, фиг. 11–13; Koromyslova, 2023, fig. 4.1–4.4), 5883/5 (Koromyslova, 2023, fig. 4.5–4.7)). Самый древний представитель рода Elea d'Orbigny, 1853 – E. periallos – описан из баррема Франции (Taylor, 2010). Изученные экземпляры из разреза Гуниб имеют сходство с Elea periallos по морфологии и размерам автозооидов, но отличаются отсутствием гонозооидов и достоверных элеозооидов.

К **Elea parva** отнесена одна крупная билатеральная колония (голотип ПИН, № 5883/7 (табл. VI, фиг. 3, 4; Koromyslova, 2023, figs. 6, 7)). Изученная мшанка была отнесена к роду Elea, так как были обнаружены оперкулумы, закрывающие апертуры автозооидов. Этот вид отличается от E. cf. periallos и многих других видов рода Elea (см. Taylor, 1994b) очень мелкими апертурами автозооидов и отсутствием элеозооидов (см. Koromyslova, 2023).

К роду **Meliceritites** Roemer, 1840 предположительно отнесены несколько фрагментов колоний плохой сохранности, принадлежащие к разным видам: Meliceritites? sp. 1 (экз. ПИН, №№ 5883/8 (табл. VI, фиг. 5; Koromyslova, 2023, фиг. 8, 9), 5883/9, 5883/10) и Meliceritites? sp. 2 (экз. ПИН, №№ 5883/59 (см. Коромыслова, 2022, фиг. 2.7–2.9), 5883/77 (табл. IX, фиг. 1–4), 5883/86 (табл. XI, фиг. 1–8)). К Meliceritites? sp. 1 отнесены мшанки со стержневидными колониями без осевого канала, у которых обнаружены полиморфы, подобные элеозооидам, а также туберкулы на проксимальных углах апертур автозооидов (см. Koromyslova, 2023). Согласно Тейлору

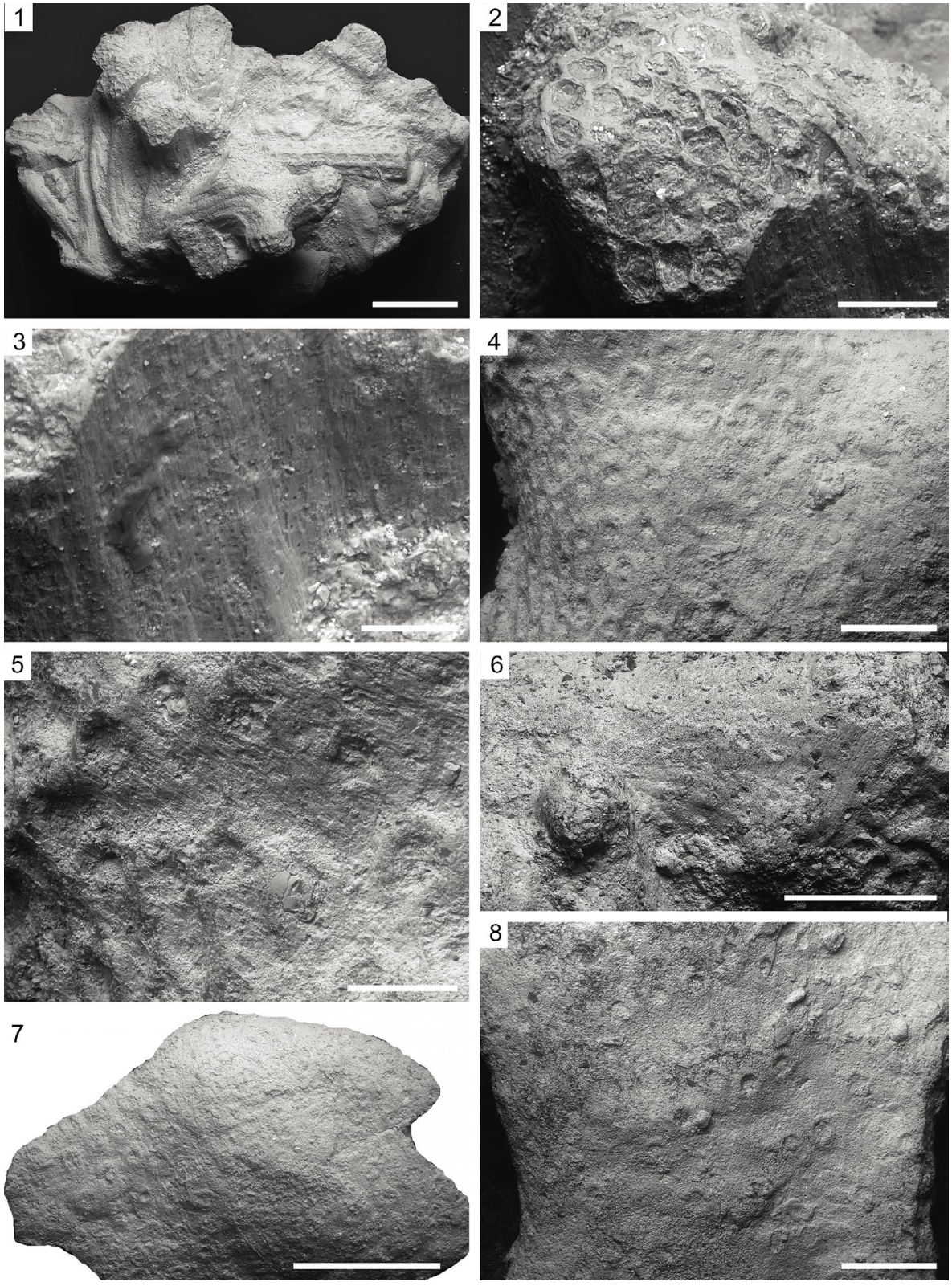


**Таблица IV.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 1–8).
1–3 – Apsendesia neocomiensis d'Orbigny, 1850, экз. ПИН, № 5883/43a: 1 – общий вид колонии с Petalopora sp. (экз. ПИН, № 5883/43b), 2 – апертуры автозооидов, 3 – пористые стенки; 4–7 – "Berenicea" sp.: 4, 5 – экз. ПИН, № 5883/44, показаны автозооиды; 6 – экз. ПИН, № 5883/13c; 7 – экз. ПИН, № 5883/45; 8 – Mesenteripora cf. marginata (d'Orbigny, 1853), экз. ПИН, № 5883/46. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 1, 6–8; 500 мкм для фиг. 4; 250 мкм для фиг. 12, 14, 15; 200 мкм для фиг. 2, 5; 100 мкм для фиг. 3.

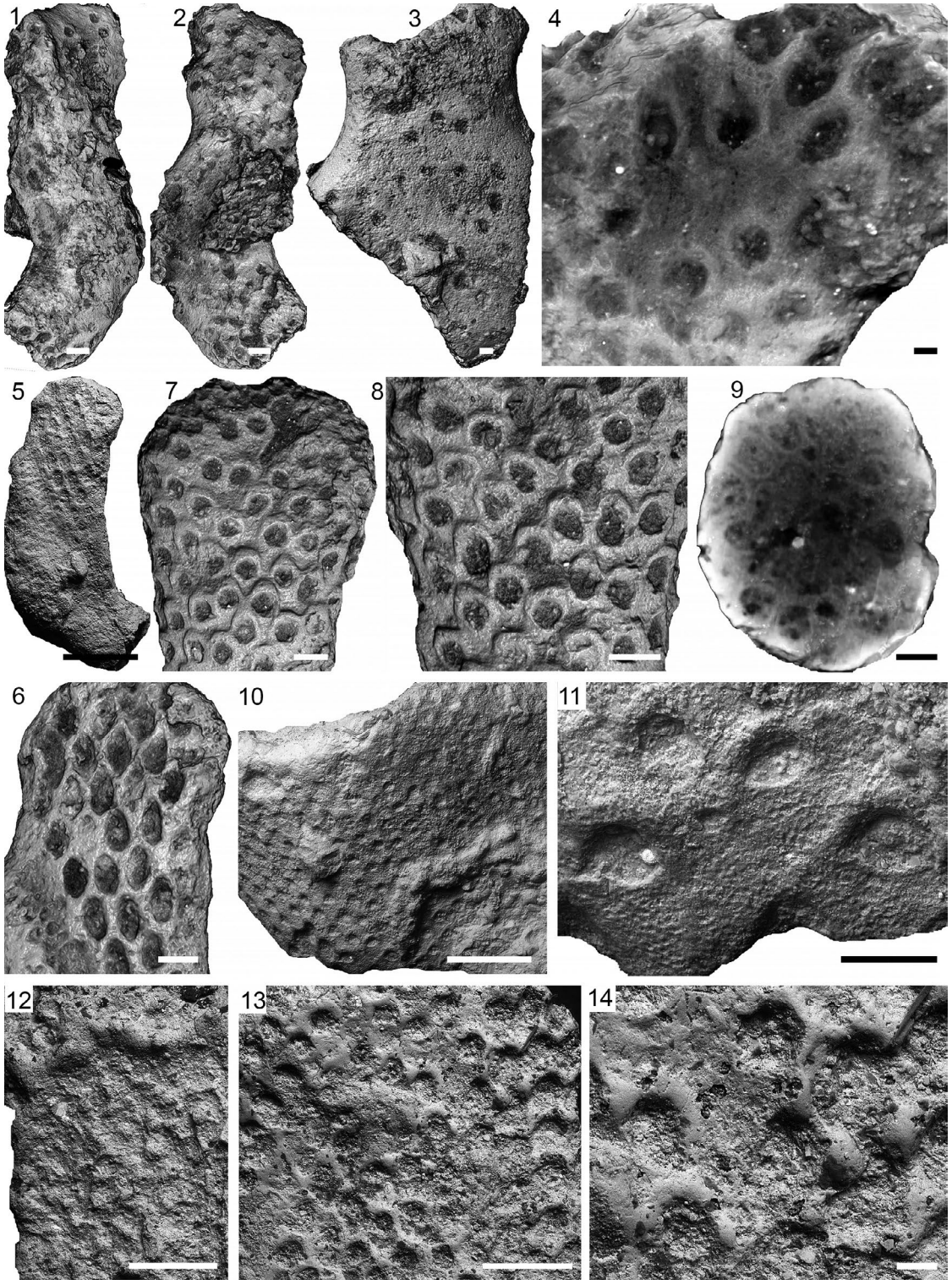


**Таблица V.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 5, 10–14) и РКМ (фиг. 1–4, 6–9).
1–3 – ?Mesenteripora reticulata (d'Orbigny, 1853): 1, 2 – экз. ПИН, № 5883/47, 3 – экз. ПИН, № 5883/48; 4–9 – Ceata sp.: 4, 9 – экз. ПИН, № 5883/49: 4 – автозооиды, 9 – поперечный срез, мезотека видна слабо, 5, 6 – экз. ПИН, № 5883/50, 7, 8 – экз. ПИН, № 5883/51: 7 – автозооиды и, предположительно, разрушенный гонозооид, 8 – автозооиды с обратной стороны колонии; 10, 11 – Eleidae? gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/14b: 10 – общий вид колонии, 11 – автозооиды с овальными апертурами и опезиулами; 12–14 – Poriceata cf. ardescensis Walter, 1983: 12 – экз. ПИН, № 5883/13b, инкрустированный Stomatopora? sp. (экз. ПИН, № 5883/13a), 13, 14 – экз. ПИН, № 5883/11b. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 5, 10; 500 мкм для фиг. 12, 13; 250 мкм для фиг. 1, 2, 6, 7, 8; 200 мкм для фиг. 11, 14; 100 мкм для фиг. 3, 4, 9.

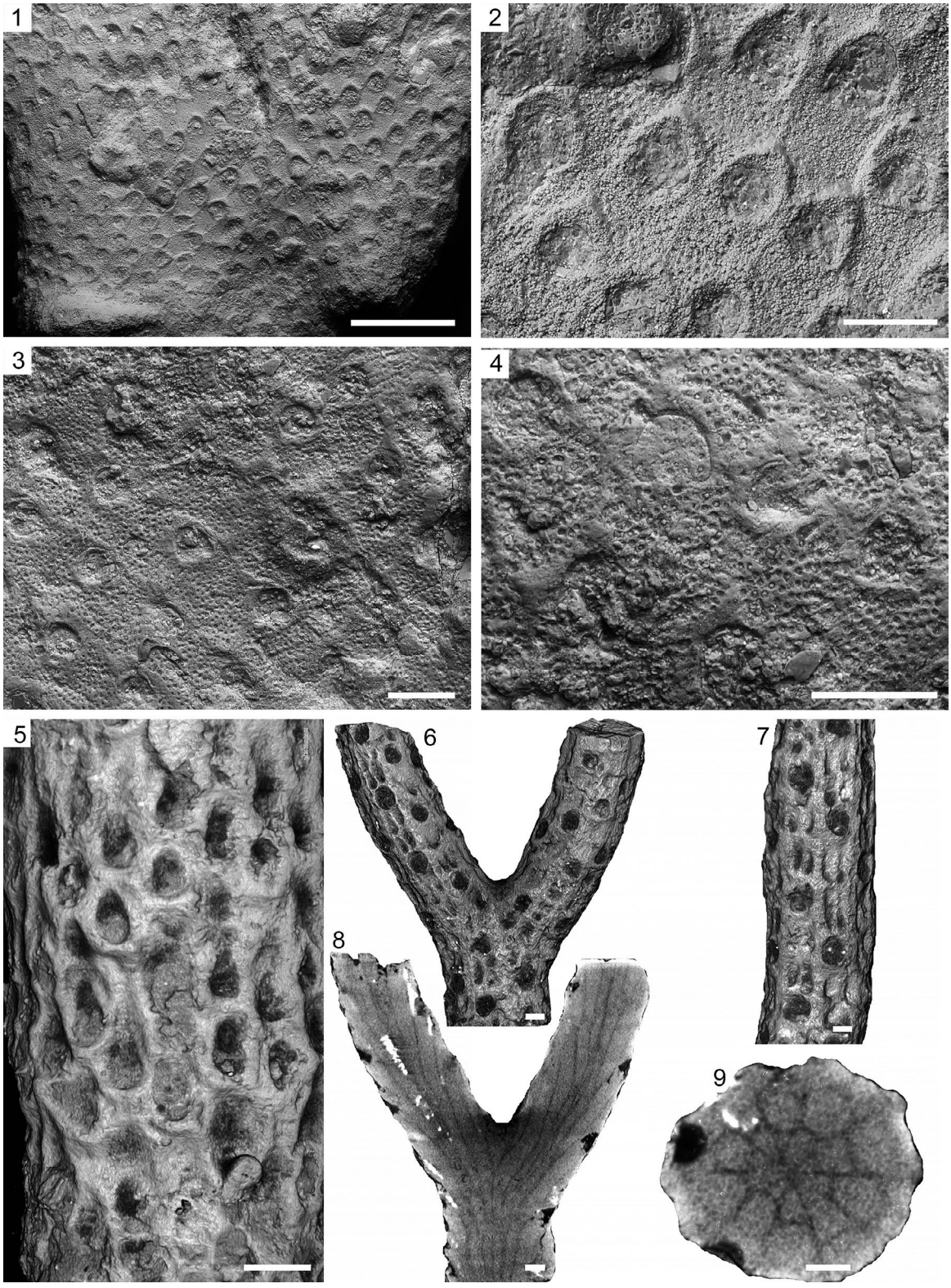


**Таблица VI.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 1–4) и РКМ (фиг. 5–9).
1, 2 – Elea cf. periallos Taylor, 2010, экз. ПИН, № 5883/6: 1 – общий вид фрагмента колонии; 2 – автозооиды; 3, 4 – Elea parva Koromyslova, 2023, голотип ПИН, № 5883/7: 3 – автозооиды и, предположительно, гонозооид, 4 – автозооиды, апертура одного из которых закрыта оперкулумом; 5 – Meliceritites? sp. 1, экз. ПИН, № 5883/8; 6–9 – Petalopora sp., экз. ПИН, № 5883/60: 6 – общий вид фрагмента колонии, 7 – ветвь колонии, 8 – продольный срез, 9 – поперечный срез. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 1; 250 мкм для фиг. 5; 200 мкм для фиг. 2–4; 100 мкм для фиг. 6–9.

(Taylor, 1994b, 2022b), у представителей семейства Eleidae, например у Meliceritites gracilis (Goldfuss, 1827) и Reptomultelea bituberosa Taylor, 1994b, туберкулы могут быть развиты на концах шарнирной линии. К Meliceritites? sp. 2 отнесены стержневидные колонии, имеющие цилиндрические ветви с осевым каналом и трубчатые автозооиды с ромбической фронтальной поверхностью. Однако фронтальная поверхность автозооидов сильно разрушена.

### Подотряд Cancellata

*Семейство Petaloporidae Gregory, 1896*

К роду **Petalopora** Lonsdale, 1850 (мел, готерив–маастрихт) отнесены три колонии плохой сохранности, возможно принадлежащие к одному виду Petalopora sp. (экз. ПИН, №№ 5883/43b, 5883/60 и 5883/61 (табл. VI, фиг. 6–9, табл. VII, фиг. 1–3)). Самый древний вид этого рода – Petalopora flavapetrensis Walter, 1993a – известен из нижнего готерива (Walter, 1993a), тогда как большинство других видов описаны из верхнего мела. Petalopora sp., подобно P. flavapetrensi, имеет две пары кенозооидов между последовательно расположенными перистомами автозооидов (табл. VI, фиг. 6, 7). Однако плохая сохранность изученных экземпляров не позволяет отнести эти мшанки к данному виду.

### Подотряд Articulina

*Семейство Crisiidae Johnston, 1838*

К **Crisiidae**? gen. et sp. indet. отнесен фрагмент одной колонии очень плохой сохранности (экз. ПИН, № 5883/88, табл. XI, фиг. 9–14). Тонкий и мелкий фрагмент не более 4 мм длиной и 1 мм шириной, состоящий из четырех трубчатых автозооидов, вероятно, являлся частью членистой колонии. Ранее были описаны два представителя Crisiidae – Crisia? nozeroyensis Voigt et Walter, 1991 и Filicrisia? neocomiensis Voigt et Walter, 1991 – из верхнего валанжина–нижнего готерива, которые, по-видимому, являются самыми древними представителями этого семейства (Voigt, Walter, 1991; Walter, 1994, 1995).

### Подотряд Cerioporina

*Семейство Cavidae d'Orbigny, 1854*

К роду **Ceriocava** d'Orbigny, 1854 (юра–мел) предварительно отнесена одна крупная колония (экз. ПИН, № 5883/63, табл. VII, фиг. 4, 5), состоящая из крупных автозооидов, апертуры которых предположительно закрыты терминальными диафрагмами (см. Canu, Bassler, 1922, 1926; Nye, 1976).

К **Diplocava biformis** отнесена крупная колония, состоящая из двух субколоний, разграниченных пространством, образованным недоразвитыми зооидами (экз. ПИН, № 5883/64, табл. VII, фиг. 6–8). Вид D. biformis известен из валанжина и нижнего готерива Швейцарии и Франции, а также из нижнего готерива Германии (Hillmer, 1971; Walter, 1991).

*Семейство Heteroporidae Waters, 1880*

К роду **Heteropora** Blainville, 1830 (юра (аален)–современность) отнесены стержневидные колонии, имеющие хорошо выраженный зооидальный диморфмизм, где апертуры автозооидов окружены более мелкими апертурами кенозооидов (экз. ПИН, № 5883/65, табл. VII, фиг. 9, 10). Название Heteropora используется условно, поскольку у типового вида H. cryptopora (Goldfuss, 1826) из маастрихта зооидальный диморфизм обнаружен не был (см. Nye, 1976; Pitt, Taylor, 1990).

К **"Heteropora" cf. arborea** отнесены несколько стержневидных колоний разной сохранности, у которых крупные апертуры автозооидов равномерно окружены более мелкими апертурами кенозооидов (см. Walter, 1989c) (экз. ПИН, №№ 5883/18b, 5883/67, 5883/68, 5883/78 и 5883/79 (табл. II, фиг. 3, 4, табл. VII, фиг. 11, табл. IX, фиг. 5–9)). Согласно Валтеру (Walter, 1989c, 1993b), вид "H." cf. arborea известен из валанжина–нижнего готерива Швейцарии и Франции и, возможно, из баррема Франции.

К роду **Leiosoecia** Canu et Bassler, 1920 (нижний мел (валанжин)–палеоген (танет)) предположительно отнесены несколько стержневидных колоний, у которых размеры апертур автозооидов и кенозооидов почти одинаковые (см. Walter, 1989c) (экз. ПИН, №№ 5883/17b (табл. II, фиг. 1, 2), 5883/71 (табл. VII, фиг. 12)).

*Семейство Lichenoporidae Smitt, 1867*

К **Lichenoporidae**? gen. et sp. indet. (мел–современность) отнесена одна дисковидная колония плохой сохранности, поскольку автозооиды сгруппированы в несколько приподнятых радиальных рядов, которые сходятся в центре диска или около него (экз. ПИН, № 5883/82c, табл. X, фиг. 8, 10, 11).

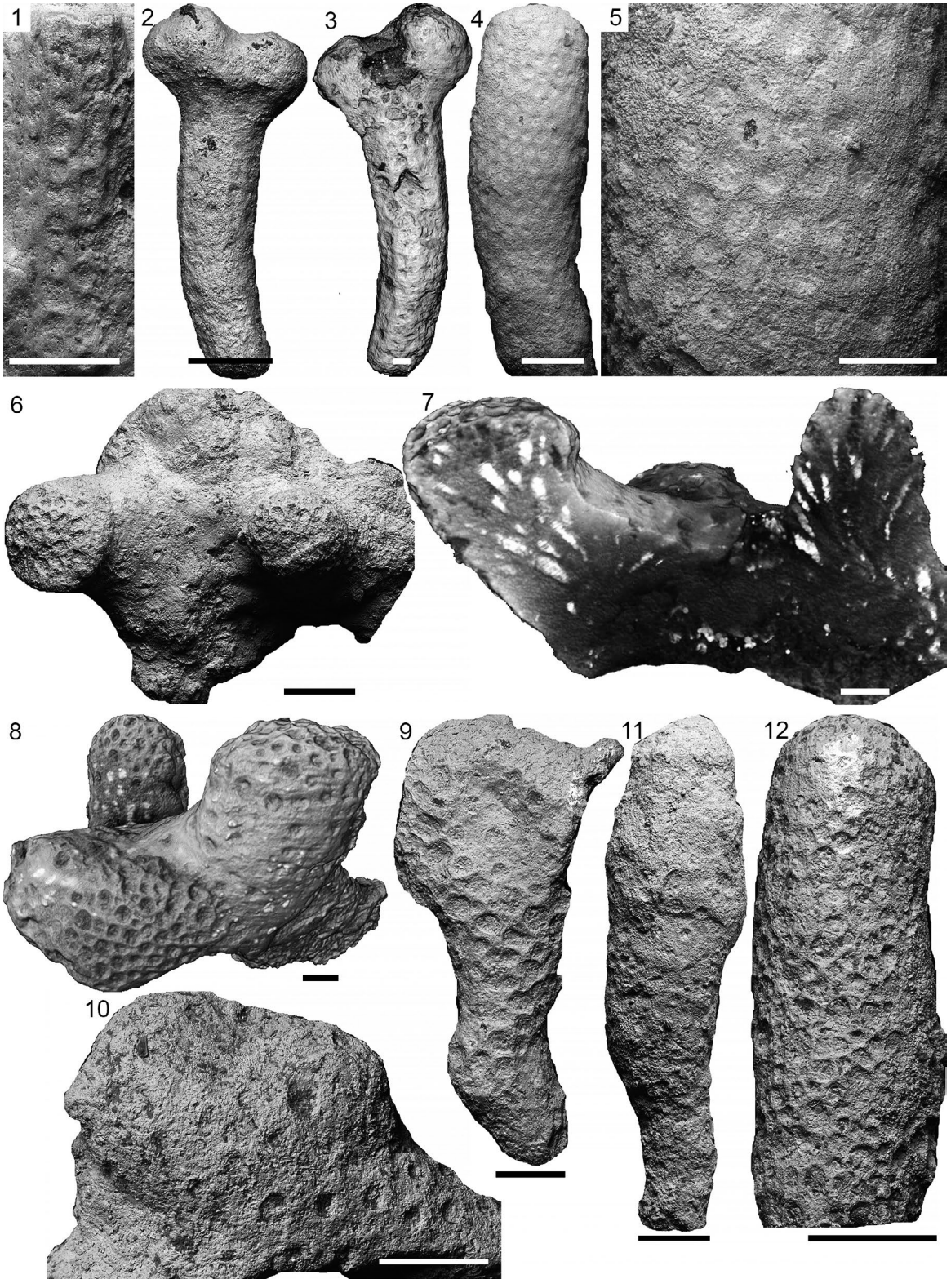


**Таблица VII.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 1; СЭМ (фиг. 1, 2, 4–6, 9–12) и РКМ (фиг. 3, 7, 8).
1–3 – Petalopora sp.: 1 – экз. ПИН, № 5883/43b, 2, 3 – экз. ПИН, № 5883/61: 2 – общий вид колонии, 3 – вид колонии с обратной стороны; 4, 5 – Ceriocava? sp., экз. ПИН, № 5883/63: 4 – общий вид колонии, 5 – апертуры автозооидов; 6–8 – Diplocava biformis (Roemer, 1839), экз. ПИН, № 5883/64: 6 – вид колонии сверху, 7 – продольный срез, 8 – вид колонии сбоку; 9, 10 – “Heteropora” sp., экз. ПИН, № 5883/65; 11 – “Heteropora” cf. arborea Koch et Dunker, 1837, экз. ПИН, № 5883/67; 12 – Leiosoecia? sp., экз. ПИН, № 5883/71. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 4; 500 мкм для фиг. 1, 2, 5, 6, 9–12; 250 мкм для фиг. 7, 8; 100 мкм для фиг. 3.

**Таблица VIII.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 2; СЭМ (фиг. 1–5, 9, 10, 16–18) и РКМ (фиг. 6–8, 11–15). 1–5 – Mesenteripora cf. marginata (d'Orbigny, 1853), экз. ПИН, 5883/72a, инкрустированный Stomatopora? sp. (экз. ПИН, № 5883/72b); 6–15 – Spirentalophora? sp., экз. ПИН, № 5883/73: 6, 7 – поперечные срезы, 8 – продольный срез, 9, 10 – общий вид колонии с гонозооидом, 11, 13 – гонозооид, вид сбоку, 12 – гонозооид, вид спереди, 14 – продольный срез через гонозооид и автозооиды, 15 – фронтальный срез через гонозооид; 16, 17 – "Spiropora" sp.: 16 – экз. ПИН, № 883/74, 17 – экз. ПИН, № 5883/75; 18 – Diastopora? sp., экз. ПИН, № 5883/76. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 1, 2, 16, 17; 500 мкм для фиг. 3, 4, 9, 10, 18; 200 мкм для фиг. 5; 100 мкм для фиг. 6–8, 11–15.

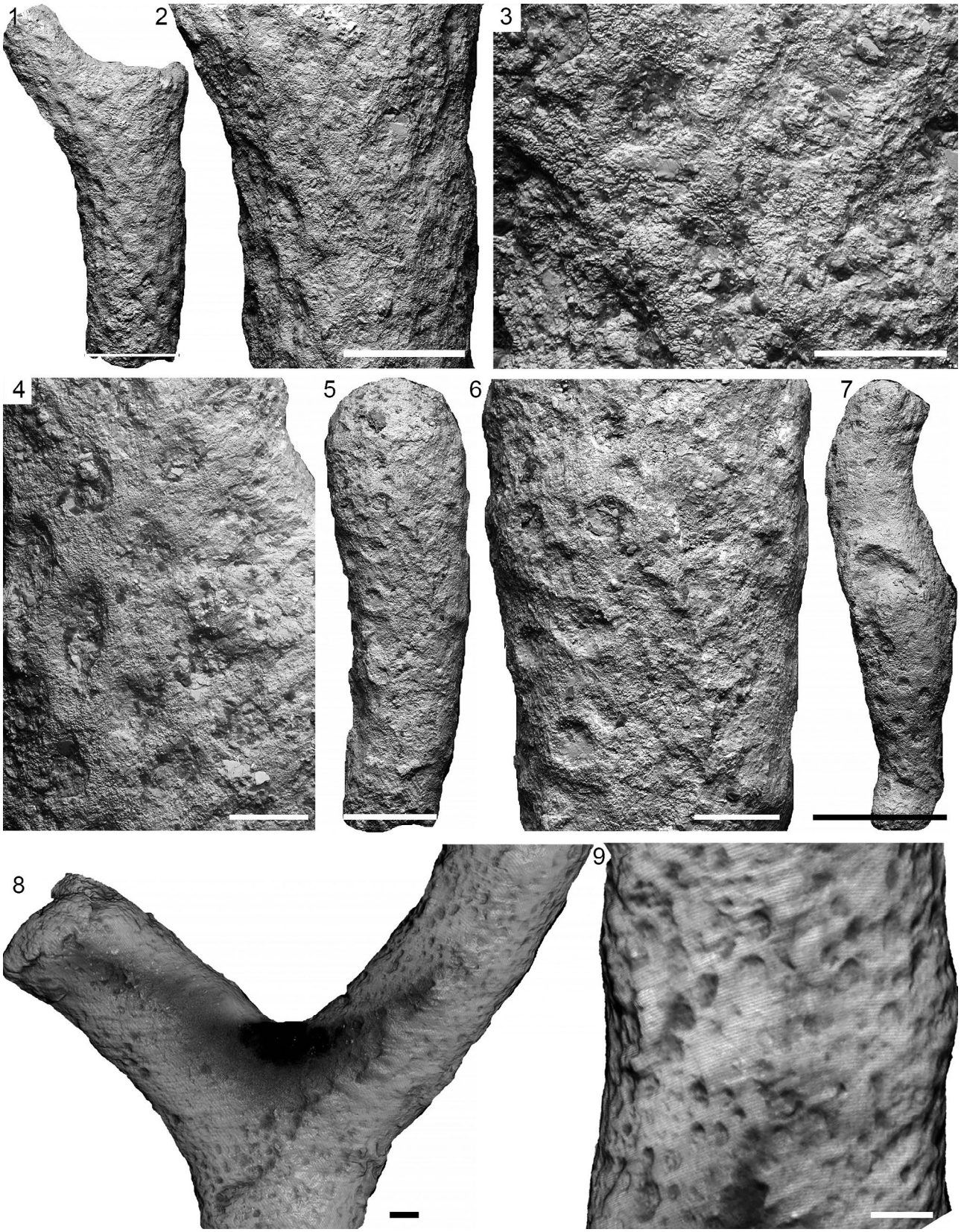


**Таблица IX.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 2; СЭМ (фиг. 1–7) и РКМ (фиг. 8, 9).
1–4 – Meliceritites? sp. 2, экз. ПИН, № 5883/77: 1 – общий вид колонии, 2–4 – автозооиды; 5–9 – “Heteropora” cf. arborea Koch et Dunker, 1837: 5, 6 – экз. ПИН, № 5883/78, 7 – экз. ПИН, № 5883/79, 8, 9 – экз. ПИН, № 5883/68 (обр. № 1). Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 1, 7; 500 мкм для фиг. 2, 5; 250 мкм для фиг. 8, 9; 200 мкм для фиг. 3, 4, 6.

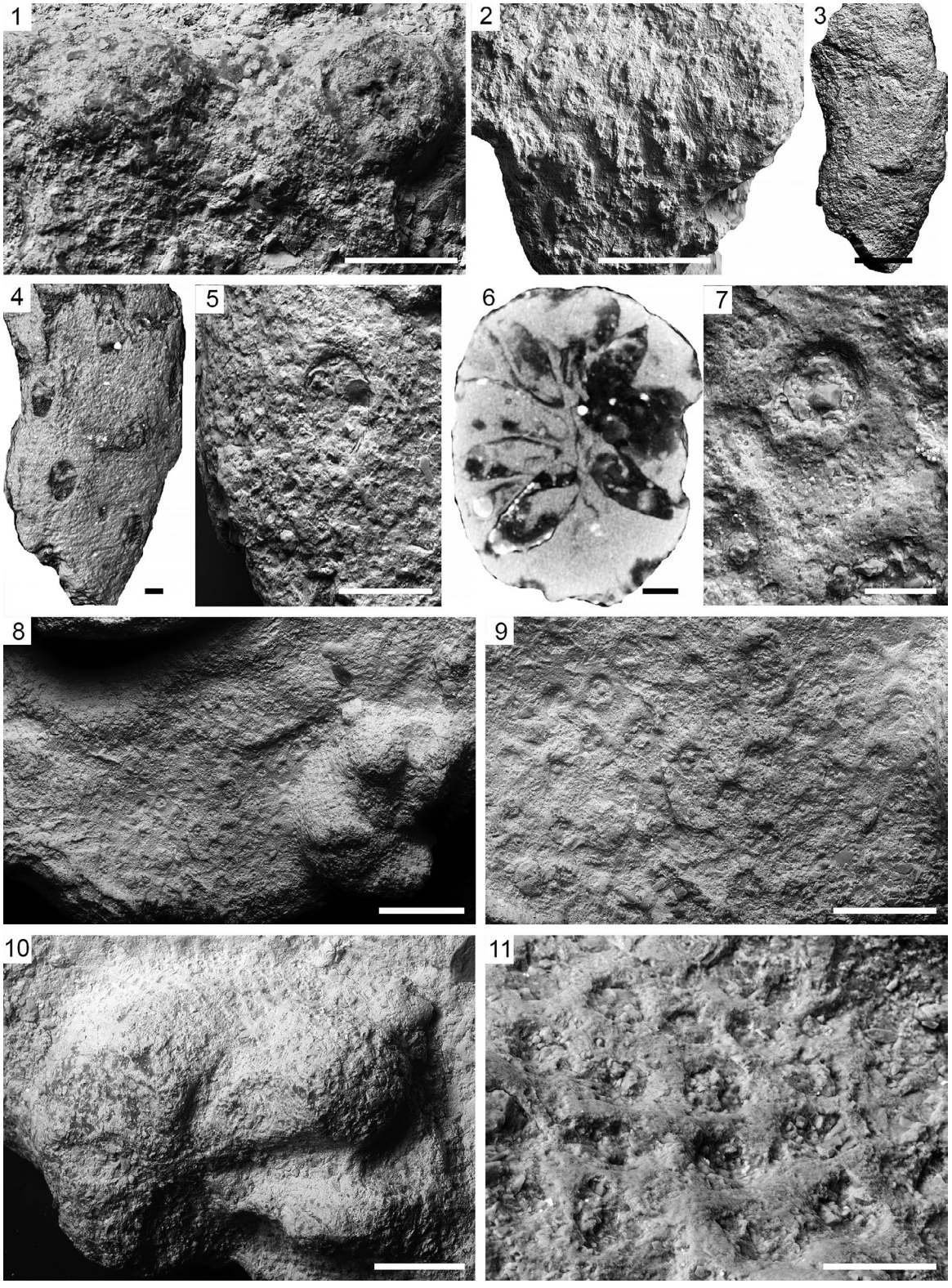


**Таблица X.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 4; СЭМ (фиг. 1–3, 5, 7–11) и РКМ (фиг. 4, 6).
1 – Stomatopora? sp., экз. ПИН, № 5883/82a, инкрустирующий Eleidae? gen. et sp. indet.; 2 – Oncousoecia? sp. 1, экз. ПИН, № 5883/84; 3–6 – Mecynoecia cf. icaunensis (d'Orbigny, 1850), экз. ПИН, № 5883/85: 3, 4 – общий вид колонии, 5 – апертура и псевдопоры, 6 – поперечный срез; 7–9 – Eleidae? gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/82b: 7 – автозооид, 8 – общий вид колонии, 9 – автозооиды; 10, 11 – Lichenoporidae? gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/82c: 10 – внешний вид колонии, 11 – апертуры зооидов. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 8; 500 мкм для фиг. 2, 3, 9, 10; 200 мкм для фиг. 1, 5; 100 мкм для фиг. 4, 6, 7, 11.

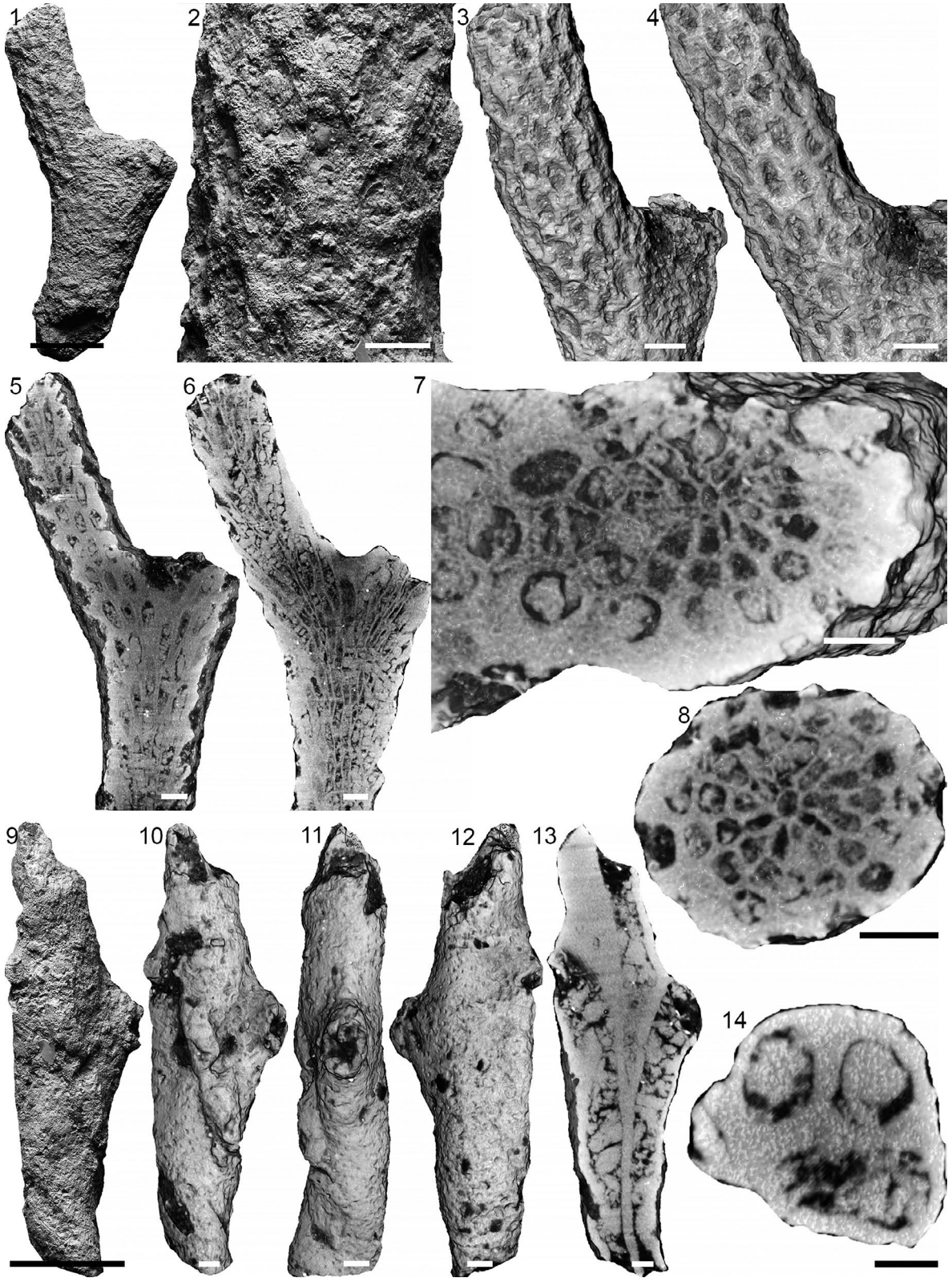


**Таблица XI.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 4; СЭМ (фиг. 1, 2, 9) и РКМ (фиг. 3–8, 10–14).
1–8 – Meliceritites? sp. 2, экз. ПИН, № 5883/86: 1 – общий вид колонии, 2 – автозооиды, 3, 4 – ветвь колонии, 5 – приповерхностный срез, 6 – продольный срез, 7, 8 – поперечные срезы на разных уровнях, виден осевой канал; 9–14 – Crisiidae? gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/88: 9, 10, 12 – внешний вид колонии с разных сторон, 11 – вид сбоку, 13 – продольный срез, 14 – поперечный срез. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 1; 500 мкм для фиг. 9; 250 мкм для фиг. 3–8, 200 мкм для фиг. 2; 100 мкм для фиг. 10–14.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Образцы из горизонта темно-серых глинисто-алевритовых пород разреза Гуниб включают множество фрагментов колоний мшанок. Как видно из рис. 3, наибольшее количество экземпляров и наиболее разнообразные таксоны происходят из обр. № 1. Это связано с тем, что данный образец является самым крупным и содержит легко извлекаемые фрагменты колоний, сохранность которых лучше, чем в обр. №№ 2–5. В целом было выявлено 32 таксона мшанок отряда Cyclostomata, принадлежащих к четырем подотрядам: Tubuliporina (24 таксонов), Cancellata (1 таксон), Articulina (1 таксон) и Cerioporina (6 таксонов). Из-за плохой сохранности материала многие колонии остались неидентифицированными, а большинство таксонов определены в открытой номенклатуре. В результате полученные данные не полностью отражают истинное разнообразие представителей Cyclostomata в разрезе Гуниб.

**Колониальная организация изученных таксонов мшанок.** В основном мшанки представлены вертикально растущими колониями, размеры которых значительно варьируют от 2.0 до 30.0 мм. Большинство из них представлены колониями с цилиндрическими ветвями без осевого канала (M. cf. icaunensis, Spirentalophora? sp., “Spiropora” sp., Meliceritites? sp. 1, Petalopora sp., Crisiidae? gen. et sp. indet., Ceriocava? sp., “Heteropora” sp., “H.” cf. arborea и Leiosoecia? sp.) и с осевым каналом (Meliceritites? sp. 2, Diastopora? sp. и Perfodiastopora? sp.), реже встречаются колонии с уплощенными билатеральными ветвями, зооиды в которых открываются на обе стороны ветви (cf. M. reticulata и Ceata sp.). Присутствует также много билатеральных листовидных колоний с зооидами, открывающимися на обе стороны колонии (M. cf. marginata, P. cf. ardescensis, Eleidae? gen. et sp. indet., Elea cf. periallos и E. parva).

Вертикальные билатеральные сетчатые колонии размером 20.0 мм × 20.0 мм обнаружены только у мшанок Rorypora. Такие колонии образованы билатеральными уплощенными ветвями, регулярно разветвляющимися и анастомозирующими с образованием удлиненных лакун. Род Rorypora является единственным представителем отряда Cyclostomata, обладающим такой формой колонии. Сетчатая форма колонии редко встречается среди мезокайнозойских мшанок (Taylor, 2012), однако широко распространена в палеозойском отряде Cryptostomata (см. Горюнова, Лаврентьева, 1993).

Массивные колонии единичны; одни из них имеют зооиды, собранные в пучки (A. neocomiensis и Lichenoporidae? gen. et sp. indet.), а другие (D. biformis) – отходящие в стороны стержневидные субколонии.

Инкрустирующие колонии обрастали вертикально растущие и встречены на многих экземплярах. Присутствуют одно-, двух- или многорядные колонии (Stomatopora? sp., Stomatoporina? sp., Proboscina? sp. и Reptoclausa sp.), а также лентовидные (Oncousoecia? sp. 1 и Oncousoecia? sp. 2) или дисковидные (“Berenicea” sp.) колонии.

Практически все колонии, включая инкрустирующие, возвышались над субстратом, что, по-видимому, спасало их от заиливания. Считается (Stach, 1936), что преобладание прямых жестких колоний с тонкими цилиндрическими ветвями может свидетельствовать о существовании мшанок в относительно глубоких или защищенных водах, где волнение отсутствует и течения слабы.

**Специфичность изученного комплекса мшанок.** Ниже приведено сравнение изученного комплекса мшанок (на родовом и видом уровне) с некоторыми валанжин-барремскими комплексами мшанок Европы.

Валанжин-готеривский комплекс Дагестана. Ранее в валанжин-готеривских отложениях Южного Дагестана из местонахождений Шахдаг и Шалбуздаг, расположенных на границе с Азербайджаном, В.П. Ренгартеном (1909) были определены (без описаний и изображений) следующие виды мшанок отряда Cyclostomata: Entalophora salevensis de Loriol, 1863 (= Perfodiastopora salevensis (de Loriol, 1863), согласно: Walter, 1989b), Reptomulticrescis neocomiensis de Loriol, 1863 (= Reptocavea tuberosa (Roemer, 1839), согласно: Walter, 1989c, 1993a), Reptomulticava micropora (Römer, 1839) (возможно, губки, согласно: Walter, 1972), Heteropora sp. и Stomatopora sp. С этим комплексом мшанок комплекс из разреза Гуниб имеет предположительно три общих рода (Stomatopora, Perfodiastopora и Heteropora). Кроме того, в разрезе Гуниб были обнаружены возможные представители семейства Lichenoporidae, не идентифицированные до рода и вида; к этому же семейству также принадлежат R. tuberosa, обнаруженные Ренгартеном (1909). В целом на родовом и видовом уровне гунибский комплекс значительно богаче, чем описанный ранее из Южного Дагестана.

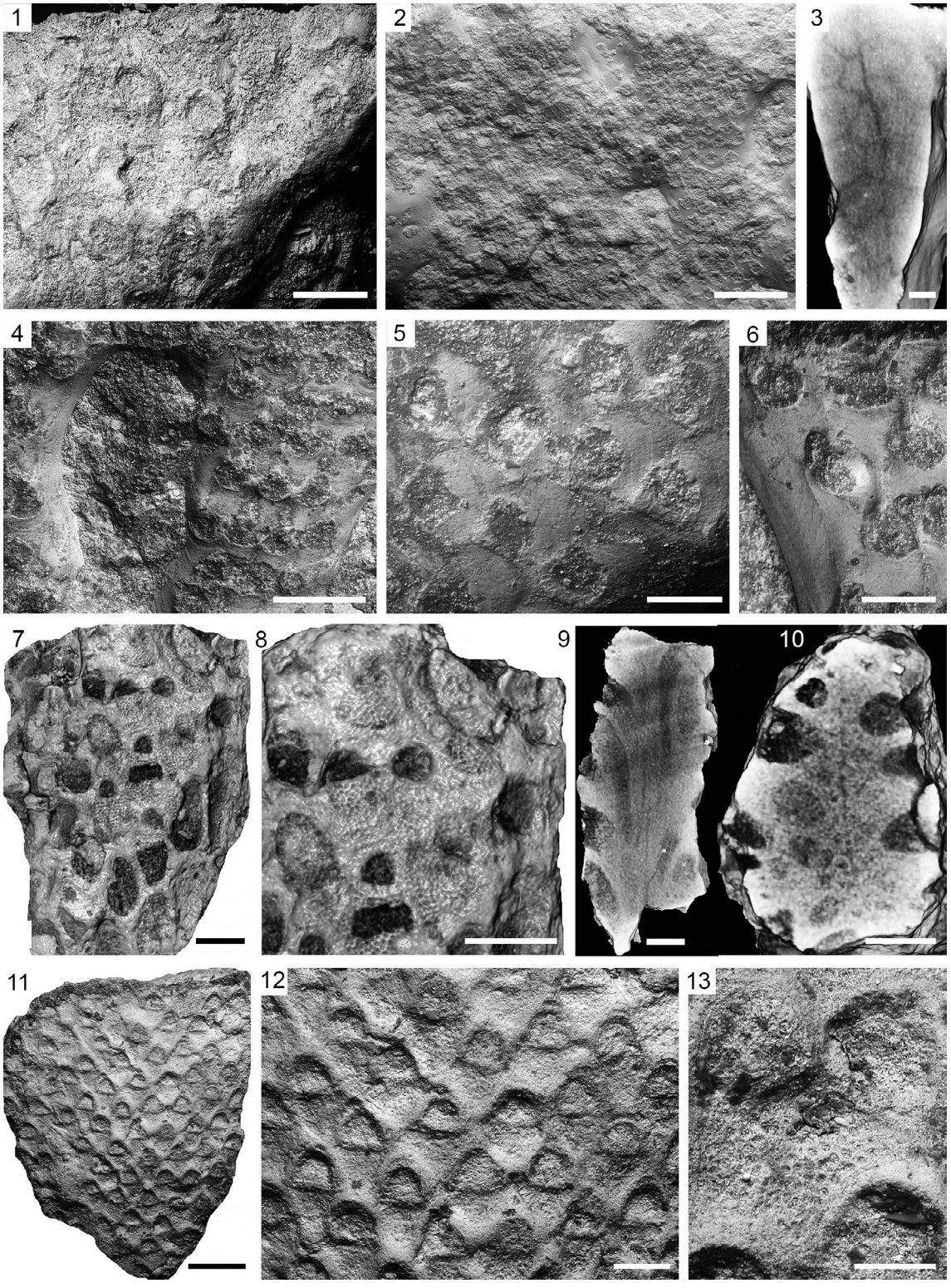


**Таблица XII.** Комплекс мшанок из разреза Гуниб, обр. № 5; СЭМ (фиг. 1, 2, 4–6, 11–13) и РКМ (фиг. 3, 7–10).
1 – Oncousoecia? sp. 2, экз. ПИН, № 5883/1d; 2–6 – Rorypora gunibensis Koromyslova, 2023: 2, 4–6 – голотип ПИН, № 5883/1a: 2 – общий вид колонии, слева видна часть гонозооида, 3 – паратип ПИН, № 5883/1c, срез ветви колонии, 4 – зооиды и лакуна, 5 – автозооиды, 6 – автозооиды и кенозооиды; 7–10 – Eleidae? gen. et sp. indet., экз. ПИН, № 5883/89: 7 – внешний вид колонии, 8 – зооиды, 9 – продольный срез, 10 – поперечный срез; 11–13 – Elea cf. periallos Taylor, 2010, экз. ПИН, № 5883/4: 11 – внешний вид колонии, 12 – автозооиды, 13 – апертуры автозооиды, левый закрыт оперкулумом. Длина масштабной линейки равна 1 мм для фиг. 2; 500 мкм для фиг. 4, 11; 250 мкм для фиг. 7–10; 200 мкм для фиг. 1, 5, 6, 12; 100 мкм для фиг. 3, 13.

Нижнеготеривский комплекс Крыма. Согласно Т.А. Фаворской (1983, 1996), нижнеготеривский комплекс Крыма (междуречье Альма–Бодрак) включает только представителей Cyclostomata: Proboscina crassa (Roemer, 1839), Filisparsa neocomiensis d'Orbigny, 1852, Mecynoecia icaunensis, Cardioecia neocomiensis (d'Orbigny, 1853), Multicrestis tuberosa (Roemer, 1839) (=Reptocavea tuberosa, согласно: Walter, 1989c) и Ceriopora tuberosa (Roemer, 1839). Гунибский и крымский комплексы имеют предположительно два общих рода (Proboscina и Mecynoecia) и, возможно, один общий вид – Mecynoecia icaunensis, известный с валанжина по баррем (рис. 4).

В гунибском и крымском разрезах также присутствуют представители семейства Lichenoporidae – Lichenoporidae? gen. et sp. indet. и R. tuberosa соответственно. В целом на родовом и видовом уровне гунибский комплекс значительно богаче, чем крымский.

Нижнеготеривский комплекс Северо-Восточной Германии. Комплексы мшанок из разреза Гуниб и Северо-Восточной Германии (по: Hillmer, 1971) включают только представителей отряда Cyclostomata и имеют предположительно восемь общих родов (Proboscina, Reptoclausa, Mecynoecia, Diastopora, Perfodiastopora, Mesenteripora, Berenicea, Heteropora и Diplocava) и три общих вида: M. reticulate и D. biformis, известных с валанжина по готерив (рис. 4), и M. icaunensis. Гунибский комплекс отличается предположительным присутствием 13 родов, не известных в нижнем готериве Германии (Stomatoporina, Rorypora, Spirentalophora, "Spiropora", Ceata, Poriceata, Apsendesia, Elea, Meliceritites, Petalopora, Ceriocava, Leiosoecia), а также представителей Crisiidae? gen. et sp. indet. и Lichenoporidae? gen. et sp. indet. и отсутствием 10 родов, характерных для нижнего готерива Германии (Filisparsa d'Orbigny, 1852, Reptomuitisparsa d'Orbigny, 1853, Cardioecia Canu et Bassler, 1922, Diaperoecia Canu, 1918, Defranciopora Hamm, 1881, Reptomulticava d'Orbigny, 1852, Actinopora d'Orbigny, 1853, Multicrescis d'Orbigny, 1854 и Ceriopora Goldfuss, 1827). В целом на родовом и видовом уровне нижнеготеривский комплекс Германии значительно богаче, а мшанки имеют лучшую сохранность, чем в разрезе Гуниб. Главное отличие

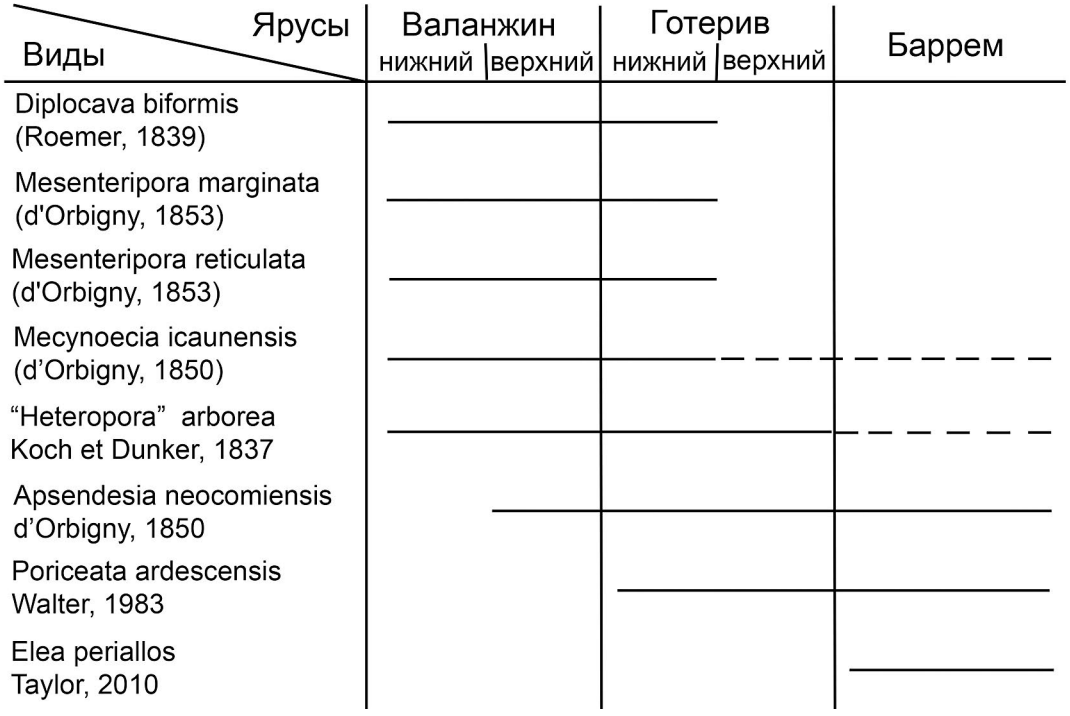


**Рис. 4.** Стратиграфическое распространение некоторых мшанок, близких к изученным Cyclostomata из разреза Гуниб (по: Canu, Bassler, 1926; Hillmer, 1971; Walter, 1972, 1983, 1985, 1987, 1989c, 1993a, 1993b, 1994, 1995; Фаворская, 1996; Taylor, 2010).

гунибского комплекса от комплекса Германии – присутствие мшанок семейства Eleidae (роды Elea и, предположительно, Meliceritites).

Валанжин-готеривский комплекс Швейцарии и Франции. Детально сравнить комплексы мшанок из разреза Гуниб с валанжин-готеривским комплексом Швейцарии и Франции не представляется возможным, поскольку богатство родов и видов в местонахождениях этих стран значительно превышает гунибский (см. Canu, Bassler, 1926; Walter, 1975, 1977, 1985, 1986, 1989a, 1991, 1993a, 1993b, 1994, 1995, 1996, 1997). Тем не менее нужно отметить, что в валанжин-готеривском комплексе Швейцарии и Франции известны представители всех отрядов, а также почти все роды, обнаруженные в разрезе Гуниб, за исключением Stomatoporina, Rorypora и представителей семейства Eleidae (роды Elea и, возможно, Meliceritites). Кроме того, семь изученных нами циклостомат имеют сходство с видами, описанными из Швейцарии и Франции: M. marginata, M. reticulata и D. biformis (известны с валанжина по готерив, согласно: Canu, Bassler, 1926; Walter, 1972, 1985; Hillmer, 1971), "H." arborea, M. icaunensis и A. neocomiensis (известны с валанжина по баррем, согласно: Canu, Bassler, 1926; Walter, 1972, 1987, 1989c, 1993a, 1993b, 1994, 1995; Фаворская, 1996; Taylor, 2010) и P. ardescensis (известен с готерива по баррем, согласно: Walter, 1983, 1993b; Taylor, 2010) (рис. 4).

Барремский комплекс Франции. Комплексы мшанок из готеривского разреза Гуниб и баррема юго-востока Франции (по: Taylor, 2010) имеют предположительно 10 общих родов (Stomatopora, Oncousoecia, Reptoclausa, Mecynoecia, Ceata, Poriceata, Apsendesia, Elea, Meliceritites и Diplocava) и, возможно, четыре общих вида (M. icaunensis, P. ardescensis, A. neocomiensis и E. periallos). Первые три вида известны с валанжина по баррем, тогда как E. periallos ранее был описан только из баррема (рис. 4). Гунибский комплекс отличается предположительным присутствием 11 родов, не известных в барреме Франции (Stomatoporina, Proboscina, Rorypora, Spirentalophora, "Spiropora", Diastopora, Perfodiastopora, Mesenteripora, "Berenicea", Petalopora, Ceriocava), а также представителей Crisiidae? gen. et sp. indet. и Lichenoporidae? gen. et sp. indet. и отсутствием шести родов, характерных для баррема Франции (Cardioecia, Wassypora Walter, 1993, Siphodictyum Lonsdale, 1849, Ceriopora, Clausa d'Orbigny, 1853, Charixa Lang, 1915). Мшанки рода Charixa принадлежат к отряду Cheilostomata, представители которого не были обнаружены в разрезе Гуниб. Гунибский комплекс с комплексом из баррема Франции сближает присутствие представителей семейства Eleidae (роды Elea и, возможно, Meliceritites), которые отсутствуют в комплексах мшанок, описанных из Дагестана (Ренгартен, 1909), Крыма (Фаворская, 1983, 1996), а также из валанжина–готерива Швейцарии и Франции. Присутствие в проанализированном материале мшанок семейства Eleidae может указывать на близкий к барремскому возрасту включающих их отложений, поскольку самые древние достоверные находки этого семейства известны из баррема Франции (Taylor, 2010, 2022b). Между тем мшанки семейства Eleidae могли появиться уже в позднем готериве. Согласно П.Д. Тейлору (Taylor, 2022b), предположение о том, что элеиды возникли в барреме на территории современной Европы, необоснованно, так как присутствие в отложениях этого возраста двух родов (Elea и Meliceritites) этого семейства указывает на предысторию, не представленную в палеонтологической летописи. Более того, Л.А. Висковой (2011) из юры были описаны три вида, предположительно принадлежащие к роду Elea – E. lyapini Viskova, 2011, E. troshkovensis Viskova, 2011 и E. taylori Viskova, 2011.

Возможно, изученный комплекс из разреза Гуниб занимает промежуточное положение между валанжин-готеривскими комплексами Швейцарии и Франции и барремским комплексом Франции.

## ВЫВОДЫ

Из нижнего мела Дагестана, предположительно из верхнего готерива, описан комплекс мшанок, включающий 32 рода мшанок из четырех подотрядов отряда Cyclostomata: Tubuliporina (24 таксона), Cancellata (1 таксон), Articulina (1 таксон) и Cerioporina (6 таксонов). Однако эти данные не охватывают истинного разнообразия представителей Cyclostomata в изученных отложениях, поскольку выявить более точный таксономический состав комплекса мешает плохая сохранность материала.

В основном мшанки представлены вертикально растущими колониями с цилиндрическими ветвями, а также билатеральными листовидными колониями, зооиды в которых открывались на обе стороны. Инкрустирующие колонии, обраставшие вертикальные стержневидные или билатеральные листовидные колонии, достаточно многочисленны. Сетчатые и массивные колонии редки. Практически все

колонии, включая инкрустирующие, возвышались над субстратом, что, по-видимому, спасало их от заиливания.

Большинство мшанок из разреза Гуниб принадлежит к родам, имеющим широкое стратиграфическое распространение. Однако некоторые описанные таксоны близки к видам M. marginata, M. reticulata и D. biformis (известны только из валанжина и готерива), "H." arborea, M. icaunensis и A. neocomiensis (известны из валанжина–баррема), P. ardescensis (известен из готерива–баррема) и E. periallos (известен из баррема). Присутствие мшанок семейства Eleidae может указывать на близкий к барремскому возраст включающих их отложений.

**Благодарности.** Авторы благодарны Р.А. Ракитову (ПИН РАН) за предоставление технической помощи в работе на сканирующих электронных микроскопах и микротомографе. Авторы также благодарны Н.В. Денисенко (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург), Е.Ю. Барабошкину (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова) и А.С. Тесакову (Геологический институт РАН) за конструктивные замечания и предложения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Вискова Л.А.* Морские постпалеозойские мшанки. М.: Наука, 1992. 187 с. (Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 250).

*Вискова Л.А.* Новые мшанки (Tubuliporina, Stenolaemata) из верхнего мела Среднего Поволжья (Россия) // Палеонтол. журн. 2005. № 4. С. 56–62.

*Вискова Л.А.* Редкие мшанки (Stenolaemata) с билатеральными колониями из юры и мела Восточно-Европейской платформы // Палеонтол. журн. 2011. № 1. С. 37–47.

*Вискова Л.А.* Мшанки Meliceritитida: особенности морфологии и положение отряда в таксономической структуре класса Stenolaemata // Палеонтол. журн. 2016. № 2. С. 48–57.

Государственная геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Сер. Кавказская. Лист K-38-XVII (Хунзах). Объяснительная записка. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2001. 71 с.

*Горюнова Р.В., Лаврентьева В.Д.* Морфология и система криптостомидных мшанок. М.: Наука, 1993. 152 с. (Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 257).

*Коромыслова А.В.* Новые данные о мшанках из нижнего мела Дагестана (разрез Гуниб) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Одиннадцатого Всероссийского совещания, Томск, 19–24 сентября 2022 г. Гл. ред. Барабошкин Е.Ю. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2022.

*Коромыслова А.В., Толоконникова З.А., Федоров П.В., Пахневич А.В.* Микротомография ископаемых мшанок // Природа. 2021. С. 24–33.

*Лобачева С.В.* Брахиоподы и морские ежи // Атлас важнейших групп фауны мезозойско-кайнозойских отложений Северного Кавказа и Предкавказья. Ред. Богданова Т.Н., Гаврилова В.А. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. С. 45–62.

*Лобачева С.В., Богданова Т.Н., Янин Б.Т.* Брахиоподы, морские ежи и двустворчатые моллюски нижнего мела Северного Кавказа // Атлас важнейших групп фауны мезозойско-кайнозойских отложений Северного Кавказа и Предкавказья. Ред. Богданова Т.Н., Гаврилова В.А. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. С. 40–45.

*Мордвилко Т.А.* Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья. Часть 2. Нижнемеловые отложения юго-восточных районов Северного Кавказа и Предкавказья. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 294 с.

*Ренгартен В.П.* О фауне меловых и титонских отложений Юго-Восточного Дагестана // Изв. Геол. ком. 1909. Т. 28. № 9. С. 637–690.

*Снежко В.А., Богданова Т.Н., Лобачева С.В., Снежко В.В.* Стратиграфия нижнемеловых отложений Дагестана (Северный Кавказ) // Региональная геология и металлогения. 2011. № 45. С. 29–41.

*Снежко В.А., Богданова Т.Н., Снежко В.В.* Нижнемеловые отложения центральной и восточной частей северного склона Большого Кавказа (палеонтологическое и литологическое сопоставление) // Региональная геология и металлогения. 2018. № 74. С. 59–70.

*Фаворская Т.А.* О раннеготеривских мшанках Крыма // Тез. докл. VI Конференции по ископаемым и современным мшанкам, Пермь, 1–10 августа 1983 г. Пермь, 1983. С. 55.

*Фаворская Т.А.* Практическое руководство по макрофауне России и сопредельных территорий. Мшанки мезокайнозоя. СПб.: ВСЕГЕИ, 1996. 81 с.

*Canu F., Bassler R.S.* Studies on the cyclostomatous Bryozoa // Proc. U. S. Nat. Mus. 1922. V. 61. P. 1–160.

*Canu F., Bassler R.S.* Studies on the cyclostomatous Bryozoa // Proc. U. S. Nat. Mus. 1926. V. 67. P. 1–124.

*Cheetham A.H.* A new Early Cretaceous cheilostome bryozoan from Texas // J. Paleont. 1954. V. 28. P. 177–184.

*Cheetham A.H., Sanner J., Taylor P.D., Ostrovsky A.N.* Morphological differentiation of avicularia and proliferation of

species in mid-Cretaceous Wilbertopora Cheetham, 1954 (Bryozoa: Cheilostomata) // J. Paleont. 2006. V. 80. P. 49–71.

*Dick M.H., Komatsu T., Takashima R., Ostrovsky A.N.* A mid-Cretaceous (Albian–Cenomanian) shell-rubble bryozoan fauna from the Goshoura Group, Kyushu, Japan // J. Systematic Palaeontology. 2014. V. 12. P. 401–425.

*Dzik J.* The origin and early phylogeny of the cheilostomatous Bryozoa // Acta Paleont. Pol. 1975. V. 20. P. 395–423.

*Ernst A.* Cyclostomata (Stenolaemata) // Handbook of Zoology. Bryozoa. Ed. Schwaha T. Berlin: De Gruyter, 2021. P. 225–263.

*Fabbi S., Cipriani A., Citton P, Romano M.* First report of Sclerobiont Bryozoans in the Maiolica Fm. of the Umbria-Marche Basin (Northern Apennines, Italy) // Rend. Online Soc. Geol. It. 2019. V. 48. P. 106–111.

*Hara U., Furrer H.* Lower Cretaceous bryozoans of the northern Tethyan carbonate platform (Alpstein area, northeastern Switzerland) // XIV Jurassica Conference & Workshop of the ICS Berriasian Group Field: Trip Guide and Abstracts Book, Bratislava, June 10–14, 2019. Eds. Fekete K., Michalík J., Reháková, D. Bratislava: Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences & Faculty of Natural Sciences, Comenius University Bratislava, 2019.

*Hillmer G.* Bryozoen (Cyclostomata) aus dem Unter-Hauterive von Nord-westdeutschland // Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg. 1971. V. 40. S. 5–106.

*Illies G.* On the genus *Stomatoporina* Balavoine, 1958 (Bryozoa Cyclostomata) // Docums Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon (H. S.). 1975. V. 3. P. 51–57.

*Key M.M., Wyse Jackson P.N.* History of micro-computed tomographic threedimensional imaging in bryozoology // Annals of Bryozoology 7 online first. Eds. Wyse Jackson P.N., Spencer Jones J.E. Dublin: International Bryozoology Association, 2022. P. 57–72.

*Koromyslova A.V.* New cyclostome bryozoans from the Lower Cretaceous of Dagestan // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 2023. V. 309 (1). P. 49–64.

*Larwood G.P.* Preliminary report on early (pre-Cenomanian) cheilostome Bryozoa // Docums Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, H.S. 1975. V. 3. P. 539–545.

*Martha S.O., Taylor P.D., Rader W.L.* Early Cretaceous cyclostome bryozoans from the early to middle Albian of the Glen Rose and Walnut formations of Texas, USA // J. Paleontol. 2019a. V. 93. № 2. P. 244–259.

*Martha S.O., Taylor P.D., Rader W.L.* Early Cretaceous gymnolaemate bryozoans from the early to middle Albian of the Glen Rose and Walnut formations of Texas, USA // J. Paleontol. 2019b. V. 93. № 2. P. 260–277.

*Martha S.O., Matsuyama K., Scholz J., Taylor P.D., Hillmer G.* The bryozoans collection of Prof. Dr. Ehrhard Voigt (1905–2004) at the Senckenberg Institute in Frankfurt. Part 1 – Introduction and Cyclostomata // Carnets Geol. 2019c. V. 19. № 13. P. 221–275.

*Nye O.B.Jr.* Generic revision and skeletal morphology of some cerioporid cyclostomes (Bryozoa) // Bull. Am. Paleontol. 1976. V. 69. P. 1–222.

*Ostrovsky A.N., Taylor P.D., Dick M.H., Mawatari S.F.* Pre-Cenomanian cheilostome Bryozoa: current state of knowledge // The Origin and Evolution of Natural Diversity. Proceedings of the International Symposium, Sapporo, October 1–5, 2007. Eds. Okada H., Mawatari S.F., Suzuki N., Gautam P. Sapporo, Hokkaido University, 2008. P. 69–74.

*Pitt L.J., Taylor P.D.* Cretaceous Bryozoa from the Faringdon Sponge Gravel (Aptian) of Oxfordshire // Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Geol.). 1990. V. 46. P. 61–152.

*Stach L.W.* Correlation of zoarial form with habitat // J. Geol. 1936. V. 44. P. 60–65.

*Taylor P.D.* Major radiation of cheilostome bryozoans: triggered by the evolution of a new larval type? // Historical Biology: An International Journal of Paleobiology. 1988. V. 1. P. 45–64.

*Taylor P.D.* An early cheilostome bryozoan from the Upper Jurassic of Yemen // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 1994a. V. 191. P. 331–344.

*Taylor P.D.* Systematics of the meliceritid cyclostome bryozoans; introduction and the genera *Elea, Semielea* and *Reptomultelea* // Bull. Nat. Hist. Mus. London. Geol. Ser. 1994b. V. 50. P. 1–103.

*Taylor P.D.* Barremian bryozoans from Serre de Bleyton (Drôme, SE France) // Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A. 2010. V. 112. P. 673–700.

*Taylor P.D.* A new bryozoan genus from the Jurassic of Switzerland, with a review of the cribrate colony-form in bryozoans // Swiss J. Palaeontol. 2012. V. 131. P. 201–210.

*Taylor P.D.* First taxonomic descriptions of operculate cyclostome bryozoans (Eleidae) from the Cretaceous of India and North America // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 2022a. V. 304. P. 227–237.

*Taylor P.D.* The operculate cyclostome bryozoans: a chronicle of convergence, controversy and classification // Annals of Bryozoology 7 online first. Eds. Wyse Jackson P.N., Spencer Jones J.E. Dublin: International Bryozoology Association, 2022b. P. 19–41.

*Taylor P.D., McKinney F.K.* Cretaceous Bryozoa from the Campanian and Maastrichtian of the Atlantic and Gulf Coastal Plains, United States // Scripta Geol. 2006. V. 132. P. 1–346.

*Taylor P.D., Sequeiros L.* Toarcian bryozoans from Belchite in north-east Spain // Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol. 1982. V. 36. P. 117–129.

*Taylor P.D., Lazo D.G., Aguirre-Urreta M.B.* Lower Cretaceous bryozoans from Argentina: a "by-catch" fauna from the Agrio Formation (Neuque′ n Basin) // Cret. Res. 2009. V. 30. P. 193–203.

*Thomas H.D., Larwood G.P.* Some "uniserial" membraniporine polyzoan genera and a new American Albian species // Geol. Mag. 1956. V. 93. P. 369–376.

*Todd J.A., Taylor P.D., Favorskaya T.A.* A bioimmured ctenostome bryozoan from the Early Cretaceous of the Crimea and the new genus *Simplicidium* // Geobios. 1997. V. 30. P. 205–213.

*Voigt E.* Homeomorphy in cyclostomatous Bryozoa as demonstrated in Spiropora // Atti della Società Italiana di Scienze Natrali e Museo Civico di Storia Naturale de Milano. 1968. V. 108. P. 43–53.

*Voigt E., Flor F.D.* Homöomorphien bei fossilen cyclostomen Bryozoen, dargestellt am Beispiel der Gattung *Spiropora* Lamouroux 1821 // Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg. 1970. V. 39. P. 7–96.

*Voigt E., Walter B.* De possibles Crisiidae (Bryozoa – Articulata) dans le Néocomien du Jura franco-suisse // Geobios. 1991. V. 24. № 1. P. 41–46.

*Walter B.* Les bryozoaires Jurassiques en France // Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. 1970 [for 1969]. V. 35. P. 1–328.

*Walter B.* Les bryozoaires neocomiens du Jura Suisse et Français // Geobios. 1972. V. 5. P. 277–354.

*Walter B.* Révision des types de bryozoaires Albiens et Cénomaniens de la collection Michelin // Geobios. 1975. V. 8. P. 307–316.

*Walter B. Poriceata ardescensis.* Nouveau genre et nouvelle espèce de bryozoaire cyclostome du crétacé inférieur d'Europe occidentale // Geobios. 1983. V. 16. P. 251–255.

*Walter B.* Un gisement de bryozoaires aptiens dans le Gard // Geobios. 1977. V. 10. P. 325–336.

*Walter B.* Les "mésentéripores" (Bryozoaires Cyclostomes) du Néocomien du Jura Suisse et Française // Geobios. 1985. V. 18. P. 5–27.

*Walter B.* Les *Diastopora* (Bryozoaires cyclostomes) néocomiensdu Jura Suisse et Français // Geobios. 1986. V. 19. P. 143–177.

*Walter B.* Les bryozoaires cyclostomes Neocomiens de forme "*Entalophora*" et "*Spiropora*" // Revue de paleobiologie. 1987. V. 6. № 1. P. 29–53.

*Walter B.* Au Valanginien supérieur, une crise de la faune de bryozoaires: indication d'un important refroidissement dans le Jura // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1989a. V. 74. P. 255–263.

*Walter B.* Les Diastoporidae bereniciformes neocomiens du Jura franco-suisse. Etude systematique et parallelisme entre leurs genres et ceux des "Diastopores" et "Mesenteripores" // Palaeontographica. 1989b. Pal. A. Bd. 207. P. 107–145.

*Walter B.* Heteroporidae et Lichenoporidae néocomiens (Bryozoa, Cyclostomata) // Revue de Paléobiologie. 1989c. V. 8 (2). P. 373–403.

*Walter B.* Cavidés Néocomiens (Bryozoa, Cyclostomata) // Geobios. 1991. V. 24. P. 289–308.

*Walter B.* Une nouvelle faune de bryozoaires de l'Hauterivien inférieur du Jura // Geobios. 1993a. V. 26. P. 555–574.

*Walter B.* Les bryozoaires de "l'Urgonien Inferieur" de Vaulion (Jura, Suisse) – un premier pas vers les faunes Barremo-Aptiennes // Palaeontographica Abteilung A. 1993b. V. 226. P. 55–75.

*Walter B.* Une faune en milieu détritique côtier: les bryozoaires hauteriviens d'Ancerville, Meuse (est du Bassin de Paris) // Cretaceous Res. 1994. V. 15. P. 583–598.

*Walter B.* Les bryozoaires de l'Hauterivien inférieur de Velloreille-les-Choye, Haute Saone. Une faune de transition entre bassin de Paris et Jura // Geobios. 1995. V. 28. P. 413–424.

*Walter B.* La faune de bryozoaires de la transgression hauterivienne dans le Bassin de Paris // Geobios. 1996. V. 29. P. 5–11.

*Walter B.* Une faune berriasienne de bryozoaires à Musièges (Jura méridional, Haute-Savoie // Geobios. 1997. V. 30. P. 371–377.

*Walter B., Busnardo R.* Un gisement aptien de bryozoaires dans les alpes françaises (Vercors, Isere) // Geobios. 1971. V. 4. P. 87–99.

*Walter B., Clavel B.* Nouveaux apports à la connaissance de la faune aptienne de bryozoaires du sud-est de la France // Geobios. 1979. V. 12. P. 819–837.

*Walter B., Arnaud A., Arnaud H., Busnardo R., Ferry S.* Les Bryozoaires barrémo-aptiens du sud-est de la France Gisement et Paléoecologie, Biostratigraphie // Geobios. 1975. V. 8. P. 83–117.

*Weitschat W., Voigt E. Poroplagioecia* – ein neues Bryozoen-Genus aus dem norddeutschen Barremium (Unterkreide) (Ordo Cyclostomata) // Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg (Neue Folge). 1983. V. 26. P. 37–46.

*Рецензенты Е.Ю. Барабошкин, Н.В. Денисенко*

# Taxonomic Composition of the Hauterivian Bryozoan Assemblage in the Environs of Gunib Village (Dagestan)

**A. V. Koromyslova[a, #], Yu. O. Gavrilov[b, ##]**

[a]*Borisyak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[b]*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: koromyslova.anna@mail.ru*

[##]*e-mail: yugavrilov@gmail.com*

The Lower Cretaceous bryozoan assemblage in the environs of Gunib village in Dagestan is for the first time described. The studied section is located in the zone of development of the Gapshima Formation (Hauterivian) deposits. The bryozoan assemblage is characterized by high taxonomic diversity and includes 32 taxa from four suborders of order Cyclostomata: Tubuliporina (24 taxa), Cancellata (1 taxon), Articulina (1 taxon) и Cerioporina (6 taxa). Due to the poor preservation of the colonies, most taxa are defined in open nomenclature; therefore, the true diversity of cyclostomes in the study area is not fully reflected. The assemblage includes the taxa that have the similarities to bryozoans previously described from different levels from Valanginian to Barremian of Switzerland and France and, partly, from the lower Hauterivian of Germany (*Mecynoecia icaunensis* (d'Orbigny), *Mesenteripora marginata* (d'Orbigny), *M. reticulata* (d'Orbigny), *Poriceata ardescensis* Walter, *Apsendesia neocomiensis* d'Orbigny, *Diplocava biformis* (Roemer), "*Heteropora*" *arborea* Koch et Dunker, and *Elea periallos* Taylor). The main difference of the Gunib assemblage from the Valanginian–Hauterivian assemblage of Switzerland and France and the lower Hauterivian assemblage of Germany is in having bryozoans from the family of Eleidae, but it differs from the Barremian assemblage of France in lacking of representatives of Cheilostomata. Among the studied cyclostomes, bryozoans with erect colonies predominate, some of which were bilateral leaf-shaped, while others had thin cylindrical branches. Reticulate and massive colonies are rare, while encrusting bryozoans, which grow over erect colonies, are quite numerous.

*Keywords*: Bryozoans, Cyclostomata, Lower Cretaceous, Dagestan, taxonomy, μCT, stratigraphy, palaeogeography

*СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2024, том 32, № 6, с. 101–130*

*УДК 551.79*

# О ГЕНЕЗИСЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯЛОМАНО-КАТУНСКОЙ ЗОНЫ ГОРНОГО АЛТАЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ КАТАФЛЮВИАЛЬНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ТИПА

**© 2024 г. Д. А. Застрожнов[1, 2, *], А. С. Застрожнов[1], В. С. Зыкин[3], С. И. Ларин[4], Л. Е. Пестова[1], В. С. Зыкина[3], С. Е. Голованов[3, 5]**

*[1] Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия*

*[2] Университет Осло, Отдел наук о земле, Осло, Норвегия*

*[3] Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева, Сибирское отделение Российской академии наук, Новосибирск, Россия*

*[4] Институт криосферы Земли Тюменского научного центра, Сибирское отделение Российской академии наук, Тюмень, Россия*

*[5] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**e-mail: zastrozhe@gmail.com*

Поступила в редакцию 28.06.2023
После доработки 24.02.2024 г.
Принята к публикации 02.03.2024 г.

Рассматриваются научно-методологические аспекты целесообразности введения нового термина “катафлювиальные отложения” в генетическую классификацию четвертичных образований. С этой целью были проведены полевые работы, направленные на изучение террасовых комплексов в пределах Яломано-Катунской зоны Горного Алтая, ставшей в последние десятилетия своеобразным полигоном для исследований гипотетических гляциальных суперпаводков. На основе собственных материалов и данных по другим регионам со схожими геологическими и физико-географическими условиями сделан вывод, что выделение отдельного генетического типа “катафлювиальный” в настоящее время следует считать необоснованным.

*Ключевые слова:* Горный Алтай, катафлювиал, суперпаводки, четвертичная геология, генетический тип, геологическое картографирование

**DOI:** 10.31857/S0869592X24060042, **EDN:** VZAKIU

## ВВЕДЕНИЕ

Генетический тип является основополагающим элементом классификации четвертичных образований, теоретические основы которой были заложены еще в конце XIX в. А.П. Павловым (1888). В дальнейшем разработка генетической классификации нашла отображение в трудах целого ряда исследователей и научных коллективов. Наиболее известной и применяемой по сей день является система генетической классификации, предложенная Е.В. Шанцером (1966).

В современном определении (Геологический..., 2010) под генетическим типом понимается “комплекс генетически связанных геологических тел (фаций), которые выделены главным образом по преобладанию того или иного геологического процесса, определившего способ накопления вещества, специфику условий его залегания и возникающих при этом аккумулятивных форм рельефа”. К настоящему моменту различными авторами и коллективами, на основе поступающих новых глобальных и региональных данных по изучению четвертичных образований, предлагаются значительные дополнения (например, Методическое..., 2005; Астахов, 2020) к классической генетической классификации Е.В. Шанцера. Стоит отметить, что если определение вещественных характеристик четвертичных отложений в целом не вызывает трудностей в геологической

практике, то генетические интерпретации порой являются предметом острых дискуссий.

Одним из наглядных примеров такой дискуссии в последние десятилетия стали стратиграфическое расчленение и генетическая интерпретация четвертичных отложений, выполняющих долины рек Чуя и Катунь в пределах Яломано-Катунской зоны Горного Алтая. Здесь четвертичные отложения слагают хорошо сохранившиеся в рельефе разновозрастные террасы (рис. 1) и входят в состав ининской и сальджарской толщ (Ефимцев, 1964), общая мощность которых достигает 250–300 м.

В последние несколько десятилетий многие исследователи (например, Бутвиловский, 1993; Рудой, 2005; Зольников, Мистрюков, 2008) четвертичных отложений Горного Алтая придерживаются модели их образования в результате прохождения по долине Чуи и Катуни катастрофических гигантских паводков при прорыве приледниковых озер, располагавшихся в Чуйской и Курайской котловинах (рис. 1а). На основе этой модели ими предлагается выделить новый генетический тип четвертичных отложений – *“катафлювиальный”* (Бутвиловский, 1993; Зольников, Мистрюков, 2008) или *“дилювиальный”* (Рудой, 1997). Однако ряд других исследователей состав и строение террас в Яломано-Катунской зоне объясняют либо озерно-аллювиальным происхождением (например, Зыкин и др., 2011, 2018; Зыкин, Зыкина, 2021), либо ледниковым (например, Окишев, 2011), а масштаб тех или иных паводковых циклов является дискуссионным даже среди сторонников катафлювиальной парадигмы (см. Парначев, 1999; Агатова и др., 2022). Необходимо особо подчеркнуть, что зачастую сущность данной дискуссии выходит за рамки научной этики и представляет собой непрекращающуюся “борьбу авторитетов”, где остается мало места для взвешенной и аргументированной фактологической критики возражений оппонентов (например, Окишев, 2003; Рудой, 2004, 2005). Подобная ситуация затрудняет предметный анализ огромного количества опубликованных материалов и является существенным препятствием для четкого понимания терминов и классификации форм рельефа и отложений Яломано-Катунской зоны, предложенных в рамках противоборствующих моделей.

В.В. Бутвиловский (1993), впервые предложивший новый генетический тип “катафлювиальный” для описания четвертичных отложений исследуемой территории, не приводит в своей работе четкого определения предложенного им термина. Он перечисляет лишь набор типичных, по его мнению, катастрофических флювиальных аккумулятивных и эрозионных форм рельефа, к наиболее характерным из которых относятся “гигантская рябь, гигантские валы, “теневые” террасы, глыбовые шлейфы, водоворотные котловины, реликтовые водопады с котловинами под ними, эрозионные ущелья, рвы и ветвящиеся каньоны, выработанные в коренных породах (скэбленд)” (Бутвиловский, 1993).

А.Н. Рудым (1997) предлагалась несколько иная терминология, применимая к катастрофической модели развития региона, которую он разрабатывал в рамках своей “теории дилювиального морфолитогенеза”. Тип отложений и форм рельефа, сформированных в ходе катастрофических паводков, определяется им как “дилювиальный” (“потопный”). Перечисляя схожие аккумулятивные и эрозионные формы рельефа, предложенные В.В. Бутвиловским как индикаторы катастрофических паводков, А.Н. Рудой (1997) также обозначает и вещественные характеристики отложений, формирующихся в “дилювиальных” обстановках. К ним он относит “наклонно-слоеватые галечники, неокатанные ритмично-слоистые грубозернистые пески, щебень, дресву, дилювиальные эрратические валуны и глыбы”. И.Д. Зольников и Е.В. Деев (2013) к наиболее характерным индикаторам суперпаводков также относят сочетания в разрезе валунников с глыбами и параллельно-слоистых пескодресвяников с “дропстоунами”, которые, по их мнению, соответственно отвечают динамическим обстановкам влекомого и взвешенного наносов. Аномальные для аллювиальных обстановок мощности отложений, слагающих террасы в долинах рек Яломано-Катунской зоны, по мнению ряда авторов (например, Зольников, Мистрюков, 2008; Зольников, Деев, 2013; Зольников и др., 2015), также являются прямым индикатором катастрофических паводков и лавинной аккумуляции обломочного материала.

Сама идея о существовании доисторических катастрофических паводков при прорыве огромных приледниковых озер значительно раньше была предложена и обоснована при изучении озера Мизула (Missoula), существовавшего в конце последнего ледникового периода в северо-западной части современной территории США (Bretz, 1925, 1969; Baker, 1973). Считается, что периодические прорывы запруд являлись причинами катастрофических наводнений, при

которых огромные водные массы с максимальным модельным расходом $10 \times 10^6$ м$^3$/с (например, Benito, O'Connor, 2003) устремлялись вниз по течению р. Колумбия, формируя характерный катафлювиальный рельеф (скэбленд) и отложения. На основе этих значений Бейкер (Baker, 2002) предлагает классифицировать паводки как катастрофические (или мега-, суперпаводки),

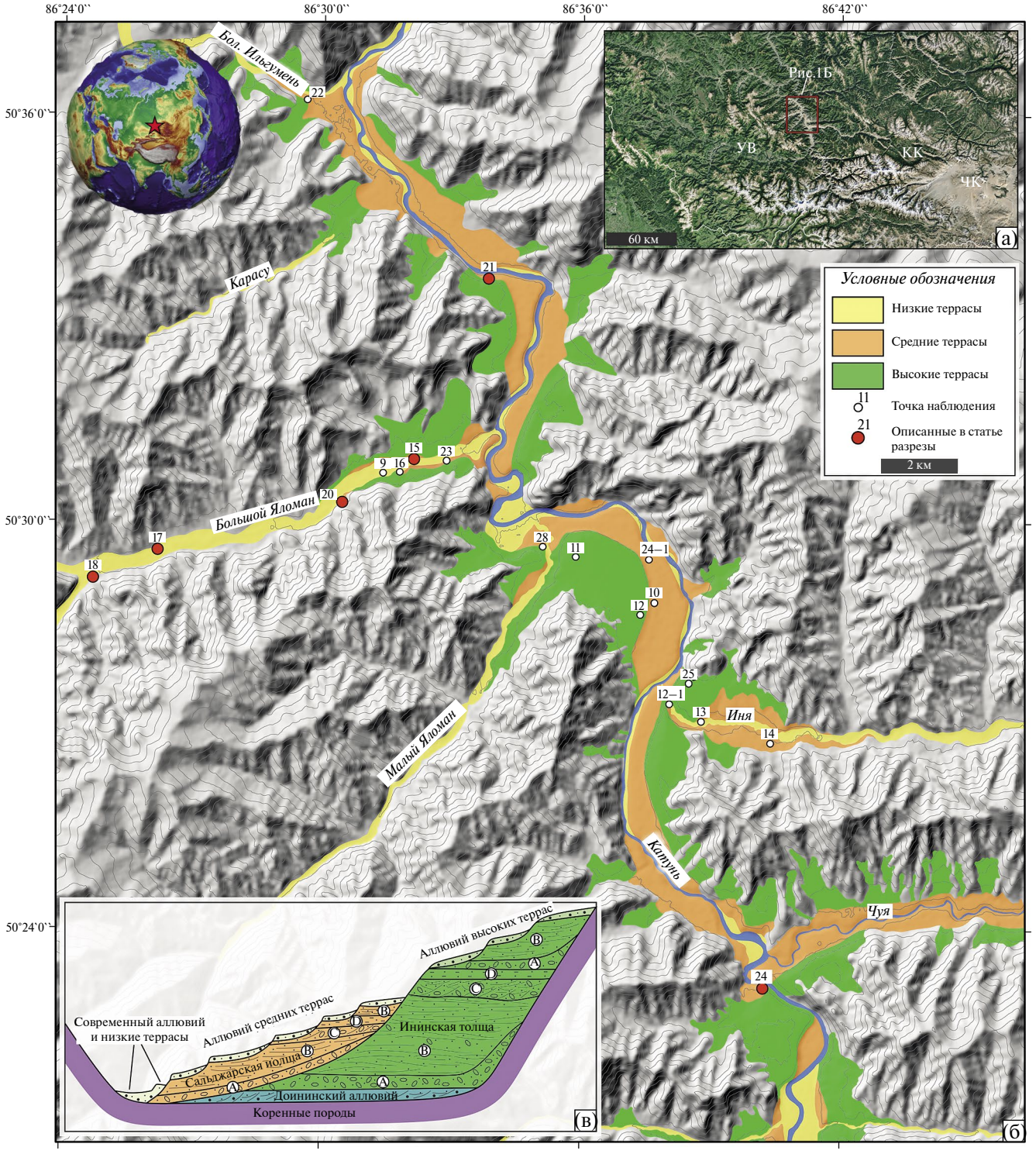


**Рис. 1**. Региональное положение (а), схема распространения (б) и строение террасовых комплексов (в) Яломано-Катунской зоны (по Зольников, Мистрюков, 2008; Савельева, 2019; с авторскими дополнениями).
УВ – Уймонская впадина, КК – Курайская котловина, ЧК – Чуйская котловина. A, B, C, D – элементы паводкового циклита (см. объяснения в тексте). Базовая карта: SRTM (NASA Shuttle Radar Topography Mission; Farr et al., 2007).

если они имеют пиковый расход более чем $10^6$ м$^3$/с. Колоссальные максимальные модельные расходы $18 \times 10^6$ м$^3$/с были вычислены им с соавторами (Baker et al., 1993) и для катастрофических потоков при прорыве объединенного Чуйско-Курайского приледникового озера.

В то же время, не исключая возможный суперпаводковый этап эволюции Яломано-Катунской зоны, С.В. Парначев (1999) отмечает, что модельные оценки гидрологического режима "суперпаводков" на стадии их аккумулятивной деятельности "не превосходят или превосходят менее чем на порядок" гидрологические параметры современных речных потоков в их паводковые или половодные стадии. Учитывая эти факторы, отмечается "невозможность формирования в ходе катастрофических паводков отложений, принципиально отличных от аллювиальных" (Парначев, 1999).

Справедливо также отметить, что исследования, направленные на разработку альтернативных моделей генезиса четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны (озерно-аллювиальной, ледниковой или полигенетической), на сегодняшний момент в большей своей части фокусируются лишь на критике оппонентов, значительно проигрывая фактологическую и публикационную конкуренцию исследованиям в рамках катафлювиальной парадигмы. Это не в последнюю очередь связано с интригующей привлекательностью и актуальностью научных проектов и исследований по темам катастрофизма и быстротекущих изменений климата. Как результат, рядом исследователей уже ведется пересмотр существующей региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области (Решения..., 1983) в рамках катафлювиальной парадигмы. На основании этого также предлагается внедрение понятия "катафлювиального" генетического типа (kf) в практику картографирования четвертичных образований, что уже осуществляется на примере листа М-45 (Гладышева, в печати), на площади которого и располагается Яломано-Катунская зона.

В 2021 г. Отделом четвертичной геологии и геоморфологии Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) совместно с коллегами из Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (ИГМ СО РАН) и Института криосферы Земли (ИКЗ) Тюменского научного центра СО РАН проводились полевые работы в пределах Яломано-Катунской зоны в рамках проекта по актуализации карты четвертичных образований территории Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 (Застрожнов и др., 2010). Основной целью этих исследований была оценка предлагаемых изменений в классификации генетических типов четвертичных отложений. В данной работе (1) приводятся полученные в ходе исследований полевые наблюдения и данные абсолютного датирования; (2) критически рассматривается генетическая типизация изученных четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны в рамках широко принятой катафлювиальной модели; а также (3) обсуждаются возможности ее унифицированного применения при изучении и картографировании четвертичных отложений в других регионах страны.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЛОМАНО-КАТУНСКОЙ ЗОНЫ

Яломано-Катунская зона расположена в бассейне среднего течения р. Катунь и нижнего течения р. Чуя (рис. 1) и пространственно соответствует Яломанской впадине, сформировавшейся в ходе тектонических опусканий в четвертичное время, согласно Б.М. Богачкину (1967). В последующих работах обоснованность выделения Яломанской впадины была подвергнута сомнению (например, Окишев, 1974; Богачкин, 1981; Парначев, 1999). Тем не менее в последних публикациях (Деев и др., 2015; Деев, 2019) вновь доказывается тектоническая валидность Яломанской впадины и ее приуроченность к южной части Катунского разлома – активной структуре, в пределах которой задокументированы исторические и современные землетрясения (Тверитинова и др., 2023).

Яломанская впадина представляет собой субмеридионально вытянутый участок долины р. Катунь протяженностью 43 км и шириной до 3 км, ограниченный по бортам долины сбросовыми разломами (Деев и др., 2015). При этом серия оперяющих разломов дренируется правыми и левыми притоками р. Катунь (рр. Чуя, Большой и Малый Яломан, Иня и др.). Впадина заполнена мощным комплексом (250–300 м) плейстоцен-голоценовых отложений, главным образом слагающих три основные высотные серии террас. К ним относятся высокие (до 230 м над уровнем рек), средние (80–100 м) и низкие террасы (до 10 м) (рис. 1б, 1в). Комплексы высоких и средних террас сложены в целом фациально схожими отложениями ининской

и сальджарской толщ (рис. 1в), генезис и возраст которых до сих пор являются предметом неразрешимой дискуссии. Отложения ининской толщи, слагающие комплексы высоких террас, представлены чередованием пачек преимущественно темно-серых параллельно-слоистых пескодресвяников со слоями и линзами темно-серых неравномерно окатанных галечников и слоями валунно-глыбовников (Бутенко, 2001; Зольников, Мистрюков, 2008). Комплекс средних террас выполнен чередованием галечников, валунно-глыбовников, песков и алевритов сальджарской толщи (Бутенко, 2001). Низкие же террасы сложены молодым аллювием, врезанным в средние террасы.

Исследователями (Парначев, 1999; Зольников, Мистрюков, 2008; Carling, 2013) отмечается цикличность в последовательности литогенетических разновидностей отложений ининской и сальджарской толщ, объясненная многократным прохождением катастрофических паводков по долинам рр. Чуя и Катунь и являющаяся, по мнению этих авторов, диагностическим признаком катафлювиальных отложений. В строении типового "суперпаводкового циклита" участвуют четыре элемента (снизу вверх) (рис. 1в), при этом в разрезах необязательно наличие всех фаций:

A – селевая фация, представленная грубообломочным неокатанным песчано-щебнисто-глыбовым неслоистым материалом; считается, что она формируется в начале катастрофического паводка при прохождении селя, который захватывает коллювиальные образования (включая крупные глыбы) с бортов долин;

B – "пойменная" фация параллельно-слоистых, наклонно- и горизонтально-слоистых дресвяников, являющихся "визитной карточкой" катафлювиальных отложений Яломано-Катунской зоны; формирование отложений "пойменной" фации объясняется осаждением взвешенного материала при падении скорости течения паводкового потока;

C – "русловая" фация самоотмостки и гряд, представленная сортированным и окатанным валунно-галечным материалом часто с косой слоистостью, который нередко с эрозионным контактом залегает на дресвяниках "пойменной" фации; эти отложения образуются на стадии спада паводка до уровня горной реки;

D – фация озерных образований, венчающая разрез паводкового циклита и представленная алеврито-песчанистыми варвитоподобными отложениями, сформированными в обстановках вторично-подпрудных озер при запруживании паводковыми отложениями долин притоков.

Обломочный материал ининской и сальджарской толщ представлен местными дочетвертичными породами, слагающими основания, борта и водоразделы долин Яломано-Катунской зоны (Зольников, Мистрюков, 2008; Зыкин и др., 2016). Осадочные породы представлены среднекембрийско-раннеордовикскими флишоидами горноалтайской серии, на которых выше несогласно залегают ордовикские алевролиты, песчаники, известняки и конгломераты ануйской серии, которые, в свою очередь, согласно перекрываются нижнесилурийскими карбонатно-терригенными образованиями громатухинской серии (Федак и др., 2011). Отложения горноалтайской серии интенсивно деформированы, кливажированы и метаморфизованы до зеленосланцевой фации, в то время как ордовикско-девонские отложения ануйской и громатухинской серий в целом менее дислоцированы и кливажированы и частично метаморфизованы/рассланцованы в пренит-пумпеллитовой фации (Федак и др., 2011). Интрузивные образования представлены позднедевонскими гранитоидными массивами и мелкими дайками габброидов усть-беловского комплекса и позднедевонско-каменноугольными гранитами боровлянского комплекса.

## МЕТОДИКА

В ходе полевых работ 2021 г. в пределах Яломано-Катунской зоны нами было изучено более 20 разрезов четвертичных отложений (рис. 1б). В данной работе приводятся результаты работ по следующим ключевым объектам (табл. 1):

- серия разрезов вдоль р. Большой Яломан, от ее впадения в р. Катунь и до с. Большой Яломан;
- разрез Песчаная стена на левом берегу р. Катунь на федеральной трассе "Чуйский тракт";
- разрез Мост в 800 м выше слияния рр. Чуя и Катунь, на левом берегу р. Катунь.

На этих разрезах были проведены детальные литолого-стратиграфические описания отложений, относимых предшественниками к ининской и сальджарской толщам, изучены их структурно-текстурные особенности и отобраны пробы на ОСЛ-датирование. Полевая документация велась в мобильном приложении Sherpa, разработанном ВСЕГЕИ (https://vsegei.ru/ru/info/normdocs/prog_ggk200-ggk1000/sherpa/).

**Таблица 1**. Положение и координаты основных изученных разрезов в пределах Яломано-Катунской зоны

| Разрез | Положение | Широта | Долгота |
|---|---|---|---|
| Т.н. 20 | Правый борт р. Б. Яломан, 4.6 км верх по течению от устья реки | 50° 30' 17" с.ш., | 86° 30' 27.6" в.д. |
| Т.н. 17 | Левый борт р. Б. Яломан, в 9.8 км верх по течению от устья реки, в 800 м на В от восточного края пос. Б. Яломан | 50° 29' 34.4" с.ш. | 86° 26' 12" в.д. |
| Т.н. 18 | Правый борт р. Яломан, в 500 м на ЮЗ от места ее впадения в р. Б. Яломан, у западного края пос. Б. Яломан | 50° 29' 9.3" с.ш. | 86° 24' 42.5" в.д. |
| Песчаная стена (т.н. 21) | Левый борт р. Катунь, 687 км федеральной трассы “Чуйский тракт” | 50° 33' 35.4" с.ш. | 86° 33' 49.2" в.д. |
| Мост (т.н. 25) | Левый борт р. Катунь, 850 м выше впадения р. Чуя, рядом с автодорожным мостом | 50° 23' 8.9" с.ш. | 86° 40' 13.3" в.д. |
| Т.н. 15 | Левый борт р. Б. Яломан, в 2.5 км верх по течению от устья реки | 50° 30' 55.5" с.ш., | 86° 32' 6.9" в.д. |

С помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) DJI Phantom 4 Pro+ были произведены фотограмметрические съемки разрезов, на основе которых были построены их трехмерные текстурированные модели в программе Agisoft Metashape (Руководство..., 2023). Геологическая интерпретация этих моделей осуществлялась в программе Lime (Buckley et al., 2019). Это дало возможность детально проследить картируемые подразделения и структуры вдоль разрезов, а также интерактивно и дистанционно осуществлять геологические измерения (мощности слоев, ориентировки слоистости). Массовые замеры ориентировок слоистости были использованы для определения направления транспортировки осадочного материала. В недавней работе (Freitas et al., 2021) показано, что измерения ориентировок слоистости, снятые с трехмерных моделей одного референтного объекта при разном разрешении и точности привязки модели, сопоставимы с полевыми замерами и находятся в пределах погрешности горного компаса. Розы-диаграммы ориентировок слоистости были построены в онлайн-приложении Visible Geology (https://app.visiblegeology.com/).

Датирование двух образцов методом ОСЛ проводилось в Лаборатории ОСЛ ВСЕГЕИ с помощью автоматизированной системы ТЛ/ОСЛ датирования Risø TL/OSL Reader DA-20 C/D и низкофонового спектрометра гамма-излучения на основе кристалла из чистого германия CANBERRA BE3825. ОСЛ-датирование проводилось по навескам кварца (90–180 мкм; протокол измерений SAR), значение влажности принималось за 15%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данном разделе рассматриваются основные разрезы, изученные нами в ходе полевых работ, где вскрыты, по мнению сторонников катафлювиальной модели, типовые элементы паводкового циклита.

### *“Селевая фация паводкового циклита”. Разрезы вдоль р. Большой Яломан*

Река Б. Яломан является левым притоком р. Катунь длиной около 40 км. Считается, что в нижнем течении реки распространены образования селевой фации паводкового циклита. Предполагается, что гипотетический мегапаводок магистральной долины древней Катуни мог заходить также вверх по долине р. Б. Яломан, аккумулируя грубообломочный материал, который теперь обнажается в левом и правом бортах долины (Зольников, Мистрюков, 2008).

Первое представительное обнажение (т.н. 20 на рис. 1б; БЯ-3 по И.Д. Зольникову и А.А. Мистрюкову (2008)) расположено в правом борту р. Б. Яломан, в 4.6 км вверх по течению от ее устья, на выходе из крупной боковой долины временного водотока, примыкающей к борту реки с восток-юго-востока (рис. 2д, 2е). Обнажение вытянуто на 240 м с севера на юг вдоль дороги на пос. Б. Яломан (рис. 2а, 2б). Оно расположено на уровне сальджарской террасы, его высота порядка 20 м, с абсолютной отметкой основания 740 м. Здесь обнажаются следующие слои (снизу вверх, рис. 2б):

1. Щебнедресвяник с многочисленными валунами, глыбами и отломами (до 2 м в поперечнике)

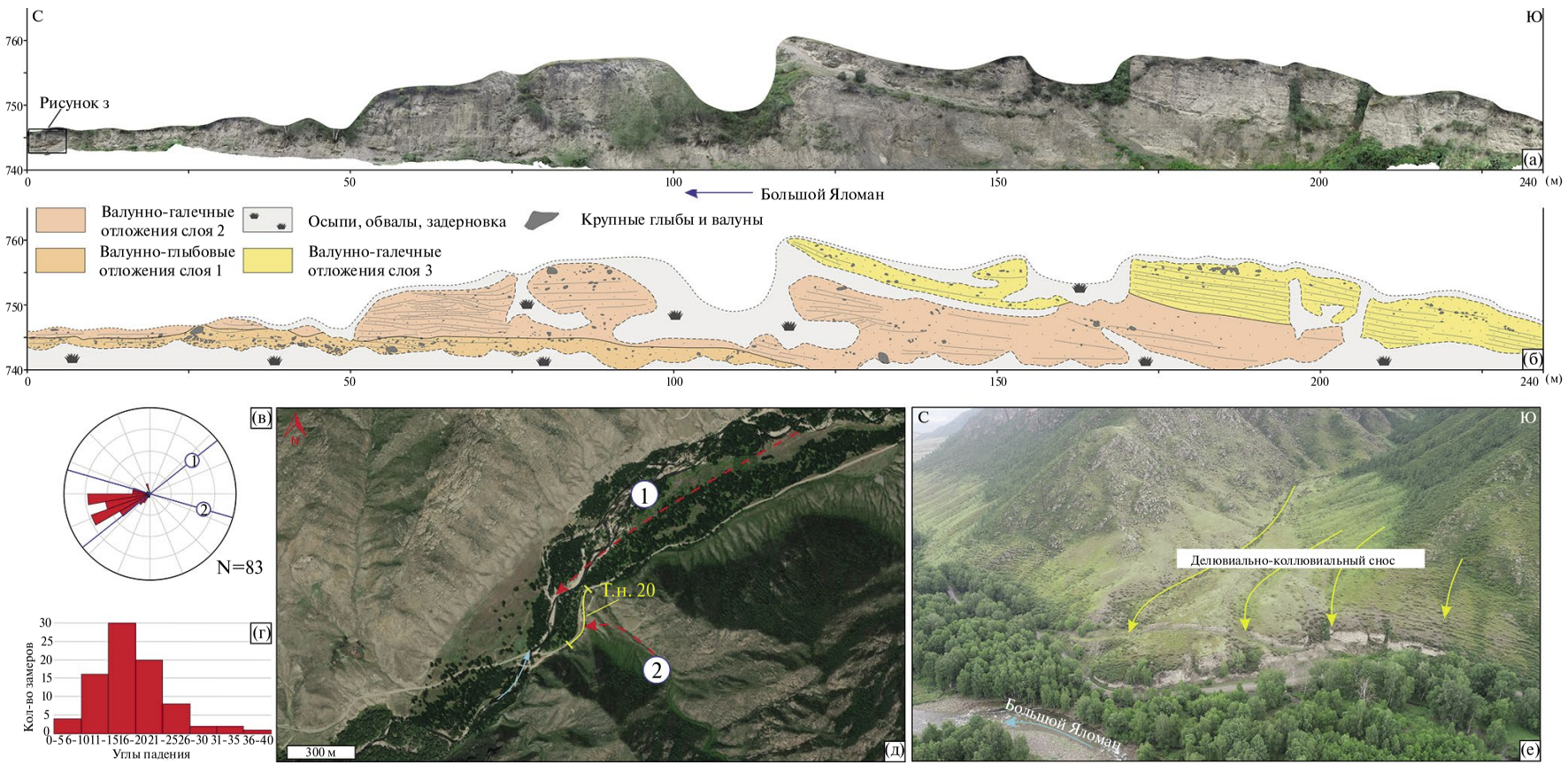


**Рис. 2.** Точка наблюдения 20 на р. Большой Яломан.
(а) – общий вид трехмерной модели т.н. 20 на р. Большой Яломан; (б) – ее геологическая интерпретация; (в) – общая роза-диаграмма ориентировок падений слоистости по слоям 2 и 3; оси 1 и 2 (синие линии) – ориентировки долины р. Большой Яломан и крупной боковой долины временного водотока в ее правом борту соответственно (отмечены номерами на рис. 2д); (г) – частотная диаграмма углов падений слоев 2 и 3; (д) – спутниковая карта расположения т.н. 20 (источник: ArcGIS Imagery); красные пунктирные стрелки – предполагаемые преимущественные направления транспортировки обломочного материала согласно полученным ориентировкам падения слоистости; (е) – общий вид т.н. 20 с БПЛА и предполагаемый источник обломочного материала по боковой долине временного водотока (делювиально-коллювиальный снос).

в супесчано-суглинистом матриксе, неявнослоистый (рис. 3). Мощность до 4 м.

2. На слое 1 с несогласием по эрозионной поверхности залегает щебнедресвяник темно-серый, параллельно-слоистый, с прослоями песков темно-серых (мощность до 1 м) и алевропесков (мощность 20–30 см) (рис. 3). В сравнении со слоем 1 количество крупных обломков значительно сокращается, однако в его верхней части на северном фланге разреза (60–80 м, рис. 2а, 2б) в параллельно-слоистую песчаную пачку врезаются неявнослоистые щебнедресвяники (мощностью до 5 м), по составу близкие к слою 1, с большим количеством крупных обломков. Мощность слоя 2 до 13 м.

3. Слой 3 срезает слой 2 и представлен ритмичным переслаиванием щебнедресвяников темно-серых, серых (мощностью 30–50 см) и алевропесков желтовато-серых (мощностью 10–20 см, до 30 см). В щебнедресвяниках многочисленные крупные обломки (валуны и глыбы 30–50 см в поперечнике, редко до 1 м). Мощность слоя 3 до 9 м.

Примечательно, что мощности отложений максимальны в центральной части обнажения и приурочены к оси боковой долины временного водотока, тогда как на флангах разреза мощности уменьшаются (рис. 2б, 2е). Направления падения слоистости слоев 2 и 3 преимущественно ЗЮЗ (230°–270°), противоположные направлению течения р. Б. Яломан, со средними углами падения 10°–20°, редко до 30°–35° (рис. 2в–2д).

Следующее обнажение (т.н. 17 на рис. 1б, БЯ-4 по И.Д. Зольникову и А.А. Мистрюкову (2008)), где, согласно И.Д. Зольникову и А.А. Мистрюкову (2008), вскрываются отложения “селевой фации”, расположено в левом борту р. Б. Яломан, в 9.8 км вверх по течению от устья реки, в 800 м на восток от восточного края пос. Б. Яломан (рис. 4д). Обнажение вытянуто с запада на восток вдоль левого берега реки более чем на 1 км, его восточный край расположен около автомобильного моста. Высота обнажения достигает 15–20 м, абсолютная отметка основания 820 м. В непосредственной близости от обнажения, к долине р. Б. Яломан с северо-северо-запада примыкают несколько небольших боковых долин временных водотоков (рис. 4д). Нами детально изучался восточный край обнажения протяженностью около 200 м (рис. 4а, 4б). Здесь снизу вверх вскрыт следующий разрез (рис. 4б):

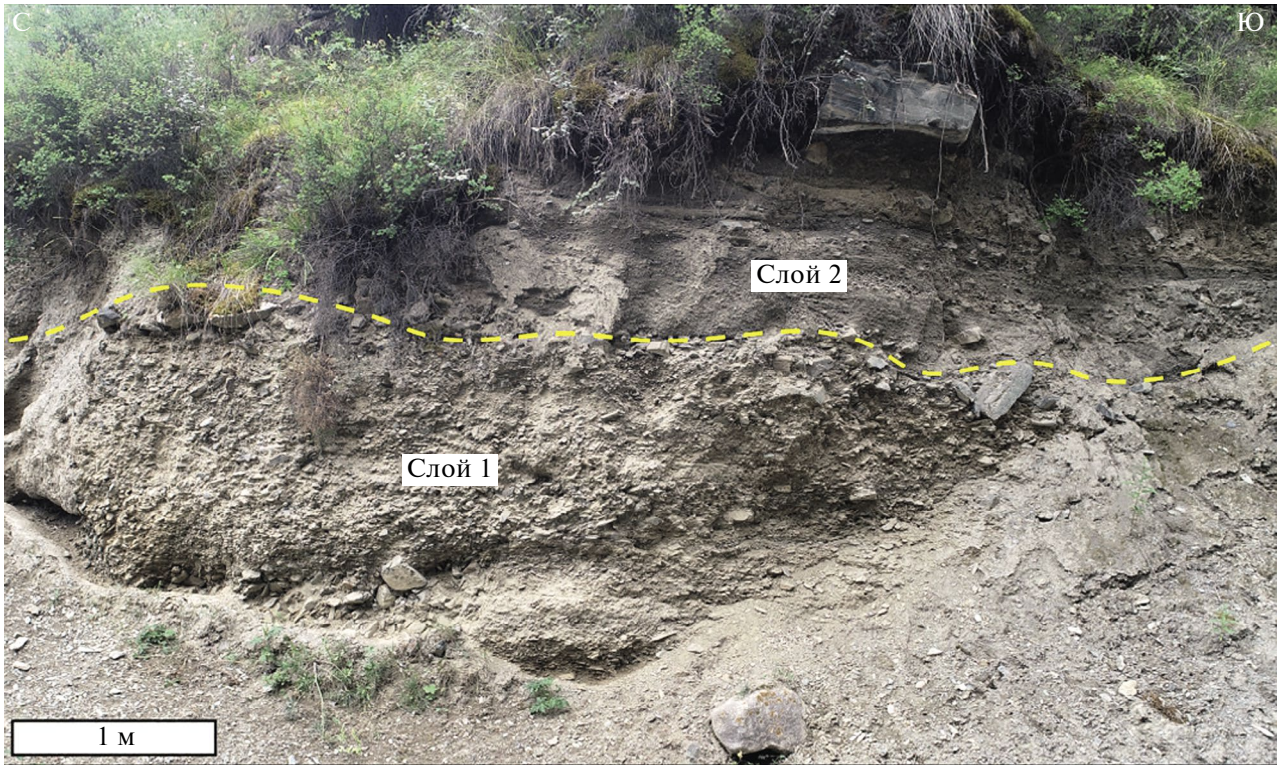


**Рис. 3**. Грубообломочные отложения слоев 1 и 2 на северном фланге т.н. 20.

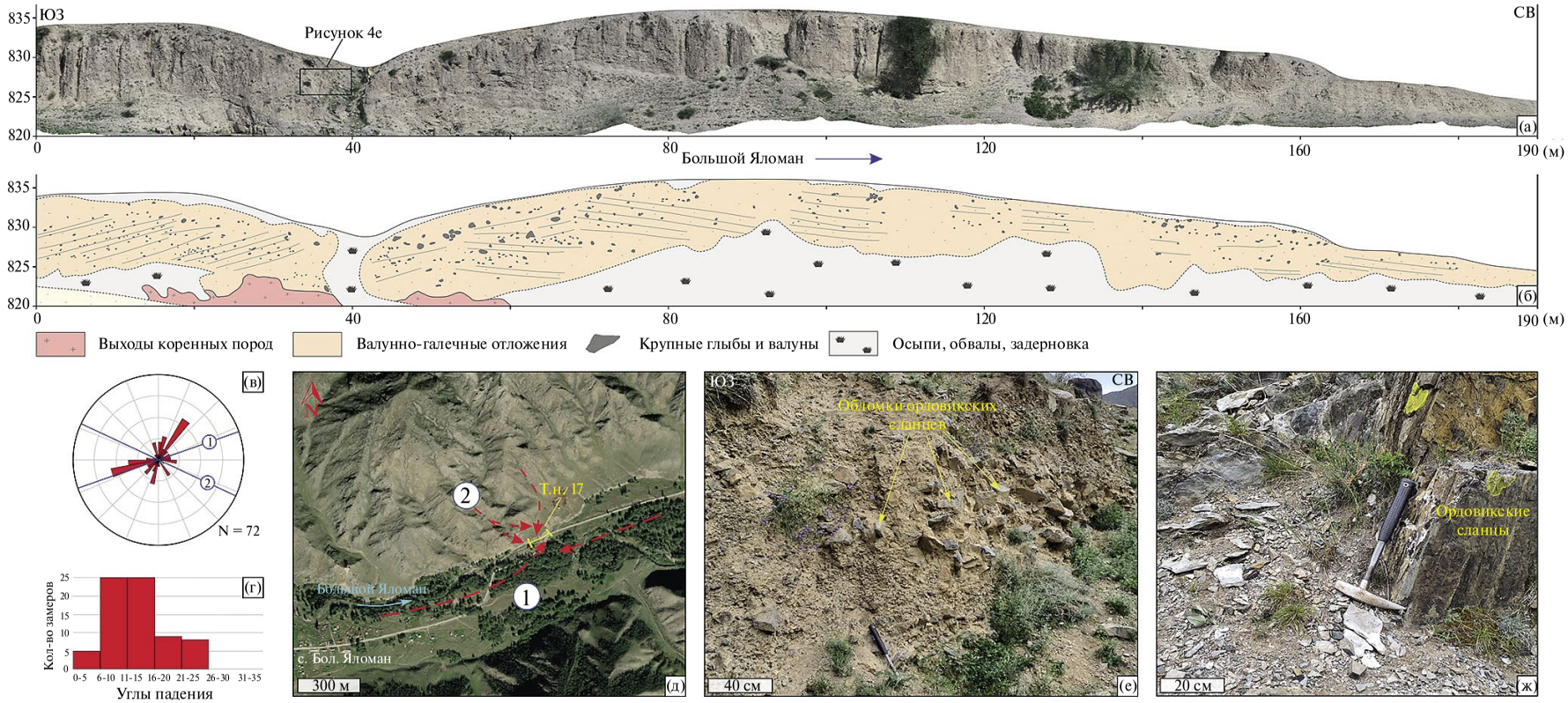


**Рис. 4**. Точка наблюдения 17 на р. Большой Яломан.
(а) – общий вид трехмерной модели т.н. 17 на р. Большой Яломан; (б) – ее геологическая интерпретация; (в) – общая роза-диаграмма ориентировок падений слоистости в отложениях т.н. 17; оси 1 и 2 (синие линии) – ориентировки долины р. Большой Яломан и боковой долины временного водотока в ее левом борту соответственно (отмечены номерами на рис. 4д); (г) – частотная диаграмма углов падений слоистости отложений в т.н. 17; (д) – спутниковая карта расположения т.н. 17 (источник: ArcGIS Imagery); красные пунктирные стрелки – предполагаемые преимущественные направления транспортировки обломочного материала согласно полученным ориентировкам падения слоистости; (е) – типичные грубообломочные отложения, вскрывающиеся в т.н. 17; (ж) – коренные выходы ордовикских сланцев ануйской серии и их обломки в левом борту р. Б. Яломан в районе т.н. 17.

1. От уреза реки, возвышаясь над ним на 1–5 м, выходят ордовикские алевролито-известковистые сланцы ануйской серии.

2. Облекая их, залегает пачка глыбо-галечно-валунного материала в супесчано-суглинистом матриксе бежевого цвета, с выраженной субпараллельной наклонной слоистостью. Крупнообломочный материал не сортирован, обломки неокатанные, размер крупных глыб до 80 см в поперечнике (рис. 4е). Плоские обломки залегают параллельно слоистости. Состав обломков местный (рис. 4е, 4ж; см. также Зольников, Мистрюков, 2008) – ордовикские сланцы ануйской серии. Предшественниками отмечаются редкие пришлифованные ледогранники (Зольников, Мистрюков, 2008). Встречаются песчано-глинистые линзы протяженностью до 2 м и мощностью до 0.3 м. Видимая мощность слоя 2 до 13 м.

Ближе к западному краю обнажения, верх разреза слагают уже коренные породы, и слой 2 причленяется к ним узким фрагментом до бечевника. Кроме того, отложения, аналогичные слою 2, залегают и выше, выполняя структурную террасу между двумя выступами коренных пород. Там же лежит масса обломков неокатанных плит сланцев ануйской серии, наклоненных вниз по склону.

Направления падения слоистости слоя 2, полученные для изученной части разреза, показывают в целом широкий диапазон с доминирующими ориентировками на СВ (20°–40°) на его восточном фланге, которые сменяются на ЗЮЗ падения (270°–240°) ближе к западному флангу (рис. 4б, 4в). Углы падения слоистости преимущественно слабонаклонные (5°–15°) (рис. 4г).

Считается, что т.н. 17 – самая верхняя по течению р. Б. Яломан точка распространения отложений селевой фации (Зольников, Мистрюков, 2008). Тем не менее еще одно примечательное обнажение (т.н. 18 на рис. 1б) расположено выше по течению, в правом борту р. Яломан, в 500 м на ЮЗ от места ее впадения в р. Б. Яломан, у западного края пос. Б. Яломан (рис. 5д). Обнажение вытянуто с севера на юг вдоль берега реки на 100 м, высота обнаженной части порядка 12 м (рис. 5а, 5б). В северной части (30–40 м) оно рассекается промоиной, выходящей из крупной боковой долины временного водотока СЗ–ЮВ простирания (рис. 5д). Здесь вскрываются отложения, в целом аналогичные представленным в предыдущих разрезах “селевой фации”: глыбо-галечно-валунный материал (до 1.5 м в поперечнике) несортированный, неокатанный, неявнослоистый (рис. 5е), редко слоистость подчеркнута прослоями желтовато-серых песков и алевропесков (мощностью 10–15 см). Углы падения слоистости субгоризонтальные (0°–5°) до слабонаклонных (6°–15°), ориентировки падения преимущественно ЗЮЗ (260°–270°), СВ (40°–45°) и В (90°–100°) (рис. 5в, 5г).

### *“Пойменная и русловая фации паводкового циклита”*

**Разрез Песчаная стена**. Является одним из самых известных разрезов четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны в целом, в первую очередь ввиду его расположения вдоль федеральной трассы “Чуйский тракт”, в левом борту р. Катунь (т.н. 21, рис. 1б, 6в, 7а). Его протяженность около 600 м, высота обнаженной части достигает 44 м. Разрез вскрывает среднюю часть высокой “ининской” террасы (70 м над урезом реки), абсолютная отметка основания 735 м (рис. 6а–6в).

Этот разрез ранее описан целым рядом исследователей, наиболее полное описание дано И.Д. Зольниковым и А.А. Мистрюковым (2008) (разрез Катунский-6) и А.В. Паниным и др. (Panin et al., 2015a). Ознакомиться с нашей трехмерной моделью разреза Песчаная стена можно на онлайн-репозитории V3Geo (Buckley et al., 2022) (https://v3geo.com) по ссылке https://v3geo.com/model/489. В разрезе нами выделяются следующие основные слои (снизу вверх, рис. 6б):

1. В центральной части разреза (375–440 м, рис. 6б) над дорогой обнажаются валунно-галечники с падением слоистости преимущественно вниз по долине реки на ЗЮЗ (225°–285°) (рис. 7а, 7г). В нижней по течению реки части разреза (420–440 м, рис. 6а, 6б) наблюдается небольшой участок с обратными падениями слоистости вверх по долине на СВ (50°–70°) (рис. 6б). Углы падения слоев от слабонаклонных (5°–15°) до пологих (25°–35°) (рис. 7в). Встречаются валуны размером до 2.5 м в поперечнике (рис. 8а). Снизу вверх по разрезу уменьшается размерность валунно-галечного материала и все большую выраженность приобретает наклонная слоистость. Видимая мощность слоя до 14 м.

2. Второй слой, развитый примерно в той же части разреза, что и слой 1 (360–415 м; рис. 6б), выделяется по относительно постепенному уменьшению количества крупнообломочного материала, содержание которого также градационно уменьшается вверх по слою, с переходом в пачку дресвяников слоя 3 (рис. 8б).

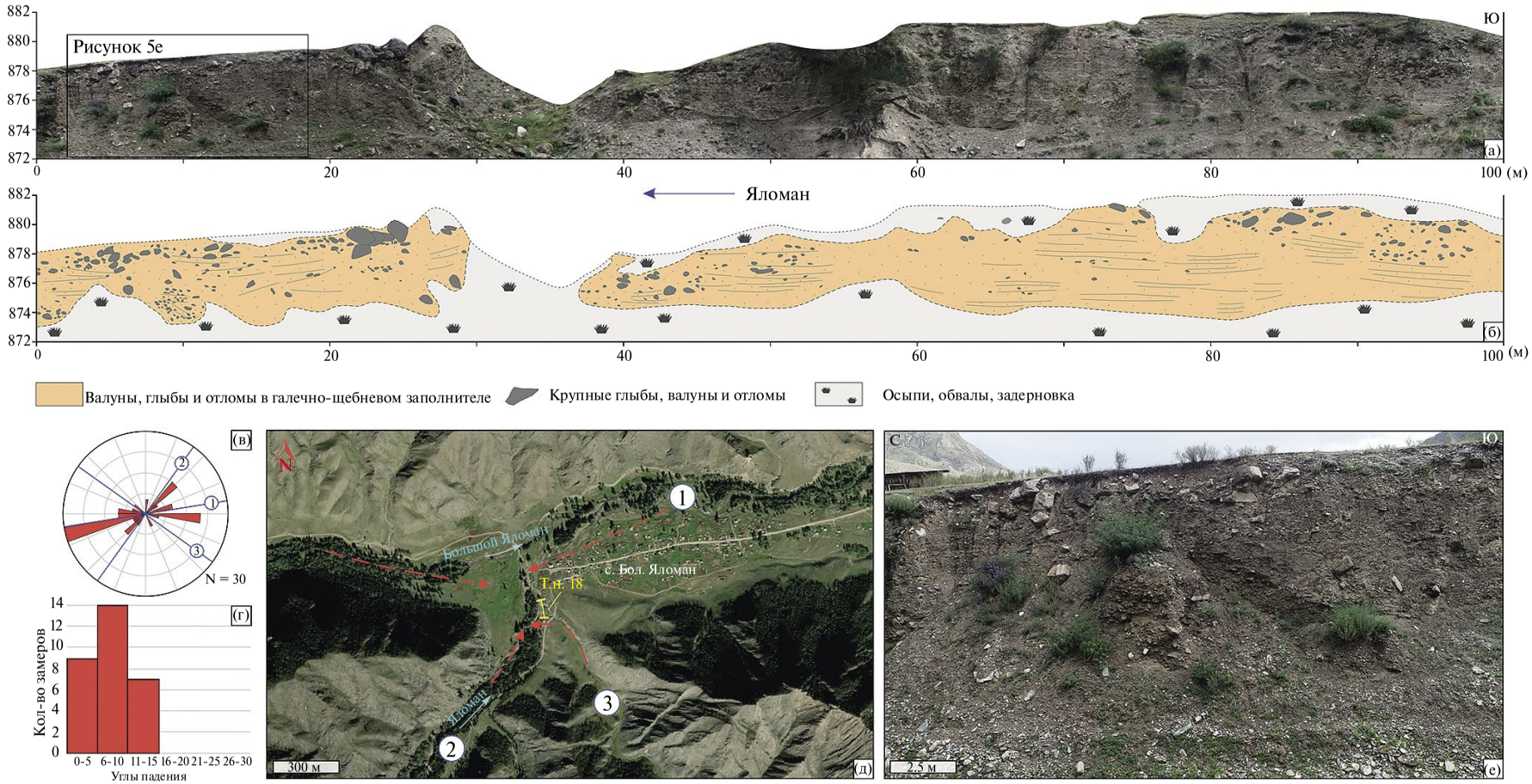


**Рис. 5**. Точка наблюдения 18 на р. Яломан.
(а) – общий вид трехмерной модели т.н. 18 на р. Яломан; (б) – ее геологическая интерпретация; (в) – общая роза-диаграмма ориентировок падений слоистости в отложениях т.н. 18; оси 1, 2, 3 (синие линии) – ориентировки долин р. Большой Яломан, р. Яломан и крупной боковой долины временного водотока в ее правом борту соответственно (отмечены номерами на рис. 5д); (г) – частотная диаграмма углов падений слоистости отложений в т.н. 18; (д) – спутниковая карта расположения т.н. 18 (источник: ArcGIS Imagery); красные пунктирные стрелки – предполагаемые преимущественные направления транспортировки обломочного материала согласно полученным ориентировкам падения слоистости; (е) – типичные грубообломочные отложения, вскрывающиеся в т.н. 18.

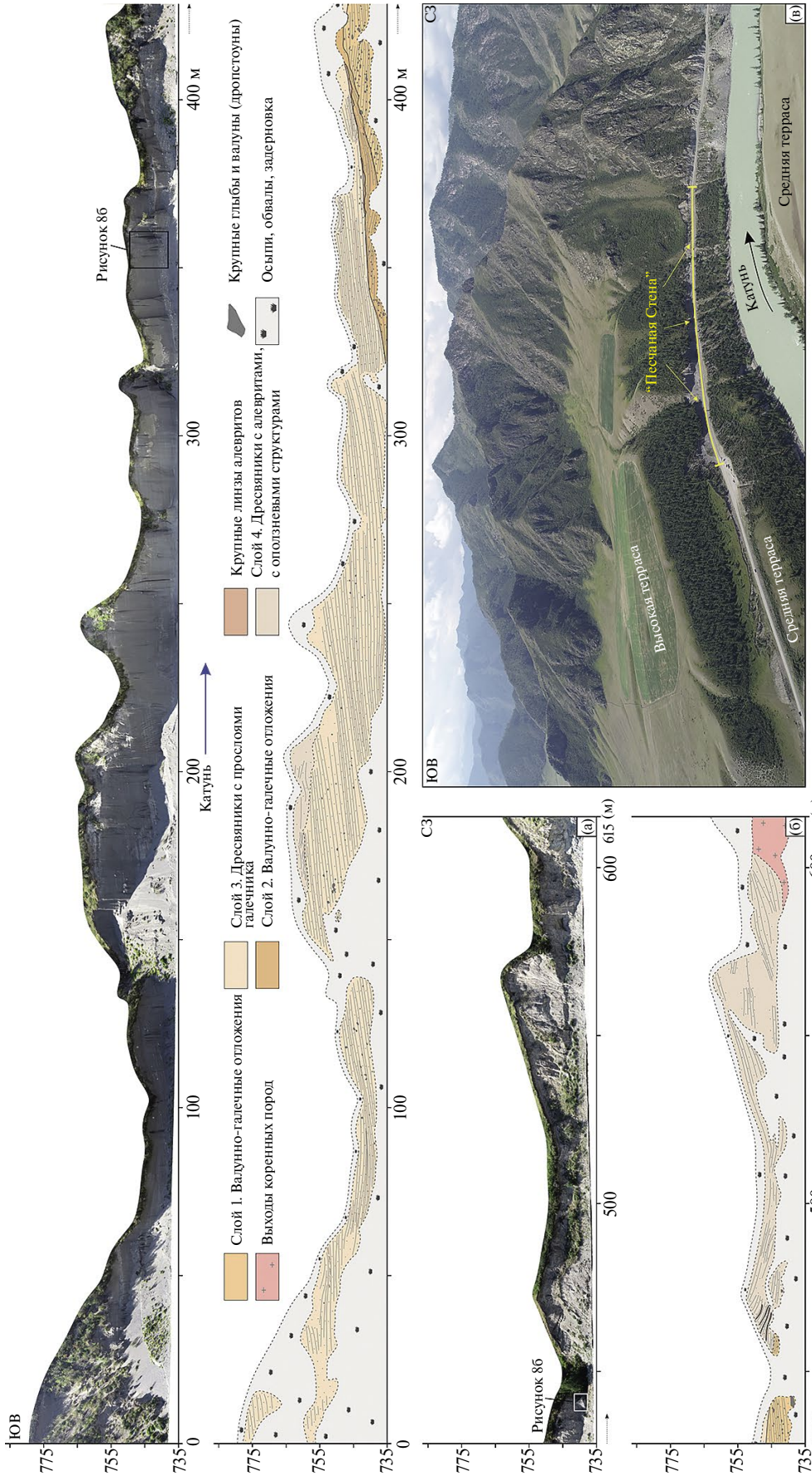


**Рис. 6**. Разрез Песчаная стена (т.н. 21).
(а) – общий вид трехмерной модели разреза Песчаная стена (т.н. 21); (б) – ее геологическая интерпретация; (в) – общий вид разреза с БПЛА.

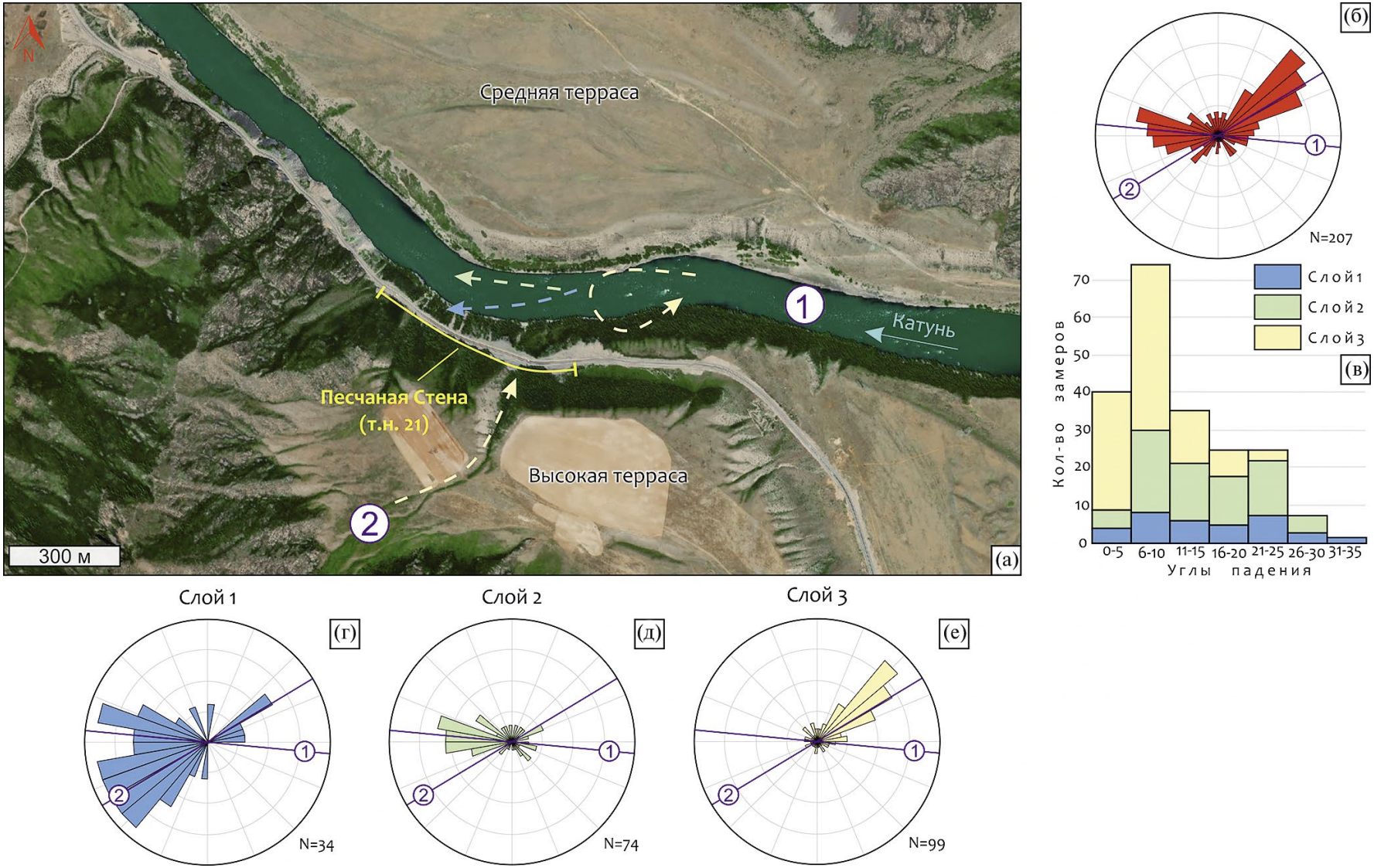


**Рис. 7**. Разрез Песчаная стена.
(а) – спутниковое изображение расположения разреза Песчаная стена (источник: ArcGIS Imagery); светло-синяя, светло-зеленая и светло-желтая пунктирные стрелки – предполагаемые преимущественные направления транспортировки обломочного материала слоев 1, 2 и 3 соответственно, согласно полученным ориентировкам падения слоистости; (б) – общая роза-диаграмма ориентировок падений слоистости в слоях 1, 2 и 3; оси 1 и 2 (синие линии) – ориентировки долины р. Катунь и небольшой боковой долины временного водотока в ее левом борту соответственно (отмечены номерами на рис. 7а); (в) – частотная диаграмма углов падений слоистости в слоях 1, 2 и 3; (г) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 1; (д) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 2; (е) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 3.

Венчают слой 2 линзы алевритов (мощность до 70 см, длина до 17 м). Как и в слое 1, доминирующие направления падения слоистости ЗЮЗ со слабонаклонными и пологими углами падений (от 5° до 30°) (рис. 7а, 7д). Видимая мощность слоя до 5.2 м.

3. Серые дресвяники с прослоями и линзами галечников (мощность до 2–3 м) и/или песков в основании. Слоистость преимущественно субпараллельная субгоризонтальная и слабонаклонная с отдельными косыми сериями (рис. 6б, 8б). Падения слоистости направлены в сторону долины Катуни на СВ (40°–60°) (рис. 7а, 7е). Присутствуют многочисленные валуны и глыбы (до 1 м в поперечнике). Слой 3 слагает основную, верхнюю часть разреза. Видимая мощность слоя до 44 м.

4. Дресвяники, переслаивающиеся с алевритами, со складками оползания. Слой развит преимущественно в нижней по течению части разреза (рис. 6б). Видимая мощность до 15 м.

**Разрез Мост.** Еще один изученный разрез, где вскрыты отложения пойменной и русловой фаций, но уже слагающие сальджарскую террасу, расположен на левом берегу Катуни, в 850 м выше впадения р. Чуя, рядом с автодорожным мостом (т.н. 24, рис. 1б, 9а). Здесь вскрывается разрез общей мощностью около 75 м (рис. 10), представленный переслаиванием щебнегалечников, дресвяников и валунно-галечников.

Слой 1, обнажающийся главным образом ниже по течению в левом борту боковой долины временного водотока, представлен выдержанными наклонно-слоистыми образованиями, а вышележащий слой 2 преимущественно горизонтально-слоистый, с невыдержанными прослоями с косой слоистостью (рис. 10б). В дресвяниках и галечниках встречены валуны и глыбы до 4–5 м в поперечнике (рис. 11). Для слоя 1 характерны слабонаклонные и пологие падения слоистости (10°–30°), ориентированные вниз по долине р. Катунь (250°–300°) (рис. 9а, 9в, 9г). Ориентировки падения слоистости отложений слоя 2 направлены вверх по долине, преимущественно на ЮВ (100°–170°), с доминирующими субгоризонтальными и слабонаклонными углами падений слойков (рис. 9а, 9в, 9д). Видимая мощность слоя 1 до 53 м, мощность слоя 2 до 22 м.

### *Фация озерных образований*

Отложения этой фации в Яломано-Катунской зоне описаны главным образом в долине р. Иня, правом притоке р. Катунь, где на уровне средних (сальджарских) террас вскрываются мощные прослои (до 4–5 м) параллельно-слоистых алевритов, переслаивающихся с галечниками и дресвяниками (Зольников, Мистрюков, 2008; Panin et al., 2015b). Формирование этих алевритов по модели “паводкового циклита” связывают с образованием подпрудного озера в долине р. Иня.

**Рис. 8**. (а) Крупная глыба в валунно-галечниках слоя 1 разреза Песчаная стена; (б) характер контакта валунно-галечников слоя 2 и дресвяников слоя 3.

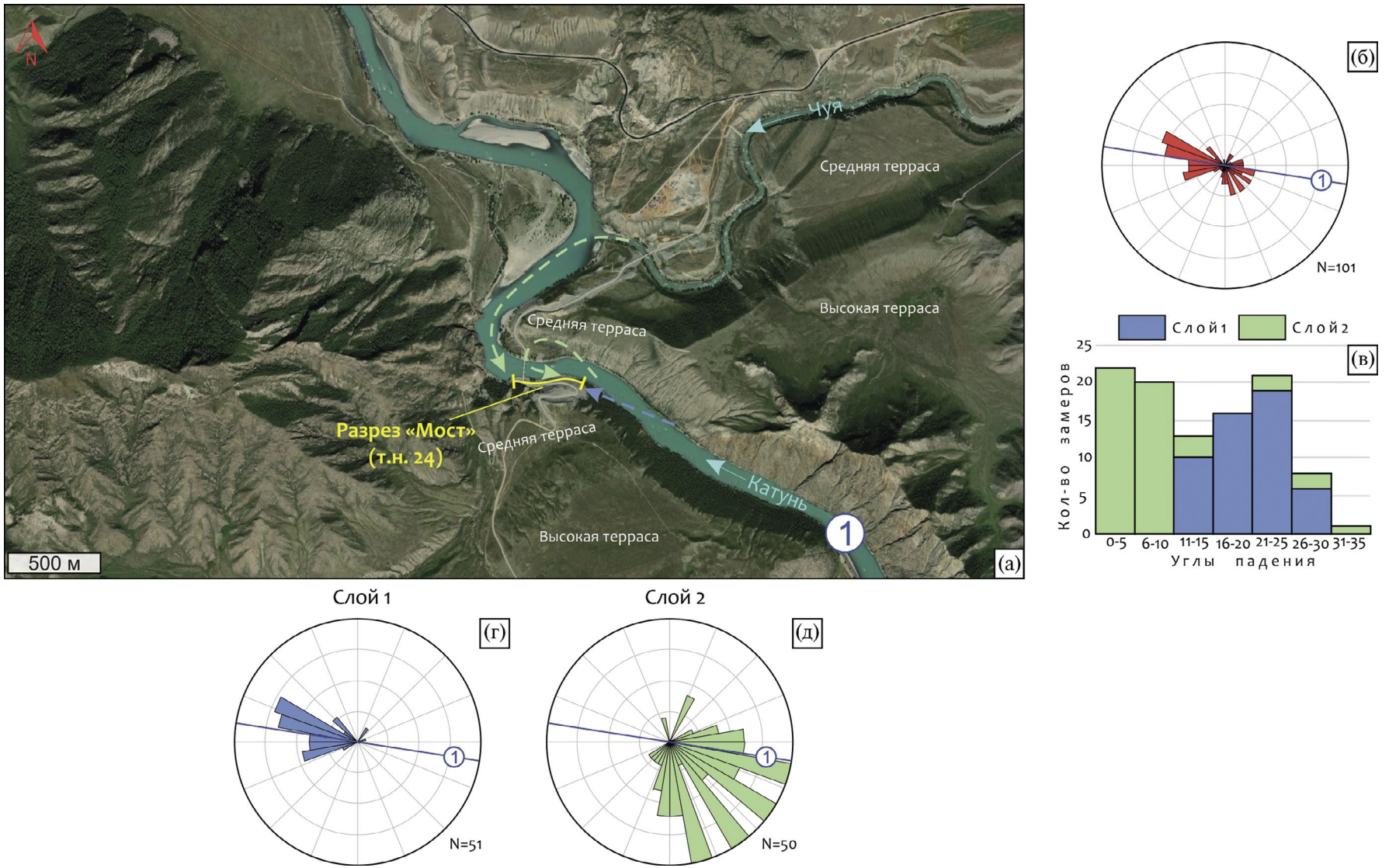


**Рис. 9**. Разрез Мост.
(а) – спутниковое изображение расположения разреза Мост (источник: ArcGIS Imagery); светло-синяя и светло-зеленые пунктирные стрелки – предполагаемые преимущественные направления транспортировки обломочного материала слоев 1 и 2 соответственно, согласно полученным ориентировкам падения слоистости; (б) – общая роза-диаграмма ориентировок падений слоистости в слоях 1 и 2; ось 1 (синяя линия, показана также на рис. 9г и 9д) – ориентировка долины р. Катунь (отмечена номером на рис. 9а) в районе разреза Мост; (в) – частотная диаграмма углов падений слоистости в слоях 1 и 2; (г) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 1; (д) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 2.

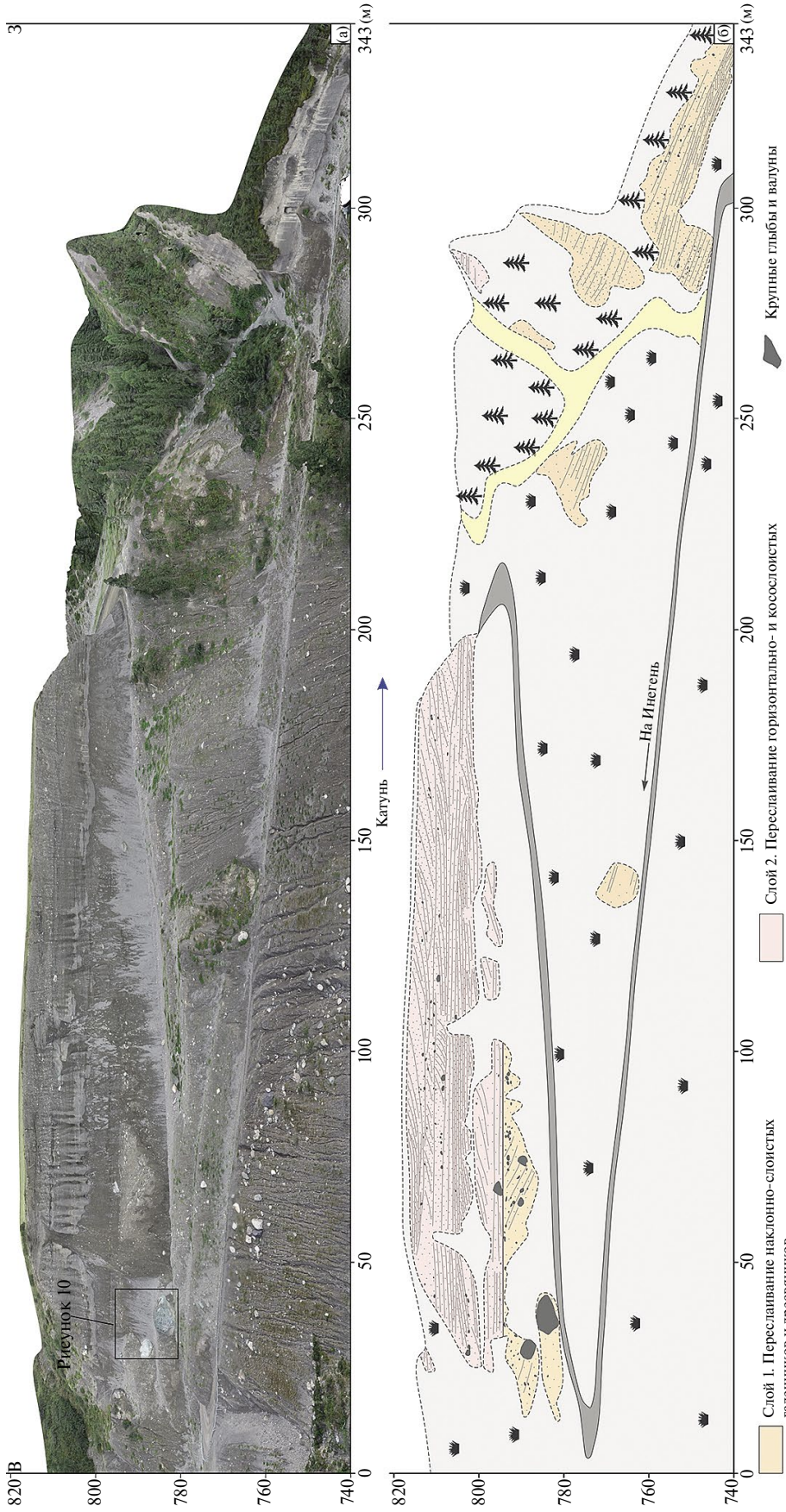


**Рис. 10**. (а) Общий вид трехмерной модели разреза Мост (т.н. 24) и (б) ее геологическая интерпретация.

**Рис. 11**. Крупная глыба в валунно-галечниках слоя 1 разреза Мост.

Нами же озерные образования изучались в низовьях р. Б. Яломан (т.н. 15, рис. 1б), в ее левом борту, в 2.5 км вверх по течению от устья реки. Отметим, что предшественниками они здесь ранее не описывались. Обнажение вскрывает нижнюю часть сальджарской террасы (высота бровки до 35 м от уреза реки). Оно вытянуто вдоль борта реки на 300 м, его высота до 30 м (рис. 12а, 12б). Трехмерная модель была построена только для верхней по течению части разреза, так как БПЛА-съемка нижней части была затруднена из-за развития тут небольшой пойменной рощи. Здесь вскрывается следующий разрез (снизу вверх, рис. 12б):

1. Слой валунно-галечника с мелкой дресвяной фракцией (рис. 12б, 12е). Валуны до 80 см в поперечнике. Видимая мощность 4.5 м.

2. Следующие 5 метров разреза скрыты склоновыми образованиями, далее вскрывается слой дресвяников параллельно-слоистых, с прослоями галечников до 1 м с более выраженными косослоистыми сериями. Падения слойков преимущественно субгоризонтальные и слабонаклонные (до 10°) и ориентированы вниз по долине р. Б. Яломан на ВСВ (60°–90°) (рис. 12в, 12г). Видимая мощность до 14 м.

3. Слой 3 врезается в слой 2 и представлен галечно-валунно-глыбовыми отложениями. Слоистость неявно выраженная, визуально направлена вниз по течению р. Б. Яломан. Мощность до 2.5 м.

4. Слой 4 сложен дресвяно-галечными отложениями с тонкими прослоями алевритов (5 см); в нижней части слоя (первые 1.5 м) отложения деформированы в оползневые складки. Мощность до 3 м.

5. В нижней по течению и гипсометрически части разреза в слой 3 врезан слой бежевых алевритов, залегающих здесь на

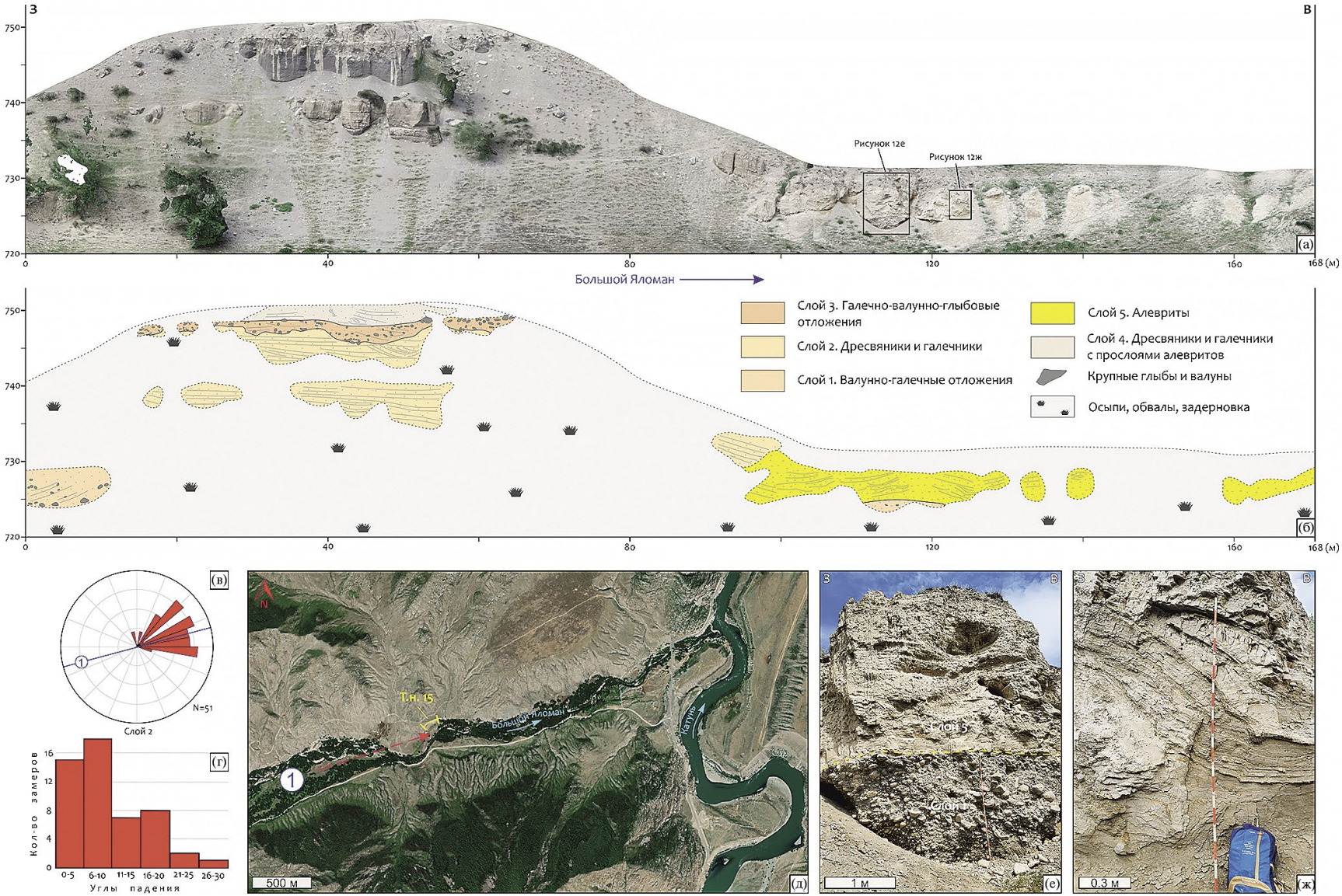


**Рис. 12**. Точка наблюдения 15 на р. Большой Яломан.
(а) – общий вид трехмерной модели т.н. 15 на р. Большой Яломан; (б) – ее геологическая интерпретация; (в) – роза-диаграмма ориентировок падений слоистости слоя 2; ось 1 (синяя линия) – ориентировка долины р. Большой Яломан (отмечена номером на рис. 12д); (г) – частотная диаграмма углов падений слоистости слоя 2; (д) – спутниковое изображение расположения т.н. 15 (источник: ArcGIS Imagery); красная пунктирная стрелка – предполагаемое преимущественное направление транспортировки обломочного материала, восстановленное для слоя 2 по ориентировкам падения слоистости; (е) – контакт озерных алевритов слоя 5 и валунно-галечников слоя 1; (ж) – складка оползания в озерных алевритах слоя 5.

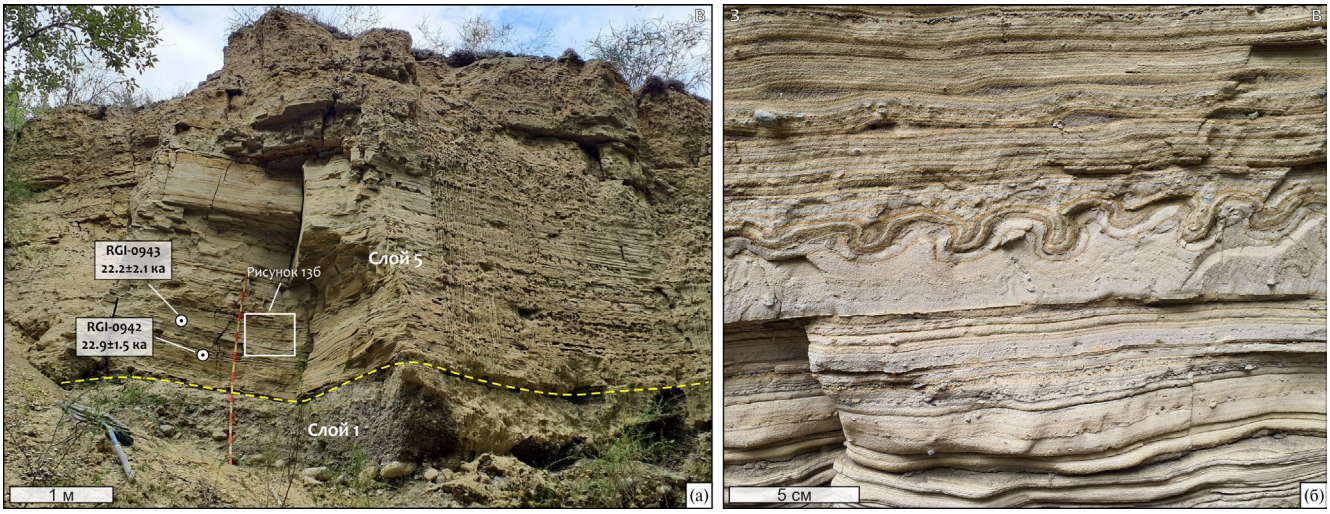


**Рис. 13**. (а) Мощная пачка горизонтально-слоистых озерных алевритов слоя 5, обнаженная на восточном продолжении т.н. 15, и точки отбора проб на ОСЛ-датирование; (б) конволютная слоистость в озерных алевритах.

валунно-галечниках слоя 1 (рис. 12б, 12е, 12ж). Алевриты тонкослоистые, с многочисленными оползневыми структурами (рис. 12ж), линзами гравия и редкими дропстоунами. В 100 метрах ниже по реке в продолжении разреза алевриты приобретают более выраженную горизонтальную варвитоподобную слоистость (рис. 13б), в некоторых прослоях отмечена конволютная слоистость с амплитудой микроскладок 2.5–3 см. Здесь по алевритам получены две датировки ОСЛ: 22.9 ± 1.5 тыс. лет (RGI-0942; 30 см выше подошвы слоя) и 22.2 ± 2.1 тыс. лет (RGI-0943; 60 см выше подошвы слоя) (рис. 13а). Мощность слоя 5 до 4 м.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе мы анализируем результаты наших исследований в контексте возможных генетических интерпретаций элементов так называемого “паводкового циклита”. Также мы оцениваем применимость ранее предложенных критериев определения катастрофических паводков в геологической летописи для практических целей геологических исследований.

### *О генетической интерпретации элементов “паводкового циклита”. “Селевая фация” в долине р. Большой Яломан*

В ходе полевых работ установлено, что в долине р. Б. Яломан изученные участки развития “базальных” слоев паводкового циклита, связанного по катафлювиальной модели с так называемой “селевой фацией” начала прорыва приледниковых озер (Зольников, Мистрюков, 2008), пространственно приурочены к локальным конусам выноса боковых долин временных водотоков или причленяются к коренным бортам главной долины узкими фрагментами. Во всех разрезах отложения представлены неокатанным грубообломочным материалом местного происхождения (см. также Зольников, Мистрюков, 2008).

Для селевых отложений в целом характерны неявнослоистые или даже хаотичные текстуры (Перов, 2012). Тем не менее если слоистость и ее наклон в селевых отложениях можно задокументировать (например, в случае водокаменных селей, см. Перов, 2012), то этот наклон, так же как и в нормальных аллювиальных отложениях, будет указывать на направление переноса грубообломочного материала. И.Д. Зольников и А.А. Мистрюков (2008) в то же время отмечают, что в вещественно-текстурном плане селевые отложения могут быть неотличимы от склоновых. Характерно, что грубообломочные отложения в т.н. 18 (рис. 5), сходные по своему составу и облику с отложениями в т.н. 20 и 17 (рис. 2, 3, 4), уже не относят к участку распространения селевой фации (Зольников, Мистрюков, 2008), считая, что крупномасштабный паводок, проходивший по магистральной долине р. Катунь, не заходил в долину р. Б. Яломан более чем на 10 км (т.е. выше т.н. 17, рис. 1). Подобный вывод сделан на основе сопоставления высотных отметок высоких террас в устье р. Б. Яломан и т.н. 17 (Зольников, Мистрюков, 2008). Полученные нами разнонаправленные ориентировки падений слоистости грубообломочных

отложений в изученных участках р. Б. Яломан скорее характерны для делювиально-коллювиальных (“пролювиальных” по Шанцеру (1966)) вееров выноса по боковым долинам. В случае прохождения тут крупномасштабного паводка и, следовательно, при однонаправленной транспортировке материала, грубообломочные отложения обладали бы соответствующей преимущественной ориентировкой слоистости.

Мы считаем, что селевая и/или катафлювиальная природа изученных отложений в долине р. Б. Яломан за счет дальнего переноса огромных масс грязекаменного материала не может быть однозначно установлена. Местное происхождение обломков, приуроченность обнажений и повышенных мощностей отложений к выходам боковых долин, а также ориентировки слоистости скорее свидетельствуют о том, что изученные отложения были аккумулированы в результате делювиально-коллювиального сноса на бортах долины с последующей незначительной водной обработкой. Склоновые грубообломочные отложения, не отличимые по своим вещественно-текстурным характеристикам от так называемой “селевой фации” р. Б. Яломан, можно наблюдать по всему Горному Алтаю вдоль конусов выноса боковых долин, распадков, ложбин и т.д.

*“Пойменная и русловая фации”*

С генетической интерпретацией “пойменной” и “русловой” фаций “катафлювиальных” отложений также возникает целый ряд затруднений. В определениях, данных в (Парначев, 1999; Зольников, Мистрюков, 2008), для “русловой фации” характерны окатанные валунно-галечные отложения, зачастую наклонно-слоистые, с транспортировкой обломочного материала вниз по долине. Тем не менее, попадая по своим вещественно-текстурным характеристикам под определение “русловой фации”, валунно-галечные отложения в основании разреза Песчаная стена (слой 1, рис. 7, 8) некоторыми исследователями неожиданно интерпретируются как “селевая фация” (Зольников, Мистрюков, 2008). Не приводя седиментологических аргументов в пользу такой интерпретации, авторы таким образом фактически стараются соблюсти предложенную ими же последовательность элементов “паводкового циклита”, где под пойменной и русловой пачками дресвяников и валунно-галечников должна залегать базальная пачка селевых отложений слоя 1, несмотря на то что под заданные определения она в данном случае не подходит. Учитывая, что в определении “русловой фации” паводкового циклита указывается ее накопление при скоростях потока, сравнимых со скоростью обычной горной реки (Парначев, 1999; Зольников, Мистрюков, 2008), возникает логичный вопрос о целесообразности отнесения этого элемента к отложениям катастрофических паводков, а также о наличии в таком случае каких-то отличительных характеристик этих отложений от горного руслового аллювия как такового.

Подобное справедливо и для определения “пойменной фации” паводкового циклита. Отмечается (Парначев, 1999), что ее формирование происходит при падении скорости течения гигантского паводка и осаждении взвешенного материала (дресва, галька, “дропстоуны”). Однако такой же режим седиментации характерен и для классической пойменной фации горного аллювия, в определении которой, однако, отсутствуют заключения о масштабности половодных стадий (Чистяков, 1978). Тем не менее, принимая во внимание, что модельные гидрографы в нижних участках каналов сброса катастрофических паводков снижаются до значений, свойственных обычным половодьям, сформированные ими осадки не будут по определению принципиально отличаться от аллювиальных (Парначев, 1999).

В зависимости от интерпретации направления переноса обломочного материала, слагающего “пойменную фацию” циклита, также предлагается ряд альтернативных моделей. В своих построениях авторы (Herget, 2005; Bohorquez et al., 2019) предполагают, что паводковые воды, стекавшие вниз по долине р. Чуя и далее вниз по р. Катунь из Чуйско-Курайского озера, могли также заходить вверх по долине Катуни и частично заполнять Уймонскую впадину (рис. 1а). При падении уровня паводка эти водные массы устремлялись обратно по долине Катуни, образуя в том числе отложения, слагающие террасовые комплексы, описанные нами выше впадения р. Чуя (разрез Мост, т.н. 24, рис. 1, 9, 10, 11). Чтобы объяснить формирование террасовых комплексов Катуни выше впадения р. Чуя, другие модели (например, Бутвиловский, 1993; Зольников и др., 2016) подразумевают существование крупного подпрудного водоема в Уймонской впадине, при прорыве которого также могли формироваться суперпаводковые потоки. Однако обе модели пока не могут убедительно объяснить отсутствие комплекса высоких и средних террас выше субширотного поворота Катуни на Уймонскую впадину.

Наш анализ ориентировок падения слоистости отложений, вскрытых на уровне сальджарской террасы в разрезе Мост, показал, что дресвяно-галечный материал слоя 1 (рис. 9) аккумулировался при переносе осадка вниз по долине Катуни. Направление падения слоистости маломощных слабонаклонных и косослоистых серий слоя 2 может указывать на перенос материала вверх по долине, однако в данном случае более вероятно формирование этих отложений за счет “обратных” течений в месте значительных изгибаний русла реки (рис. 9). Ориентировки слоистости в “пойменных” ининских дресвяниках слоя 3 (рис. 7) в разрезе Песчаная стена свидетельствуют о переносе материала с левого борта долины к ее тальвегу либо также за счет обратных течений. Наклон ининских дресвяников к тальвегу долины, наблюдаемый В.С. Зыкиным с соавторами (2018) во многих разрезах Яломано-Катунской зоны, является, по их мнению, одним из критериев их накопления в озерных условиях, где обломочный материал поступал в долину с бортов водоема.

Ориентировки слоистости в дресвяно-галечных отложений в т.н. 15 на р. Б. Яломан (слой 2, рис. 12) указывают на очевидный перенос обломочного материала вниз по реке. Если принимать катафлювиальную модель формирования толщи, то в таком случае также следует допускать либо прохождение паводка вверх по долине р. Б. Яломан и аккумуляцию дресвяно-галечников слоя 2 на стадии схода паводка, либо существование подпрудного водоема выше по течению реки с его последующим прорывом. С учетом того, что мы ставим под сомнение генетическую интерпретацию селевой фации в районе р. Б. Яломан и в целом прохождение тут крупных паводков, мы склоняемся к определению отложений слоя 2 как нормальных аллювиальных осадков.

И все же для более обстоятельного анализа тех или иных предположений по направлению переноса и условиям формирования обломочного материала требуется более обширная статистика замеров ориентировок слоистости отложений. В идеале эти замеры должны быть проведены во всех возможных фациях четвертичных и современных отложений Горного Алтая с установленным генезисом и сопоставлены с комплексами высоких и средних террас Яломано-Катунской зоны и окружающими геоморфологическими элементами.

*Фация озерных образований*

При интерпретации генетической принадлежности алевритов фации озерных образований среди исследователей в целом наблюдается единодушие. Характерно, что эти озерные отложения развиты главным образом в сальджарской толще. Их мощность может достигать 4–5 м (рис. 13), что свидетельствует о том, что озерные фазы осадконакопления, разделявшие паводковые этапы, могли быть весьма продолжительными по времени (см. Агатова и др., 2023). В таком случае общий характер аккумуляции сальджарской толщи сложно признать лавинообразным.

*О возрасте и строении террас Яломано-Катунской зоны*

Хронология и продолжительность формирования ининской и сальджарской толщ до сих пор являются одними из наиболее дискуссионных вопросов (Агатова и др., 2022). В недавней публикации (Herget et al., 2020) обсуждались последние и ретроспективные данные абсолютных датировок катафлювиальных толщ Горного Алтая, полученных различными методами датирования. Авторы статьи отмечают, что значительная часть датировок ининской и сальджарской толщ так или иначе интерпретируется в источниках как малонадежные. Это в первую очередь связано с известными ограничениями методов абсолютного датирования четвертичных отложений. К тому же мы полагаем, что из-за сходства отложений стратиграфическая интерпретация ининской и сальджарской толщ в ряде разрезов может оказаться неверной, а полученные датировки затем не удовлетворяют изначальной возрастной модели исследователя и признаются недостоверными.

Кроме того, слабо изученными остаются собственно аллювиальные отложения (см. Агатова и др., 2022), слагающие, по модели И.Д. Зольникова и А.А. Мистрюкова (2008), цоколи верхних и средних террас (рис. 1б). До сих пор достоверно не установлено количество террас и их принадлежность к тем или иным геологическим телам; неясно, являются ли террасы врезанными друг в друга, или они структурные по бронирующим отложениям пачек циклитов. Не всегда понятно и соотношение возрастов формирования поверхности террасы и осадков, их слагающих: одновозрастные они, или сформировались в разное время? Изучение отложений террас и их цоколей также осложняется вещественным сходством аллювиальных комплексов

и предлагаемых элементов катафлювиального циклита и, как следствие, недостатком четких критериев для их надежной генетической интерпретации.

Отсутствие на сегодняшний день общепринятых стратиграфических построений и хронологических моделей формирования четвертичных отложений Алтае-Саянской горной области привело к принципиальной дискуссии вокруг готовящейся новой региональной стратиграфической схемы (Агатова и др., 2022). Согласно хронологической модели (например, Зольников и др., 2016), положенной в ее основу, постледниковый и послесуперпаводковый этап в бассейне р. Катунь начался не позднее 80–90 тыс. лет назад. По этой модели сальджарская толща не моложе MIS4, а ининская сформирована в MIS6 или даже ранее. Однако эти положения не учитывают обширный набор абсолютных датировок, полученных для отложений сальджарских террас, свидетельствующих об их формировании в MIS2 в интервале от >14 до ~12 тыс. лет назад (Panin et al., 2015b; Herget et al., 2020; Агатова и др., 2022, 2023). Так, в бровке сальджарской террасы в разрезе Мост из песчаной линзы в слое 2 (рис. 10б) А.Р. Агатовой с коллегами (2022) получены OSL-даты 15.9 ± 1.6 тыс. лет и 12.3 ± 1.3 тыс. лет, а последние датировки из грубообломочного материала сальджарской террасы в правом борту Катуни в 300 м ниже устья р. Иня дали возраст захоронения обломков от 16.7 до 21.4 тыс. лет (Semikolennykh et al., 2022). Наши датировки озерных алевритов в низовье р. Большой Яломан (т.н. 15, рис. 13а) прекрасно коррелируются с датировками алевритов “средней озерной пачки” из разреза сальджарской террасы в долине р. Иня (Carling et al., 2002; Panin et al., 2015b). На основании данных абсолютных датировок и вещественного состава сальджарской толщи А.Р. Агатова с коллегами (2022, 2023) также приходят к выводу, что формирование толщи происходило не вследствие одного суперпаводка, а постепенно, с перерывами и в ходе многократных крупных паводков. Учитывая, что масштабы таких крупных паводков нам неизвестны (только модельные расчеты), предложенные ранее “эволюционистские” модели формирования толщ Яломано-Катунской зоны вследствие обычных озерно-аллювиальных процессов в перигляциальных областях горных стран вновь привлекают к себе пристальное внимание (например, Зыкин и др., 2011, 2018; Зыкин, Зыкина, 2021).

*Мощность ининской толщи – аномальная или нормальная для горного аллювия?*

Если интерпретации степени “катастрофичности” в осадконакоплении сальджарской толщи различаются у сторонников катафлювиальной парадигмы, то ининская толща единодушно признается суперпаводковой. Один из главных критериев такой интерпретации – аномальные для обычных горных аллювиальных обстановок мощности отложений толщи и значительные превышения высоких ининских террас относительно уреза воды современной Катуни (до 230 м) (Зольников, Мистрюков, 2008; Зольников и др., 2015).

Однако отмеченные особенности не являются уникальными для аллювиальных комплексов горных стран. Одним из эталонных регионов, по которому были построены классические модели развития горного аллювия, является долина р. Зеравшан в Южном Тянь-Шане (Северный Таджикистан) (Чистяков, 1978; Макарова и др., 2008, 2011). Превышения высоких четвертичных террас в долине Зеравшана достигают 300–400 м над урезом реки, со сходной суммарной мощностью отложений (рис. 14). Развитие эрозионно-аккумулятивных стадий здесь объясняется цикличностью ледниковых и межледниковых климатических эпох и тектоническими подвижками и описывается последовательными фазами инстративного, субстративного, констративного и перстративного аллювия (например, Макарова и др., 2008, 2011). Интересно, что эти динамические фазы по своей цикличности и вещественному составу во многом соответствуют тому, что в рамках катафлювиальной парадигмы для Горного Алтая называют селевой, русловой и пойменной фациями паводкового циклита. Разница лишь в том, что для Зеравшана и в целом для горных рек в перигляциальных областях это определяется как нормальные стадии развития долины, при этом не отрицается существенная аккумулятивная и эрозионная роль селей и крупных паводков (например, Додонов, 1986; Макарова и др., 2008).

Еще более впечатляющим примером накопления мощной четвертичной толщи в предгорной области является свита Рухс-Дзуар на Кавказе, распространенная в межгорных областях Терско-Сунженской складчатой зоны, а также в Осетинской впадине (например, Кожевников, Милановский, 1984; Письменный, 2021). Свита охарактеризована фаунистически; ее накопление происходило с конца плиоцена по конец

эоплейстоцена в акчагыл-апшеронское время (Стеклов, 1966). Она представлена уже знакомыми нам циклами переслаивания аллювиальных песчаников, конгломератов, валунно-галечников и дресвяников, к которым примешиваются туфогенные образования. Мощность этих отложений достигает 2300 м. Повышенная мощность осадков объясняется совокупностью геологических факторов, связанных с тектонической активизацией, ускоренной денудацией рельефа и обильным привносом вулканического материала. Значительную роль в формировании отложений играли и крупные селевые потоки (Кожевников, Милановский, 1984; Белуженко, 2011), связанные, вероятно, с вулканическими извержениями, происходившими в ледниковой обстановке.

Также стоит отметить, что роль тектонического фактора в формировании отложений террас Яломано-Катунской зоны до сих пор остается неизученной, несмотря на последние публикации о существенной неотектонической активизации Катунского разлома, на продолжении которого располагается Яломанская впадина (Деев и др., 2015; Деев, 2019; Тверитинова и др., 2023). Предполагается, что в позднечетвертичное время разлом активизировался как правый сдвиг, а серия грабенов на его простирании могла отвечать обстановкам присдвигового растяжения (пулл-апарт) (Тверитинова и др., 2023). Таким образом, Яломанская впадина могла представлять собой область значительного тектонического опускания, которая компенсировалась мощными комплексами отложений ининской и сальджарской толщ, что отсылает нас к ранним идеям Б.М. Богачкина (1967). Безусловно, в свете новых данных этот вопрос требует дальнейших подробных исследований.

### *О проявлениях эрозионной деятельности катастрофических паводков в Горном Алтае*

Важным критерием геологической интерпретации катастрофических паводков являются проявления их крупномасштабной эрозионной деятельности. Тем не менее эрозионные формы, характерные для классического североамериканского скэбленда, в Горном Алтае отсутствуют. Учитывая огромные модельные расходы воды и объем перемещенного грубообломочного материала, отсутствие сколько-нибудь сопоставимых по масштабу эрозионных форм в пределах Яломано-Катунской зоны вызывает у ряда исследователей справедливую критику

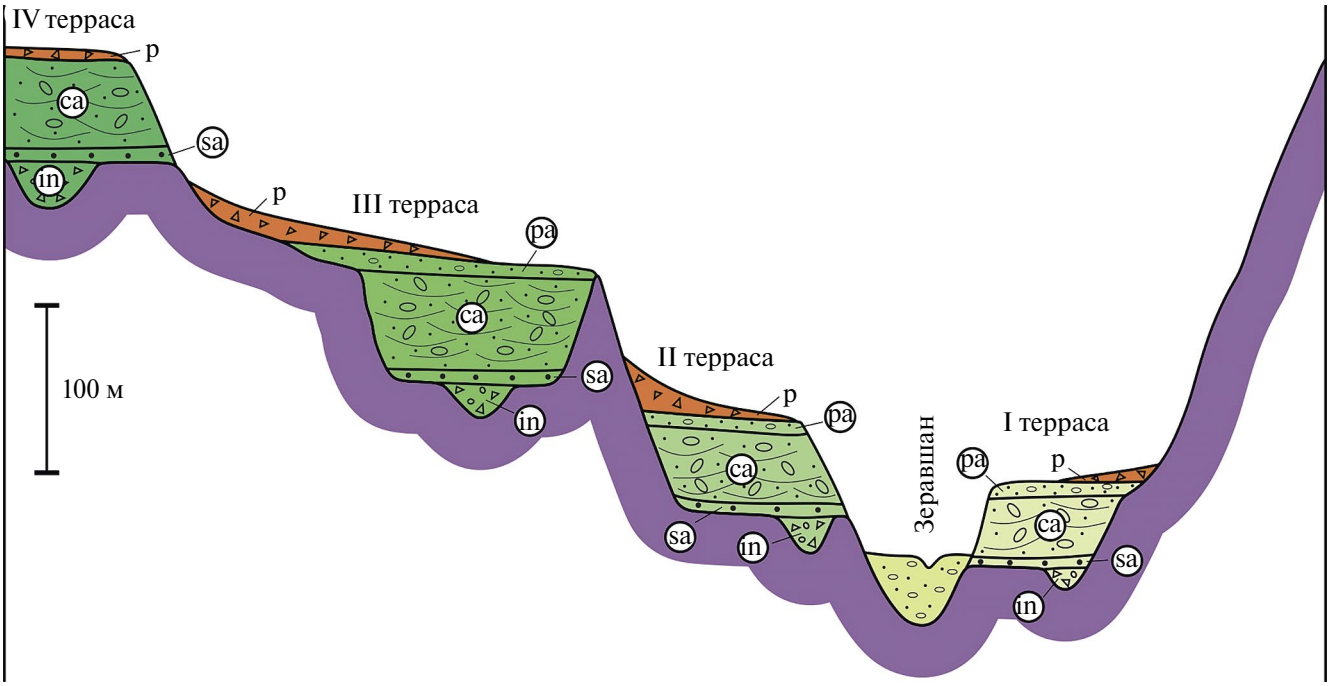


**Рис. 14**. Схема строения аллювиальных террас в долине р. Зеравшан (по Макарова и др., 2008, с изменениями). Динамические фазы аллювия: (in) – инстративный (тальвеговый), (sa) – субстративный, (ca) – констративный, (pa) – перстративный; p – пролювий.

положений катафлювиальной парадигмы (Окишев, Бородавко, 2001; Окишев, 2011). Ю. Хергет (Herget, 2005) в своей аргументации этого феномена предположил, что такой специфический слабоэрозионный катафлювиальный режим связан с некими особыми условиями окружающей среды Горного Алтая. Однако детального анализа режима эрозионной деятельности катастрофических паводков с учетом петрофизических и структурно-геологических характеристик коренных пород (плотность, прочность, трещиноватость и т.д.), слагающих борта и днища долин рр. Чуя и Катунь, до сих пор не проводилось.

Немногочисленные второстепенные формы, которые отмечены предшественниками (но нами не наблюдались) как возможные проявления эрозионной деятельности суперпаводков – реликтовые водопады, водобойные ванны и т.д. (Бутвиловский, 1993), вполне могут быть объяснены воздействием куда более скромных водотоков. Например, результаты исследования по р. Эсла в Испании показали, что за семь лет с 1933 по 1939 гг. в период прохождения крупных паводков излишками воды с расходом всего лишь 100–1500 м$^3$/с, сброшенными через необлицованный водосброс водохранилища Рикобайо, в гранитном ложе долины был выработан каньон глубиной около 100 м (Anton et al., 2015). Авторы исследования на основе этого заключают, что суперпаводки не являются обязательной предпосылкой для крупных эрозионных явлений даже в механически прочных породах. Для сравнения расход Катуни в аккумулятивную (паводковую) стадию у устья р. Малый Яломан составляет не более 1500 м$^3$/с (Seidl et al., 2023).

Помимо этого, в последних научных публикациях идет планомерный пересмотр существующих модельных расчетов для доисторических катастрофических паводков на основе анализа эрозионных форм. В работе (Van der Bilt et al., 2021) было сделано заключение, что предыдущие оценки расходов голоценовых паводков (йокульлаупов), прорезающих каньоны Исландии, возможно, были преувеличены в три раза (130 000 м$^3$/с против 400 000 м$^3$/с). Еще в одном исследовании (Larsen, Lamb, 2016) было показано, что пиковые расходы, полученные по модели предельных стрессов для прорывных паводков, изрезавших скэблэнд Северной Америки, в 5–10 раз меньше значений экстремальных моделей (0.3–0.6 млн м$^3$/с против 3 млн м$^3$/с).

*Априорность катафлювиальной модели Горного Алтая и ее применимость в других регионах*

Неоднозначной особенностью катафлювиальной парадигмы является то, что возможность проявления катастрофических паводков не зависит от наличия или отсутствия катафлювиальных аккумулятивных и/или эрозионных форм рельефа, что делает ее априорной (Бутвиловский, 1993). В методологической работе (Marren, Schuh, 2009) также признается, что целый ряд критериев для определения отложений катастрофических паводков сильно зависит от принятого геологического контекста.

До сих пор катафлювиальная модель Горного Алтая так и не смогла предложить набор уникальных критериев, которые бы соответствовали геологическим наблюдениям и суживали диапазон возможных интерпретаций на их основе. Очевидная проблема априорных моделей в геологических исследованиях заключается в их потенциальной ограниченности для понимания сложных геологических процессов и структур. Очевидно и то, что для создания более объективных моделей исследователям следует в первую очередь использовать максимально возможный комплекс геолого-геофизических методов и наблюдений, а не руководствоваться априорными представлениями.

Несмотря на это, выборочные постулаты катафлювиальной модели Горного Алтая начинают активно применяться в других регионах России, например, для объяснения происхождения бугров Бэра в Прикаспийской низменности (например, Рудой, Русанов, 2012; Badyukova, 2018; Лобачева и др., 2021) и грив юга Западной Сибири (Бейзель и др., 2022). Эти структуры сформировались в совершенно других палеогеографических условиях и обладают принципиально иным строением и литологическим составом (Свиточ, Клювиткина, 2006; Ларин и др., 2021а, 2021б). Однако их причисление к проявлениям “гидросферных катастроф” происходит исключительно на основе их концептуального морфологического сходства с полями гигантской ряби течения Горного Алтая.

Также до сих пор остаются невыясненными и недостаточно задокументированными проявления гипотетических катастрофических потоков с гор Алтая в четвертичных комплексах и рельефе юга Западной Сибири. Тем не менее ряд исследователей предлагает коррелировать валунно-галечники, слагающие тела четвертой и пятой среднечетвертичных надпойменных террас в верховье Оби, с соответственно

сальджарской и ининской толщами (Русанов, 2007; Зольников, 2009, 2023). Учитывая, что эти террасовые комплексы слабо охарактеризованы современными абсолютными датировками, а также принимая во внимание указанные выше проблемы в стратификации, абсолютной хронологии и генетической типизации "катафлювиальных" толщ Яломано-Катунской зоны, на данный момент эти попытки представляются нам бесперспективными.

### *Понятие катастрофизма и скорости геологических процессов и их место в существующей генетической классификации четвертичных отложений*

Сами эпизоды катастрофических процессов в геологической летописи и истории человечества также не уникальны. Как отмечал В.В. Бутвиловский (1993), в принципе любой геологический процесс *является катастрофическим для одних и "нормальным" для функционирования других объектов.* Паводки в современном определении (Baker, 2003), чтобы считаться катастрофическими, должны сочетать в себе редкость возникновения, очень большую интенсивность и мгновенность действия. При этом количественные параметры таких воздействий в прошлом, как уже отмечалось, являются во многом априорными, и их значения значительно варьируются в зависимости от выбранного набора оперируемых физических параметров. Крупные паводки, сели, оползни и т.д. при всей своей катастрофичности для человека и инфраструктуры являлись и являются обыденным геологическим явлением в горных странах. Катастрофические паводки не уникальны и для равнинных рек: например, максимальные расходы воды р. Волга в период половодья ниже впадения Камы в прошлом достигали 67000 $м^3/с$, при сегодняшнем среднегодовом расходе воды в низовье реки у Волгограда в 8300 $м^3/с$ (Кузин, 1971).

Введение априорных понятий катастрофизма и/или скорости геологического процесса в существующую генетическую классификацию четвертичных отложений, в соответствии с современным состоянием науки, не имеет обоснования. По сути, в определении генетического типа указываются лишь два главных отличительных признака осадочных пород – способ транспортировки и форма проявления геологического процесса (Шанцер, 1966; Методическое..., 2005). Для отложений Яломано-Катунской зоны водный агент транспортировки сейчас практически никем не оспаривается, однако достоверные количественные параметры масштабов и времени флювиального воздействия пока не установлены. С.В. Парначев (1999) указывал, что отложения катастрофических паводков не могут принципиально отличаться от аллювиальных и, соответственно, выделение отдельного катафлювиального генетического типа будет противоречивым и необоснованным. Соглашаясь с его заключением применимо к отложениям Яломано-Катунской зоны, еще раз отметим, что в методическом плане эти аспекты давно освещены. Специфический характер горного аллювиального осадконакопления детально описан в классических работах Е.В. Шанцера (1966), А.А. Чистякова (1978), А.В. Кожевникова (1985), А.Е. Додонова (1986) и многих других. Общеизвестно, что в составе горного аллювия преобладают валунно-галечные отложения, а сами горные реки представляют бурные потоки, приближающиеся по транспортирующей способности в паводковые стадии к селям (Методическое..., 2005). Селевые отложения являются достаточно характерными для горных стран и могут быть связаны с катастрофическими для инфраструктуры и окружающей среды селевыми потоками, сформированными в том числе при быстром осушении подпрудных озер. В этой связи считаем, что отложения террас Яломано-Катунской зоны на уровне современных геологических знаний могут быть методологически корректно охарактеризованы как парагенетическая ассоциация селевых и горных аллювиальных отложений и отложений подпрудных озер.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе, на основе полевых исследований четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны Горного Алтая и обзора регионов со схожими геологическими условиями, рассматривались аспекты применимости нового генетического типа "катафлювиальный". В результате мы пришли к следующим выводам.

1. Четкие критерии определения "катастрофических паводков" до сих пор отсутствуют. Их вещественные характеристики принципиально не отличаются от таковых аллювия горных рек и селевых отложений.

2. Другие характеристики, такие как большие мощности отложений и значительная эрозионная деятельность, не являются уникальными для обычного горного аллювия и могут быть объяснены деятельностью куда более скромных потоков при разных моделях расчета.

3. Изученные нами участки развития “селевой фации” базальных слоев паводкового циклита в нижнем течении р. Б. Яломан пространственно приурочены к локальным конусам выноса боковых долин и сформированы в результате делювиально-коллювиального сноса по этим долинам и последующей аккумуляции на бортах реки.

4. Возраст и взаимоотношения “катафлювиальных” отложений Яломано-Катунской зоны остаются спорными и недостаточно изученными. Наши данные подтверждают позднеплейстоценовый (MIS2) возраст сальджарской толщи и ее озерно-аллювиальный генезис. Возможно, принципиально иной взгляд на образование катафлювиальных толщ Горного Алтая с позиции аккумулятивно-эрозионных циклов, развивавшихся не только строго в ледниковые, но и в межледниковые эпохи, позволит разрешить существующие хронологические и интерпретационные противоречия.

5. В настоящее время выделение отдельного генетического типа “катафлювиальный” при исследовании четвертичных образований следует рассматривать как проблематичное, недостаточно обоснованное и преждевременное.

**Благодарности**. Мы очень признательны Саймону Бакли (Simon Buckley; NORCE Norwegian Research Centre) за предоставление академической лицензии на ПО Lime и Е.Л. Маликовой (ИГМ СО РАН) за содействие при выполнении полевых работ. Благодарим Ю.А. Лаврушина, А.С. Тесакова и А.С. Алексеева за ценные замечания и советы, которые способствовали улучшению оригинальной версии статьи.

**Источники финансирования.** Полевые и камеральные работы сотрудников ВСЕГЕИ проводились в рамках государственного задания Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) № 049-00016-21-00 “Проведение в 2020–2022 годах работ по сводному и обзорному картографированию территории Российской Федерации по результатам мелко- и среднемасштабного государственного геологического картографирования”. Исследования сотрудников ИГМ СО РАН выполнены в рамках государственного задания ИГМ СО РАН № 122041400243-9 при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Исследования С.И. Ларина выполнены в рамках государственного задания ИКЗ ТюмНЦ СО РАН (проект 1021061810416-7).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Агатова А.Р., Непоп Р.К., Моска П., Никитенко Б.Л.* К вопросу о возрасте террасовых комплексов рек Чуя и Катунь, Русский Алтай: исключать ли сартанский криохрон из эпох ледниково-подпрудных озер и катастрофических паводков? // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 6. С. 87–108.

*Агатова А.Р., Непоп Р.К., Моска П., Никитенко Б.Л., Бронникова М.А., Жданова А.Н., Зазовская Э.П., Карпухина Н.В., Кузьмина О.Б., Непоп А.Р., Овчинников И.Ю., Петрожицкий А.В., Успенская О.Н.* Новые данные комплексных исследований следов крупных климатических событий плейстоцена: оледенений, формирования ледниково-подпрудных озер и их катастрофических спусков на Алтае (горы юга Сибири) // Докл. РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 510. № 2. С. 201–207.

*Астахов В.И.* Четвертичная геология суши: учебное пособие. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2020. 440 с.

*Бейзель А.Л., Кузьмина О.Б., Соболев Е.С., Ян П.А.* Новые данные по проблеме происхождения гривно-озерных ландшафтов на юге Западной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2022. Т. 2. № 1. С. 56–62.

*Белуженко Е.В.* Верхнемиоцен-эоплейстоценовые грубообломочные отложения Западного и Центрального Предкавказья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 5. С. 78–95.

*Богачкин Б.М.* Кайнозойские отложения и новейшие тектонические движения Яломанской впадины (Горный Алтай) // Бюлл. МОИП. 1967. Т. 42. № 4. С. 95–110.

*Богачкин Б.М.* История тектонического развития Горного Алтая в кайнозое. М.: Наука, 1981. 132 с.

*Бутвиловский В. В.* Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 252 с.

*Бутенко В.А.* (ред). Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1 : 200000. Серия Алтайская. Лист M-45-XV (Катанда). Объяснительная записка. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2001. 130 с.

Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. и доп. Гл. ред. Петров О.В. Т. 1. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. 432 с.

*Гладышева А.С.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). Лист M-45 (Горно-Алтайск). Карта четвертичных образований. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ. В печати.

*Деев Е.В.* Зоны концентрации древних и исторических землетрясений Горного Алтая // Физика Земли. 2019. № 3. С. 71–96.

*Деев Е.В., Зольников И.Д., Лобова Е.Ю.* Позднеплейстоцен-голоценовые сейсмогенные деформации в долине р. Малый Яломан (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 9. С. 1601–1620.

*Додонов А.Е.* Антропоген Южного Таджикистана. М.: Наука, 1986. 168 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 409).

*Ефимцев Н.А.* О строении и происхождении антропогеновых отложений долин рек Чуи и Катуни в Горном Алтае // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1964. № 29. С. 115–131.

*Застрожнов А.С., Шкатова В.К., Минина Е.А., Тарноградский В.Д., Астахов В.И., Гусев Е.А.* Карта четвертичных образований масштаба 1 : 2 500 000 территории Российской Федерации. Пояснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010.

*Зольников И.Д.* Гляциально обусловленные суперпаводки неоплейстоцена Горного Алтая и их связь с историей формирования отложений и рельефа Западно-Сибирской равнины // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 2009. № 69. С. 58–70.

*Зольников И.Д.* Новая концепция строения отложений верхнего неоплейстоцена в магистральных долинах Западной Сибири // Доклады РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 513. № 1. С. 46–52

*Зольников И.Д., Деев Е.В.* Гляциальные суперпаводки на территории Горного Алтая в четвертичном периоде: условия формирования и геологические признаки // Криосфера Земли. 2013. Т. 17. № 4. С. 74–82.

*Зольников И.Д., Мистрюков А.А.* Четвертичные отложения и рельеф долин Чуи и Катуни. Новосибирск: Параллель, 2008. 182 с.

*Зольников И.Д., Деев Е.В., Назаров Д.В., Котлер С.А.* Сравнительный анализ суперпаводковых отложений и аллювия долин рек Чуя и Катунь (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 8. С. 1483–1495.

*Зольников И.Д., Деев Е.В., Котлер С.А., Русанов Г.Г., Назаров Д.В.* Новые результаты OSL-датирования четвертичных отложений долины верхней Катуни (Горный Алтай) и прилегающей территории // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 6. С. 1184–1197.

*Зыкин В.С., Зыкина В.С.* Дискуссионные вопросы палеогеографии и генезиса четвертичных отложений Горного Алтая // Пути эволюционной географии. Материалы 2-й Всероссийской конференции, посвященной памяти А.А. Величко. М.: Институт географии, 2021. С. 113–116.

*Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А., Савельева П.Ю., Сизикова А.О., Смолянинова Л.Г.* Верхний кайнозой юга Западной Сибири: современное состояние стратиграфии и палеогеографии // Новости палеонтологии и стратиграфии. Приложение к журналу “Геология и геофизика”. 2011. № 16–17. С. 137–152.

*Зыкин В. С., Зыкина В. С., Сенников Н.В., Мистрюков А.* О скоплениях глыбового материала в долинах рек Чуя, Катунь и распространении последнего позднеплейстоценового оледенения на Горном Алтае // Доклады Академии наук. 2016. Т. 470. № 3. С. 311–314.

*Зыкин В.С., Зыкина В.С., Вольвах Н.Е.* Условия формирования ининской толщи плейстоцена в Яломано-Катунской зоне Горного Алтая // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 118–129.

*Кожевников А. В.* Антропоген гор и предгорий (Генетический анализ). М.: Недра, 1985.

*Кожевников А.В., Милановский Е.Е.* Кавказ // Стратиграфия СССР. Четвертичная система. Полутом 2. М.: Недра, 1984. 556 с.

*Кузин П.С.* Волга // Большая советская энциклопедия. Т. 8. Гл. ред. Прохоров А.М. М.: Советская энциклопедия, 1971.

*Ларин С.И., Алексеева В.А., Ларина Н.С.* О холодных пустынях зауральских равнин в позднем квартере // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2021а. № 8. С. 143–147.

*Ларин С.И., Лаухин С.А., Алексеева В.А., Ларина Н.С.* О мерзлотно-климатических условиях формирования гривных толщ Тобол-Ишимского междуречья // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов. Материалы науч. онлайн-сессии, посвященной 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Владимира Николаевича Сакса. Новосибирск, 2021б. С. 322–326.

*Лобачева Д.М., Бадюкова Е.Н., Макшаев Р.Р.* Литофациальное строение и условия накопления отложений бэровских бугров Северного Прикаспия // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. 2021. № 6. С. 99–111.

*Макарова Н.В., Чистяков А.А., Акинин Б.Е.* Закономерности формирования мощности аллювия горных рек // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 2008. № 68. С. 70–81.

*Макарова Н.В., Макаров В.И., Постоленко Г.А., Акинин Б.Е.* Представительность аллювия для стратиграфии и корреляции четвертичных отложений // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 4. С. 89–112.

Методическое пособие по составлению мелкомасштабных карт четвертичных образований к Госгеолкарте-1000/3. Научн. ред. Минина Е.А., Старченко В.В. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. 133 с.

*Окишев П.А.* О генезисе террас в среднем течении р. Катуни // Мат. науч. конф. “Проблемы гляциологии Алтая”. Томск, 1974. С. 46–74.

*Окишев П.А.* Палеогляциологическое мифотворчество и его апологеты // География и природопользование Сибири. Барнаул: Изд-во АГУ, 2003. С. 62–81.

*Окишев П.А.* Рельеф и оледенение Русского Алтая. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2011. 382 с.

*Окишев П.А., Бородавко П.С.* Реконструкция “флювиальных катастроф” в горах Южной Сибири и их параметры // Вестник Томского гос. ун-та. 2001. № 274. С. 3–12.

*Павлов А.П.* Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи // Изв. Геол. ком. 1888. Т. 7. С. 242–262.

*Парначев С.В.* Геология высоких алтайских террас (Яломанско-Катунская зона). Томск: Изд-во ИПФ ТПУ, 1999. 137 с.

*Перов В.Ф.* Селеведение. Учебное пособие. М.: Географ. факультет МГУ, 2012. 272 с.

*Письменный А.Н.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Издание второе. Серия Кавказская. Лист K-38-III (Прохладный). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2021. 357 с.

Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979 г.). Ч. III. Четвертичная система. Объяснительные записки к региональным стратиграфическим схемам отложений Средней Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1983. 84 с.

*Рудой А.Н.* Основы теории дилювиального морфолитогенеза // Известия РГО. 1997. Вып. 1. С. 12–22.

*Рудой А.Н.* О критике “традиционной моренной геоморфологии” (комментарий к статье А.Р. Агатовой “Общегеологические принципы в геоморфологическом исследовании”) // Вестник Томского гос. педагогич. ун-та. 2004. № 6. С. 164–169.

*Рудой А.Н.* Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика и палеогеографическое значение). Томск: ТГПУ, 2005. 228 с.

*Рудой А.Н., Русанов Г.Г.* Последнее оледенение Северо-Западного Алтая. 2-е изд., испр. и доп. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 240 с.

Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional Edition, версия 2.0 // Agisoft: официальный сайт. Дата публикации: 2023. URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_0_ru.pdf.

*Русанов Г.Г.* Озера и палеогеография Северного Алтая в позднем неоплейстоцене и голоцене. Бийск: ГОУ ВПО БПГУ, 2007. 164 с.

*Савельева П.Ю.* Продольный профиль террас на участке долины среднего течения реки Катунь (юго-восточный Алтай) // Вестник Забайкальского гос. ун-та. 2019. Т. 25. № 1. С. 10–19.

*Свиточ А.А., Клювиткина Т.С.* Бэровские бугры Нижнего Поволжья. М.: Типография Россельхозакадемии, 2006. 160 с.

*Стеклов А.А.* Наземные моллюски неогена Предкавказья и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1966. 262 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 163).

*Тверитинова Т.Ю., Маринин А.В., Деев Е.В.* Геодинамика Катунского разлома (Горный Алтай) по структурно-кинематическим данным // Вестник Московского ун-та. Сер. 4. Геология. 2023. № 1. С. 46–59.

*Федак С.И., Туркин Ю.А., Гусев А.И., Шокальский С.П. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия АлтаеСаянская. Лист M45 – Горно-Алтайск. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 567 с

*Чистяков А.А.* Горный аллювий. М.: Недра, 1978. 287 с.

*Шанцер Е.В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 174 с.

*Anton L., Mather A.E., Stokes M., Muñoz-Martin A., De Vicente G.* Exceptional river gorge formation from unexceptional floods // Nature Communications. 2015. V. 6. № 1. 7963.

*Badyukova E.N.* Genesis of the Baery knolls developed in the Northern Caspian Plain // Quaternary Int. 2018. V. 465. P. 11–21.

*Baker V.R.* Paleohydrology and sedimentology of Lake Missoula flooding in Eastern Washington // Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1973. № 144. 73 p.

*Baker V.R.* High-energy megafloods: planetary settings and sedimentary dynamics // Flood and Megaflood Deposits: Recent and Ancient Examples. Eds. Martini I.P., Baker V.R., Garzon G. IAS Spec. Publ. 2002. V. 32. P. 3–15.

*Baker V.* Floods and other catastrophic events // Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks. Ed. Middleton G.V. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.

*Baker V.R., Benito G., Rudoy A.N.* Paleohydrology of Late Pleistocene superflooding, Altay Mountains, Siberia // Science. 1993. V. 259. P. 348–352.

*Benito G., O'Connor J. E.* Number and size of last-glacial Missoula floods in the Columbia River valley between the Pasco Basin, Washington, and Portland, Oregon // Geol. Soc. Am. Bull. 2003. V. 115. № 5. P. 624–638.

*Bohorquez P., Jimenez-Ruiz P.J., Carling P.A.* Revisiting the dynamics of catastrophic late Pleistocene glacial-lake drainage, Altai Mountains, central Asia // Earth-Sci. Rev. 2019. V. 197. P. 102892.

*Bretz J.H.* The Spokane flood beyond the channelled scablands // Geol. Soc. Am. Bull. 1925. V. 33. P. 97–115.

*Bretz J.H.* The Lake Missoula floods and the channeled scabland // J. Geology. 1969. V. 77. № 5. P. 505–543.

*Buckley S.J., Ringdal K., Naumann N., Dolva B., Kurz T.H., Howell J.A., Dewez T.J.* LIME: Software for 3-D visualization, interpretation, and communication of virtual geoscience models // Geosphere. 2019. V. 15. № 1. P. 222–235.

*Buckley S.J., Howell J.A., Naumann N., Lewis C., Chmielewska M., Ringdal K., Vanbiervliet J., Tong B., Mulelid-Tynes O.S., Foster D., Maxwell G., Pugsley J.* V3Geo: a cloud-based repository for virtual 3D models in geoscience // Geoscience Communication. 2022. V. 5. № 1. P. 67–82.

*Carling P.A.* Freshwater megaflood sedimentation: What can we learn about generic processes? // Earth-Sci. Rev. 2013. V. 125. P. 87–113.

*Carling P.A., Kirkbride A.D., Parnachov S., Borodavko P.S., Berger G.W.* Late Quaternary catastrophic flooding in the Altai mountains of south–central Siberia: a synoptic overview and an introduction to flood deposit sedimentology // Flood and megaflood processes and deposits: recent and ancient examples. Wiley-Blackwell, 2002. P. 17–35.

*Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Alsdorf D.* The shuttle radar topography mission // Rev. Geophysics. 2007. V. 45. RG2004.

*Freitas B.T., Silva L.H., Almeida R.P., Galeazzi C.P., Figueiredo H.G., Tamura L.N., Assine M.L.* Cross-strata palaeocurrent analysis using virtual outcrops // Sedimentology. 2021. V. 68. № 6. P. 2397–2421.

*Herget J.* Reconstruction of Pleistocene ice-dammed lake outburst floods in Altai Mountains, Siberia // Geol. Soc. Am. Spec. Publ. 2005. V. 386. 118 p.

*Herget J., Agatova A.R., Carling P.A., Nepop R.K.* Altai megafloods – the temporal context // Earth-Sci. Rev. 2020. V. 200. P. 102995.

*Larsen I.J., Lamb M.P.* Progressive incision of the channeled scablands by outburst floods // Nature. 2016. V. 538. № 7624. P. 229–232.

*Marren P.M., Schuh M.* 12 Criteria for identifying jokulhlaup deposits in the sedimentary record // Megaflooding on Earth and Mars. Cambridge University Press, 2009.

*Panin A., Adamiec G., Baryshnikov G.* General description and absolute geochronology of the Bolshoi Yaloman (BY) exposure // Russian Altai in the last Pleistocene and the Holocene – geomorphological catastrophes and landscape rebound (fieldtrip guide). Eds. Baryshnikov G., Agatova A., Carling P., Herget J., Panin A., Adamiec G., Nepop R. Barnaul: Publishing House of Altai State University, 2015a. P. 41–47.

*Panin A., Baryshnikov G., Adamiec G.* Lithology and geochronology of sedimentary sequences at the Injushka River confluence // Russian Altai in the last Pleistocene and the Holocene – geomorphological catastrophes and landscape rebound (fieldtrip guide). Eds. Baryshnikov G., Agatova A., Carling P., Herget J., Panin A., Adamiec G., Nepop R. Barnaul: Publishing House of Altai State University, 2015b. P. 60–67.

*Seidl F., Reisenbüchler M., Rutschmann P., Yanygina L.V., Schletterer M.* Large-scale hydromorphological characteristics of the Proglacial River Katun (Ob Headwaters) // Geography, Environment, Sustainability. 2023. V. 2 (16). P. 110–120.

*Semikolennykh D.V., Cunningham A.C., Kurbanov R.N., Panin A.V., Zolnikov I.D., Deev E.V., Murray A.S.* Dating of megaflood deposits in the Russian Altai using rock surface luminescence // Quaternary Geochronology. 2022. V. 73. 101373.

*Van der Bilt W.G.M., Barr I.D., Berben S.M., Hennekam R., Lane T., Adamson K., Bakke J.* Late Holocene canyon-carving floods in northern Iceland were smaller than previously reported // Communications Earth & Environment. 2021. V. 2. № 1. P. 86.

*Рецензенты А.С. Алексеев, А.С. Тесаков*

# On the Genesis of Quaternary Deposits in the Yaloman-Katun Zone of the Altai Mountains and the Practicability of Introducing the Catafluvial Genetic Type

**D. A. Zastrozhnov[a, b, #], A. S. Zastrozhnov[a], V. S. Zykin[c], S. I. Larin[d], L. E. Pestova[a], V. S. Zykina[c], S. E. Golovanov[c, e]**

[a] *A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia*

[b] *University of Oslo, Department of Geosciences, Oslo, Norway*

[c] *V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia*

[d] *Earth Cryosphere Institute of the Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia*

[e] *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

[#] *e-mail: zastrozhe@gmail.com*

The paper discusses the research and methodological aspects of introducing the new term “catafluvial deposits” into genetic classification of Quaternary deposits. For this purpose, fieldwork was carried out aimed at studying terrace complexes within the Yaloman-Katun zone of Gorny Altai, which in recent decades became a peculiar natural laboratory for studying hypothetical glacial superfloods. Based on original materials and data from other areas with similar geological and physico-geographical conditions, it is concluded that the categorization of a separate genetic type “catafluvial” should currently be considered premature.

*Keywords*: Gorny Altai, catafluvial, superfloods, Quaternary geology, genetic type, geological mapping