

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) *astrodentatus*, 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 разновозрастные 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 *Aullograptus 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 приращения 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) — Чарышко-Инской, Ануйско-Чуйской и Уйменско-Лебедской (Сенников и др., 2018) (рис. 1, 2). В результате многолетних работ было установлено, что в объединенной (“укрупненной”) Чарышко-Чуйской (Чарышко-Инская + Ануйско-Чуйская) СФЗ к среднему ордовика 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 Чарышко-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).

Чарышко-Чуйская и Уйменско-Лебедская среднеордовикские акватории отличались друг от друга фациальными обстановками осадконакопления, иными стратиграфическими уровнями смены режимов седиментации (положение границ местных стратонев), 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 Чарышко-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 Чарышко-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 (Чарышко-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 Чарышко-Чуйская и Уйменско-Лебедская палеоакватории.

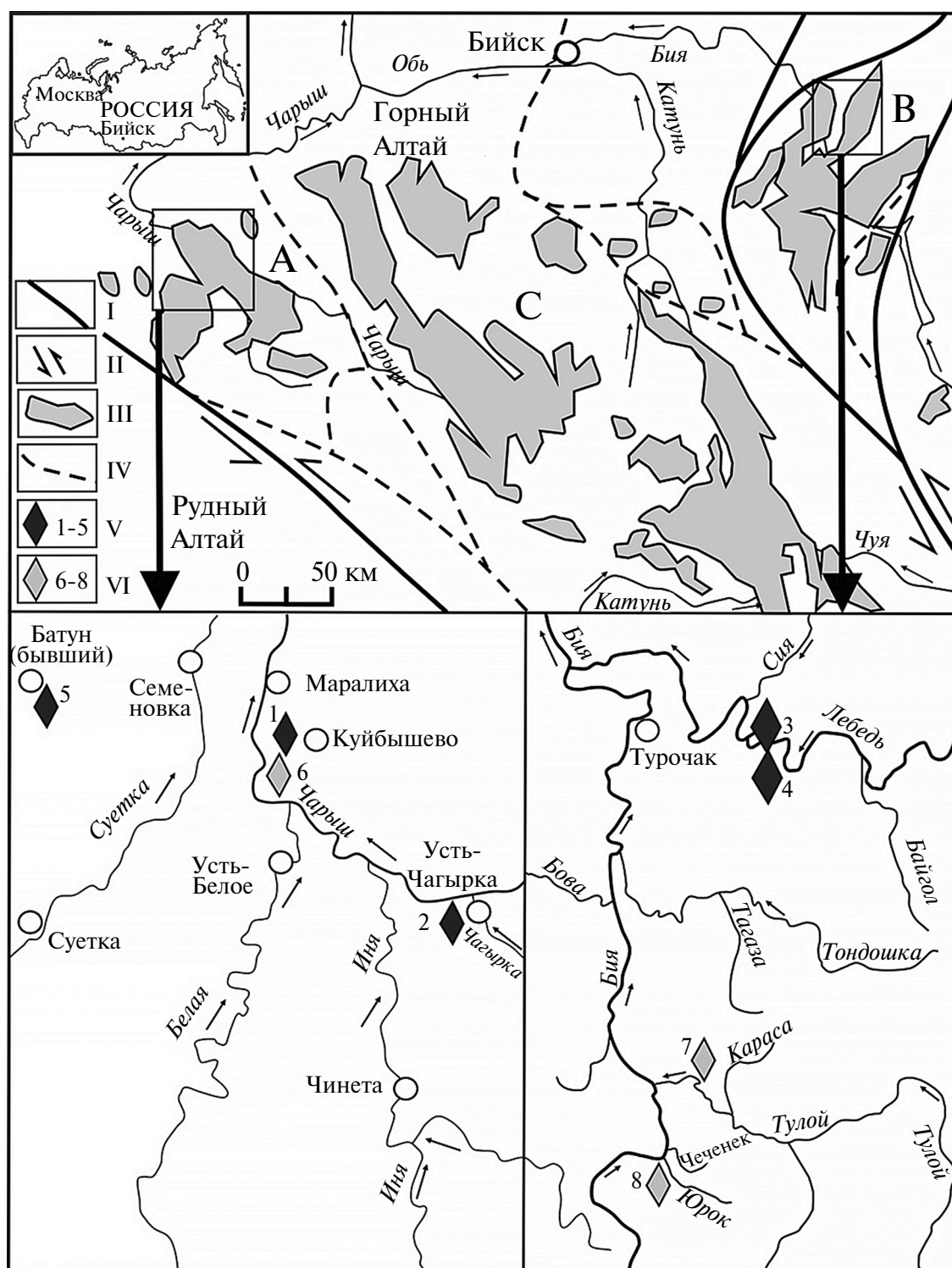


Рис. 1. Месторасположение изученных разрезов на карте полей выходов ордовика в регионе.

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.

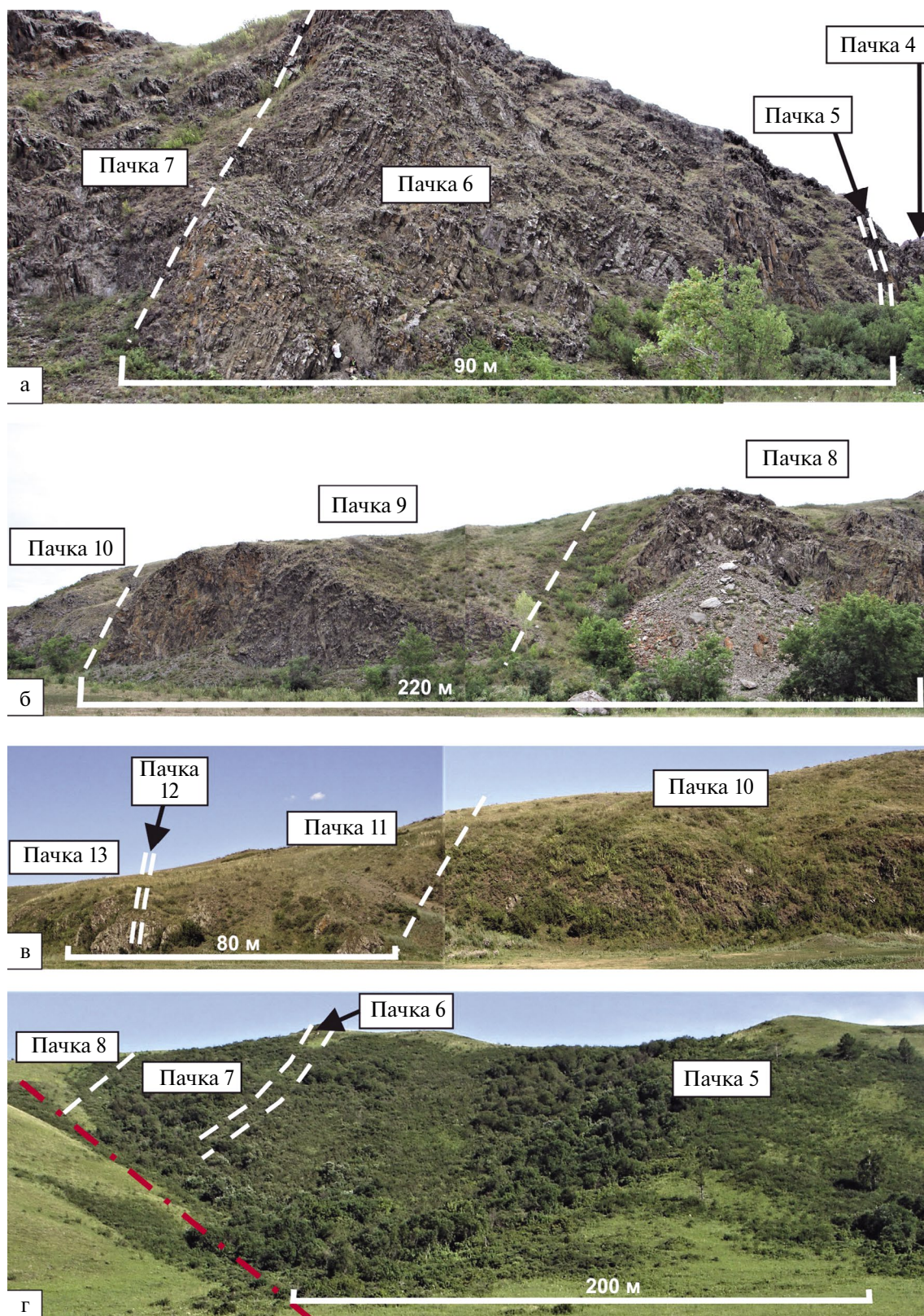


Рис. 2. Панорама разрезов Маралиха (стратотип куйбышевского горизонта) и Бараний-1 (стратотип воскресенской свиты и гипостратотип костинского горизонта).

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 ордовика 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 м² (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

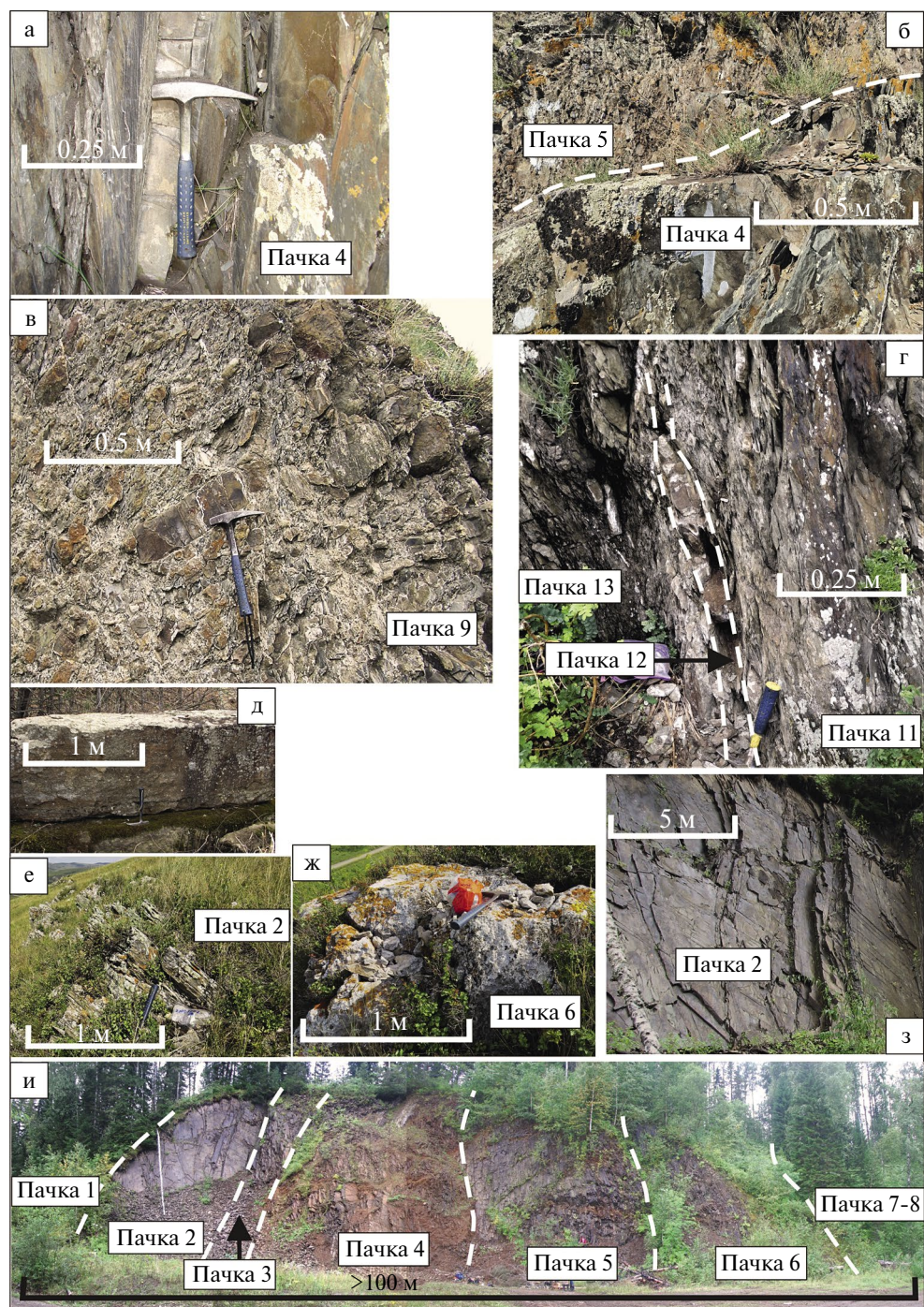


Рис. 3. Литологические особенности среднеордовикских отложений в типовых и опорных выходах куйбышевского и костинского горизонтов на Горном Алтае.

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 песчаных 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.

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Свита	Зона подзона	Номер пачки	Мощность, в м.	Литоология	Граптолиты	Брахиподы	Другие группы
Ордовикская	Средний	Дарвинильский	Костинский	Воскресенская	?	13	>150	Чередование алевролитов и песчаников мелкозернистых, зеленовато-серого цвета.	■ <i>Callograptus</i> sp. ■ <i>Phyllograptus anna</i> Hall ■ <i>Glossograptus</i> ex. gr. <i>acanthus</i> Elles et Wood ■ <i>Pseudotrigraptus angustus</i> Mu et Lee ■ <i>Isograptus caduceus</i> (Salter) ■ <i>Pseudisograptus manubriatus</i> (T.S. Hall) ■ <i>Levisograptus</i> sp. ■ <i>Levisograptus sinodontatus</i> (Mu et Lee) ■ <i>Levisograptus dentatus</i> (Brongniart) ■ <i>Acrograptus</i> sp. ■ <i>Acrograptus compressus</i> (Harris et Thomas) ■ <i>Levisograptus sinicus</i> (Mu et Lee) ■ <i>Levisograptus austrodenatus</i> (Harris et Keble) ■ <i>? Ortoidea</i> ■ <i>Taphrodonta</i> sp.	■ <i>Apatomorpha</i> sp.	
						12	0,05-0,08	Известняки, серые и темно-серые в виде линзовидных тел длиной более 1 м.			
						11	60	Чередование алевролитов и песчаников мелкозернистых, зеленовато-серого цвета. Породы на 50 % объема кавернозные, с редкими «закатышами» (до 3-5 % объема породы) песчано-алевритового состава.			
						10	120	Алевриты кавернозные, серого цвета с «закатышами», занимающими в низах пачки до 90 % объема породы, затем их число сокращается до 10 % в верхах пачки. Встречаются редкие гальки песчаника крупнозернистого, кварцевого.			
						9	140	Алевриты кавернозные зеленовато- и стально-серые с «закатышами» алевролитов и мелкозернистых песчаников, занимающих до 50 % объема породы. Встречаются гальки (от 5 до 15 см в диаметре) песчаника мелкозернистого, кварцевого.			
						8	80	Алевриты кавернозные с «закатышами» аналогичного состава, занимающими до 50 % объема породы. Их размеры в нижней части пачки от 1-3 см до 0,5 м, затем постепенно возрастают к верхам пачки до 1-3 м. Встречаются редкие мелкие (0,1-0,5 м) линзы мелкогалечно-гравийных конгломератов и редкие неокатанные гальки белого и дымчатого кварца (до 1 см в диаметре).			
						7	20	Алевриты стально-серые, тонко рассланцованные на большие плиты.			
						6	~80	Аргиллиты серого и стально-серого цвета, с единичными маломощными (5-7 см, реже 10 см) прослоями песчаников мелкозернистых, полимиктовых, от светло-серых до светло-зеленовато-серых.			
						5	0,5-1	Конгломераты средне-крупно-галечно-валунные, серого цвета. Галька имеет диаметр 2-5 см, редко до 15 см. Она не сортирована по размеру обломков, уплощена, округлой формы, ориентирована плоскими поверхностями по слоистости. Гальки занимают 80 % объема породы. В составе галек присутствуют: 50 % известняки темно-серые, 35 % алевролиты и 15 % аргиллиты. Аргиллиты, кроме того, встречаются и в виде «обрывков» «смятых» слоев (длина 10-15 см, мощность 1-3 см). Матрикс - песчаники мелко-среднезернистые и алевролиты.			
						4	65	Чередование аргиллитов и песчаников мелкозернистых, полимиктовых, серого и стально-серого цвета.			
						3	25	Чередование алевролитов кавернозных и песчаников мелкозернистых, полимиктовых, слоистых, серых.			
						2	15	Алевролиты кавернозные с «закатышами» (от 3 см до 1 м) алевролитов и мелкозернистых песчаников. «Закатыши» не ориентированы и занимают до 50 % объема породы. Породы зеленовато-серые.			
						1	25	Переслаивание алевролитов зеленовато-стально-серых и песчаников мелкозернистых, полимиктовых.			

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.

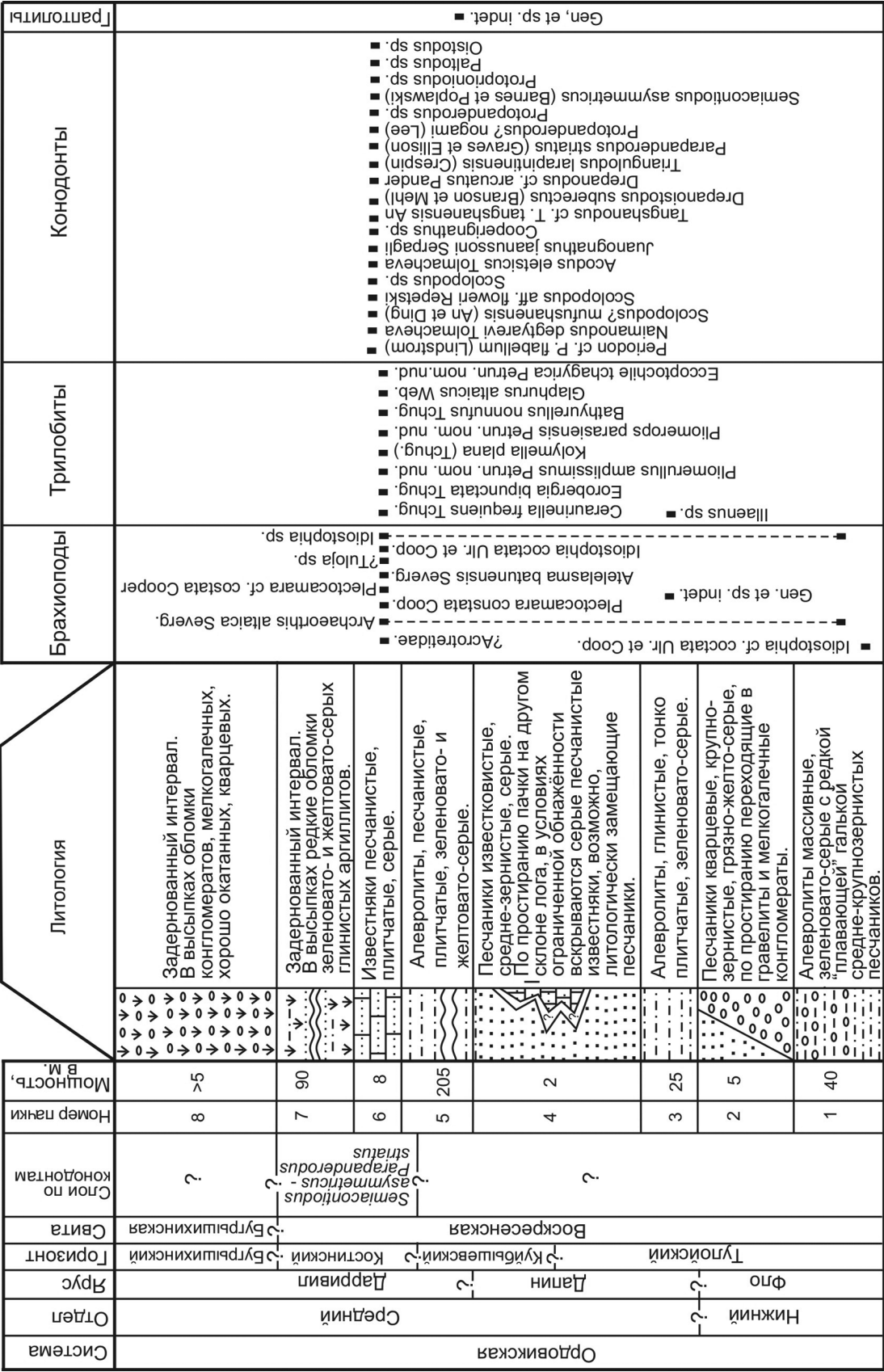


Рис. 5. Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Бараний-1 (координаты 6-й пачки 51°25'15" с.ш., 83°05'00" в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

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 воскре-сенской свиты, относящаяся к среднему ордо-вику, сложена специфическим набором пород, сформировавшихся в фациальных условиях склоновых подводных оползней, включая де-формации слоев нелигитированных осад-ков — каверны, “закатыши” (Sennikov et al., 2008, 2019) (рис. 2, 3в, 4). Такие породы форми-ровались на относительно крутом склоне шель-фа, в переходной зоне от мелководной его части (50–100 м) к глубоководной части (более 100 м). Анализ мощностей среднего ордовика в Чарыш-ско-Инской зоне, представленного относительно близкими по литологии тонкотерригенными образованиями, позволяет предположить, что превышение мощности разреза Маралиха бо-лее чем в два раза по сравнению с мощностью разреза Бараний является прямым свидетель-ством крайне высокой скорости осадконако-пления в палеоакватории с разрезом Маралиха, являющейся следствием “импульсно-лавиной” подводно-оползневой седиментации.

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

Выходы ордовикских осадочных образова-ний известны в различных частях Горного Ал-тая. Здесь выделяются структурно-фациальные зоны (СФЗ), которые отличаются друг от друга по наборам свит, трансгрессивно-регрессивным трендам и другим седиментационным и биоти-ческим особенностям.

Первая Рабочая стратиграфическая схема ордовика и силура АССО была принята в 1956 г. (Решения..., 1959). Региональных подразделе-ний (горизонтов) в ней не выделялось, а стра-тиграфическое положение местных стратонов (свит) трактовалось в широких стратиграфи-ческих интервалах. В Региональной страти-графической схеме ордовика западной части АССО второго поколения, принятой в Новоси-бирске в 1964 г., для всей территории Горного Алтая предполагалось отсутствие (длительный стратиграфический перерыв) поздней части раннеордовикских (аренигский век тради-ционной британской шкалы) и ранней части

среднеордовикских (лланвирнский век британ-ской шкалы) осадочных образований (Гинцин-гер, 1964; Корреляционные..., 1964; Гинцингер, Сенников, 1967). Для ордовикской последова-тельности Уйменско-Лебедской СФЗ Алтая до-пускалось, что стретинская свита (позднее пе-реведенная в ранг стретинской серии) нижней своей частью может быть условно сопоставлена с лланвирном и верхами аренига (подразделе-ния британского ярусного стандарта) (Корре-ляционные..., 1964; Гинцингер, Сенников, 1967).

В период между Стратиграфическими сове-щаниями 1964 и 1979 гг. для ордовикских отло-жений западной части АССО были предложе-ны 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 кара-дока (Левицкий, 1963; Севергина, 1973) и ряд других для верхней части ордовика. Первым из рассматриваемого интервала среднего ордовика в современном его объеме был выделен костин-ский горизонт, предложенный Е.С. Левицким (Левицкий, 1963; Севергина, 1973; Сенников и др., 1982; Решения..., 1983). Гипостратотипом горизонта в настоящее время выбран разрез Ба-раний-1 (рис. 5) верхней части воскресенской свиты у с. Усть-Чагырка в Чарышско-Инской СФЗ Горного Алтая (Сенников и др., 1982; Пе-трунина и др., 1984). Костинский горизонт по своему стратиграфическому объему по Е.С. Ле-вицкому (1963) соответствовал всему объему лланвирнского яруса, а по Л.Г. Севергиной (1973) отвечал только позднему лланвирну (по британской ярусной шкале). Позднее для верх-ней (посттремадоксской) 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 стратиграфи-ческой схемы ордовика западной части АССО третьего поколения (1979 г.) отмеченные выше лебедской и костинский горизонты были офи-циально введены в единую последователь-ность региональных стратонов. Лебедской го-ризонт соответствовал аренигу традиционной британской ярусной шкалы. За его стратотип были приняты нижняя и средняя части тулой-ской свиты (низы стретинской серии), вскры-тые 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* — *sinodontatus*/*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) лебедский 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 *sinodontatus*/*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., *Nielus* 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* Utr. 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

sinodontatus/*Cardiograptus* зоны *hirundo* (Сенников и др., 2014). Зональный граптолитовый комплекс *sinodontatus*/*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 *sinodontatus*/*Cardiograptus*, содержащий также представителей рода *Oncograptus*, встречается 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 *sinodontatus*/*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

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

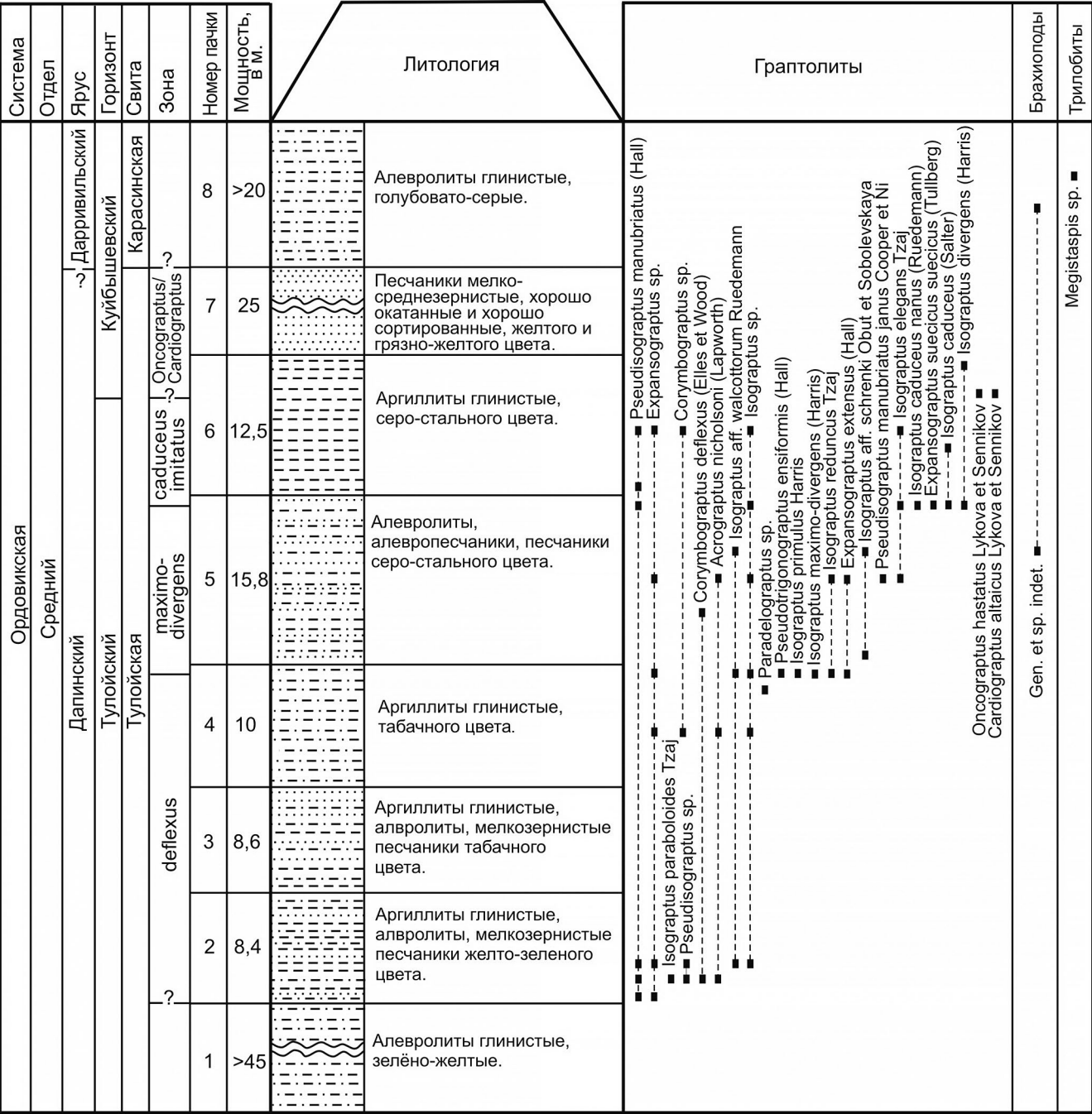


Рис. 7. Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Придорожный (координаты 2-й пачки 54°14'05" с.ш., 87°17'45" в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

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 внутрорегиональным 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

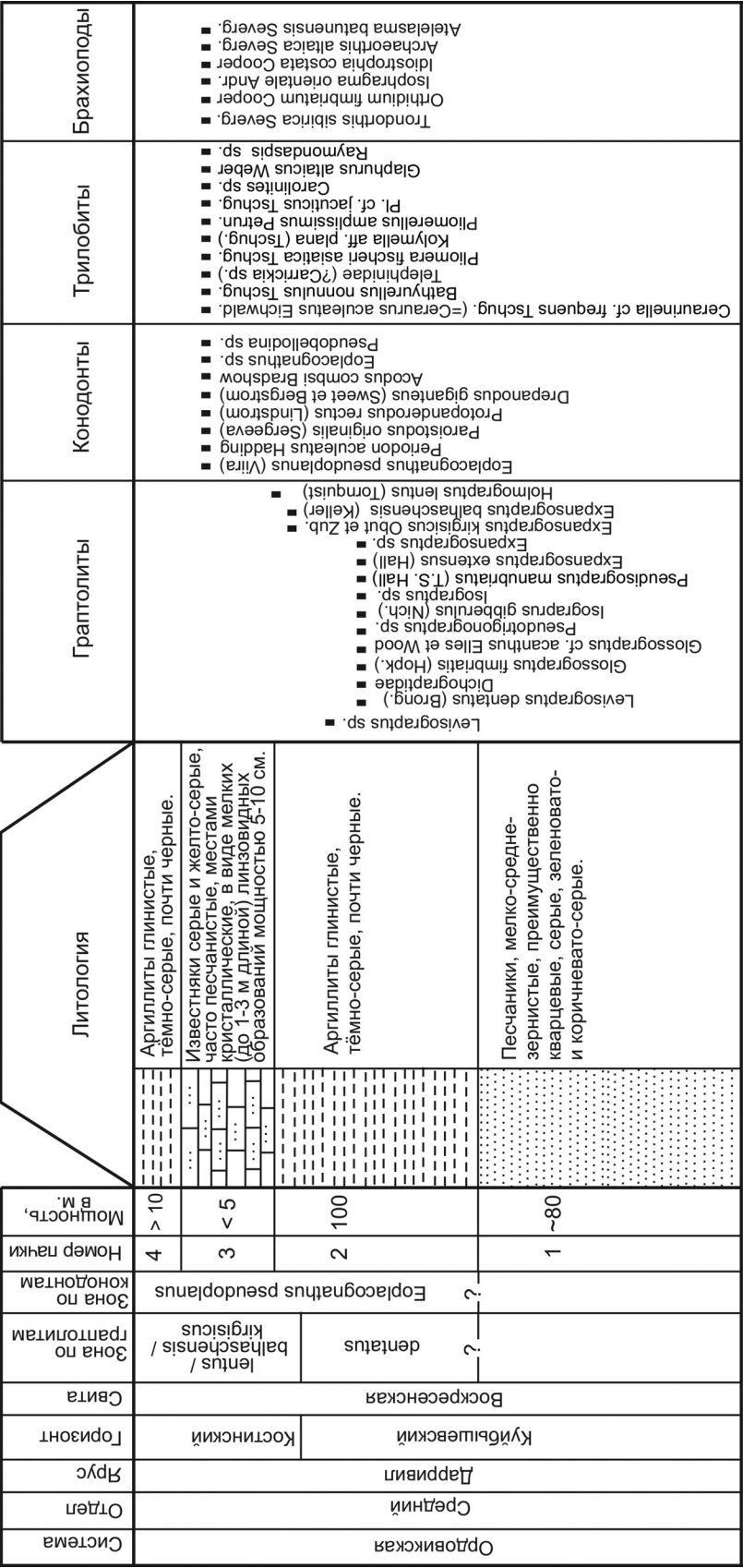


Рис. 8. Литологическая колонка и распространение фаунистических остатков в разрезе Батун (координаты 3-й пачки 51°33'50" с.ш., 82°26'45" в.д.). Условные обозначения см. рис. 4.

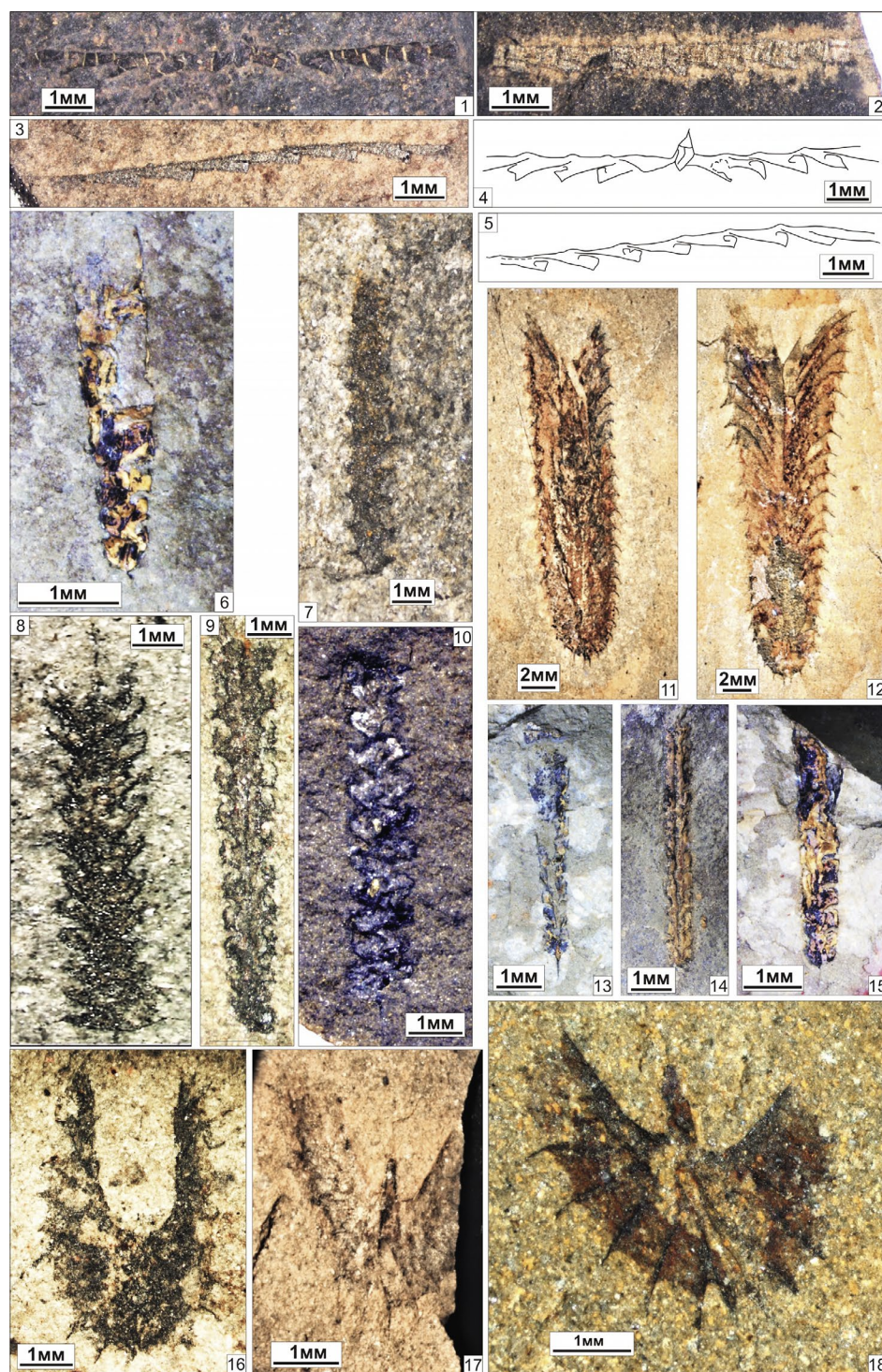


Таблица I. Характерные таксоны граптолитов среднеордовикских разрезов Батун, Тулой, Маралиха, Придорожный. 1–5 – *Holmograpthus lentus* (Törnquist), разрез Батун, 3-я пачка: 1 – экз. № 2121/1, 2 – экз. № 2121/2, 3 – экз. № 2121/3, 4 – экз. № 2121/1 (рисунок фиг. 1), 5 – экз. № 2121/3 (рисунок фиг. 3); 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 sinodontatus* (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 sinodontatus* и родов *Cardiograptus* и *Oncograptus*, являющихся индексами граптолитовой зоны *sinodontatus/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 откритоморским видам, характеризуют одноименную относительно глубоководную биофаунацию (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*,

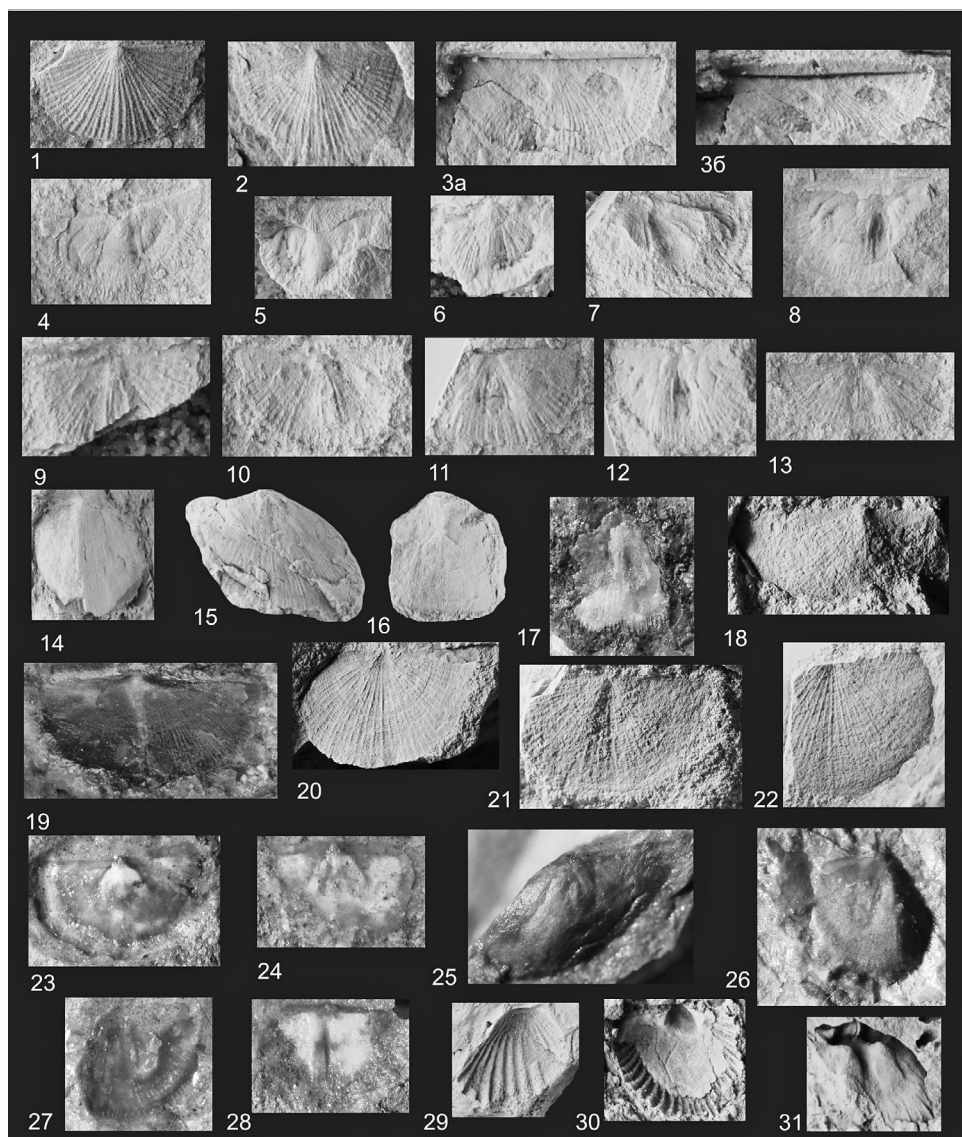


Таблица II. Среднеордовикские брахиоподы куйбышевского и костинского горизонтов разреза Маралиха.

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 $\times 4$, кроме фиг. 1, $\times 3$; 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 $\times 3$, кроме фиг. 14, $\times 2$; 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 $\times 3$, кроме фиг. 26, 27, $\times 2$; 29 – ? *Idiostrophia* sp., отпечаток створки, экз. 2121/45, обр. Щ2304-1, нижняя часть 5-й пачки, $\times 3$; 30 – ? *Nanorthis* sp., внутреннее строение брюшной створки, экз. 2121/46, обр. Щ2204-3, 6-я пачка (60 м от основания), $\times 3$; 31 – ? *Archaeorthis* aff. *altaica* Severg., ядро спинной створки, наблюдается замочный отросток, экз. 2121/47, обр. Щ2204-2, нижняя часть 5-й пачки, $\times 5$.

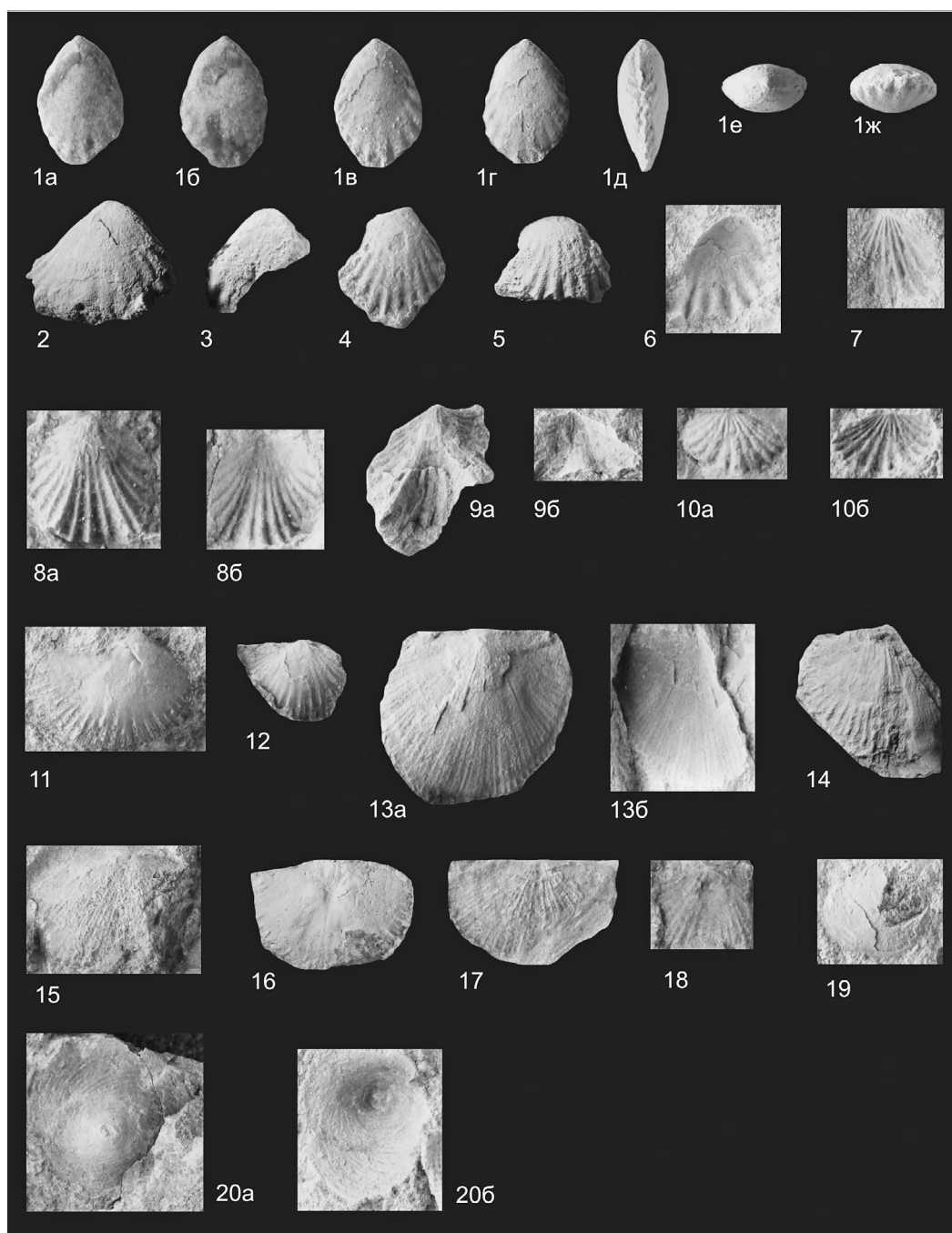


Таблица III. Среднеордовикские брахиоподы костинского горизонта разреза Бараний-1.

1–6 – *Idiostrophia costata* Ulr. et Coop.: 1 – целая раковина со слухенным раковинным веществом, экз. 2121/48; 1а – брюшная створка, без напыления, виден узкий спондилей 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 $\times 3$; 7 – ? *Idiostrophia* sp., отпечаток створки, экз. 2121/54, $\times 4$; 8–10 – *Plectosamara* cf. *costata* Cooper: 8а – брюшная створка, экз. 2121/55, 8б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/56, $\times 4$; 9а – брюшная створка, экз. 2121/57, 9б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/58, $\times 3$; 10а – спинная створка, экз. 2121/59, 10б – отпечаток спинной створки, экз. 2121/60, $\times 4$; 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 $\times 3$; 19 – ? *Tuloja* sp., фрагмент створки с частично сохранившимся раковинным веществом, видна концентрическая скульптура, экз. 2121/70, $\times 4$; 20 – ? *Acrotretidae*: 20а – брюшная створка, экз. 2121/71, 20б – отпечаток брюшной створки, экз. 2121/72; все $\times 3$. Все образцы из 6-й пачки.

[illegible]

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 биофазию (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

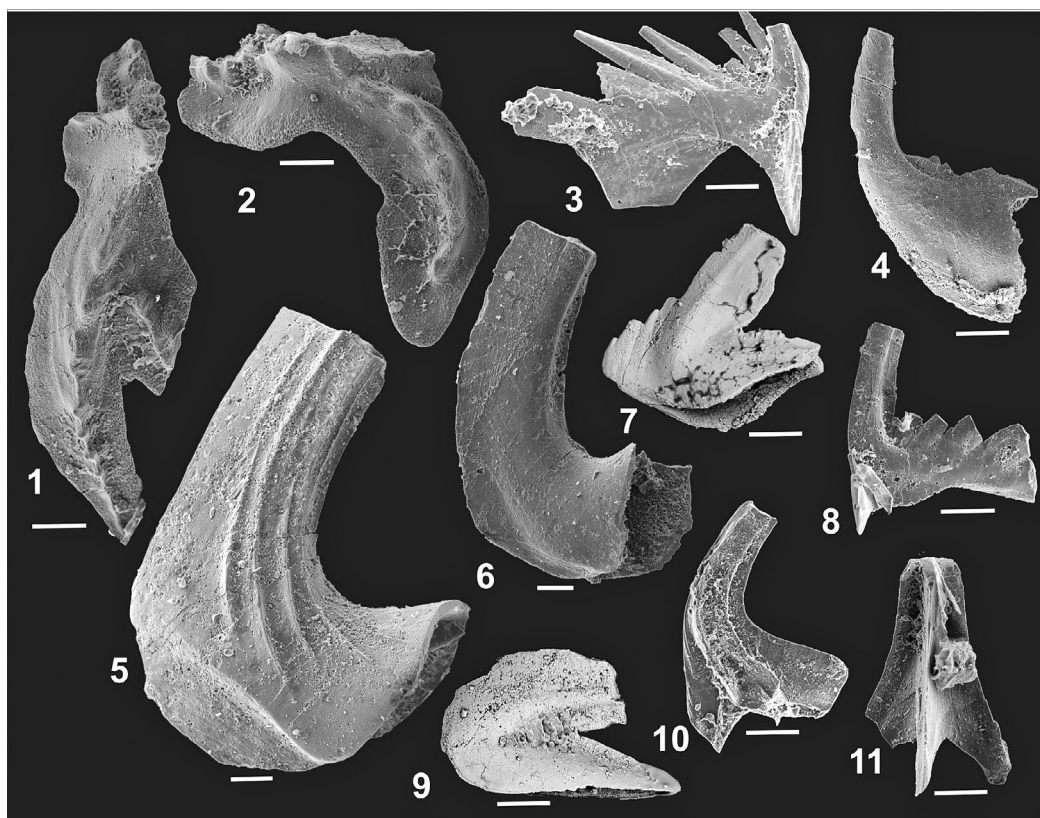


Таблица IV. Характерные таксоны конодонтов костинского горизонта разреза Батун.

1, 2 — *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira), Р-элементы: 1 — экз. 2121/73, 2 — экз. 2121/74; 3, 7, 8 — *Periodon aculeatus* Hadding: 3 — S-элемент, экз. 2121/75, 7 — М-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), М-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.

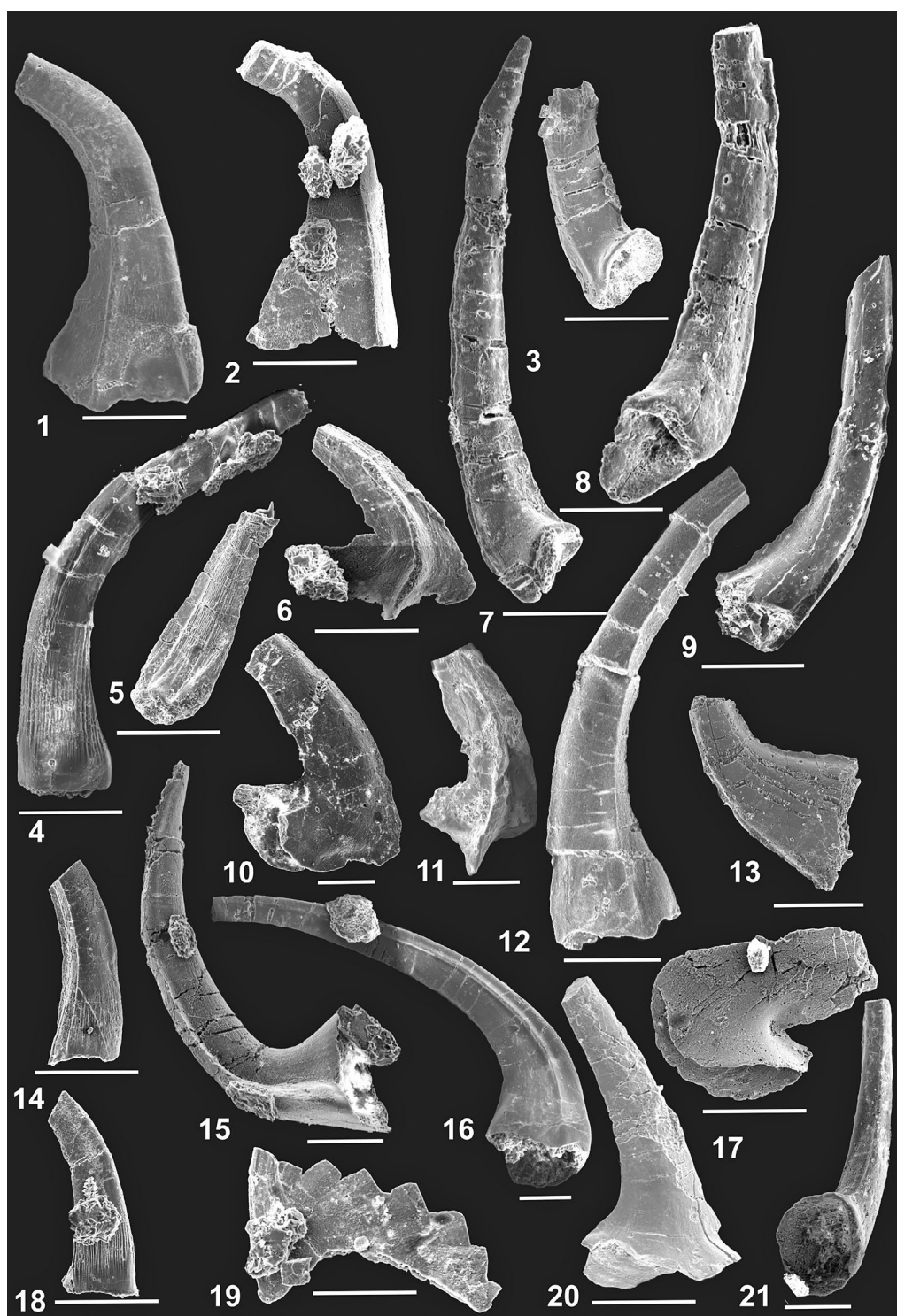


Таблица V. Характерные таксоны конодонтов костинского горизонта разреза Бараний-1.

1, 2 – *Acodus* cf. *eleusicus* 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 *sinodontatus*/*Cardiograptus*/*Oncograptus*, а также граптолитовые зоны *astrodentatus* 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 разновозрастные 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 докембри 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 Precordillera 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) sinodontatus/Cardiograptus/Oncograptus, sinodontatus, (2) austrotridentatus, (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