

ВЕРХНИЙ ОРДОВИК СЕВЕРО-ВОСТОКА ГОРНОГО АЛТАЯ: СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Н.В. Сенников^{1,2}, О.Т. Обут^{1,2}, Т.Ю. Толмачева³, Е.В. Лыкова¹, Р.А. Хабибулина¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3

²Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского,
199034, Санкт-Петербург, Средний просп. 74, Россия

В результате комплексного лито- и биофациального анализа реконструирован генезис терригенно-карбонатных толщ верхнего ордовика северо-востока Горного Алтая: крупные по площади карбонатные плоские «банки» с низким рельефом формировались относительно близко от береговой линии. По конодонтам определен возрастной интервал формирования этого терригенно-карбонатного комплекса — сандбийский век и ранняя половина катийского века. В разрезах верхнего ордовика северо-восточной части Горного Алтая установлены следы глобальных регрессивных событий начала сандбиа — Vollen Lowstand и раннего катия — Frognerkilen Lowstand Event.

Ордовик, фациальные обстановки, конодонты, Горный Алтай.

THE UPPER ORDOVICIAN OF NORTHEASTERN GORNY ALTAI: STRATIGRAPHY AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS

N.V. Sennikov, O.T. Obut, T.Yu. Tolmacheva, E.V. Lykova, and R.A. Khabibulina

Comprehensive lithofacies and biofacies analysis provided constraints on the origin of Upper Ordovician clastic and carbonate deposits in northeastern Gorny Altai, which form large low-elevated flat carbonate banks located relatively close to the shore. The sediments were deposited during the Sandbian and early–middle Katian stages, according to new conodont data. Upper Ordovician sections in northeastern Gorny Altai store record of two global regressions: the early Sandbian (Vollen Lowstand) and early Katian (Frognerkilen Lowstand) events.

Ordovician, facies, depositional environment, conodonts, Gorny Altai

ВВЕДЕНИЕ

Идентификация условий образования морских осадочных толщ палеозоя является одной из крайне интересных, достаточно широко обсуждаемых в научной литературе и весьма сложных проблем. Предлагаемые варианты ее решения, даже для одного и того же геологического объекта, далеко не всегда однозначны. Ранее авторы данной статьи проводили исследования по реконструкциям палеоглубин алтайских кембрийских и ордовикских бассейнов океанического типа и соседствующих с ними краевых переуглубленных частей шельфа [Сенников и др., 2011]. В настоящей статье анализируются материалы по фациальным обстановкам сублиторали. В рассматриваемом алтайском позднеордовикском бассейне были развиты таксономически разнообразные бентосные фаунистические сообщества, а также более редкие пелагические группы фауны. Литологические данные являются базовыми для «первых» оценок таких параметров алтайских морских ордовикских бассейнов, как глубина, удаленность от береговой линии, активность гидродинамики. Для определения солёности и температуры воды таких палеобассейнов первоочередными (если не используются геохимические параметры) являются палеонтологические данные. Кроме того, всевозможные сочетания различных фаунистических групп служат биоиндикаторными, «проверочными» критериями для корректировки литофациальных реконструкций глубин формирования осадочных комплексов во всем разнообразии их обстановок.

При определении для алтайских морских ордовикских бассейнов температуры, гидродинамической активности, солёности и глубины, по возможности, учитывался, как это принято при подобных реконструкциях [Уилсон, 1980; Шурыгин, 2005; Захаров, 2016; и др.], весь комплекс литологических и биологических (палеоэкологических) параметров — структурно-текстурные параметры, гранулометрический состав, фациальные изменения, мощности образований, таксономический состав и структура фаунистических комплексов и др.

СПЕЦИФИКА ПОЗДНЕОРДОВИКСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Позднеордовикские экосистемы формировались на заключительном этапе ордовикской биодиверсификации [The Great..., 2004]. На фоне самого продолжительного в ордовике интервала высокого стояния уровня моря [Nielsen, 2004, 2011] в позднем ордовике началась первая стадия формирования рифовых экосистем с участием рифостроящих кишечнополостных — табулят (появились ранее, в начале ордовика), ругоз (зародились ранее, в среднем ордовике, с массовым развитием в позднем ордовике), строматопорат (возникли в кембрии, с массовым развитием в позднем ордовике) и первых гелиолитиды. Во многих геологических регионах мира совместное бурное развитие перечисленных групп кишечнополостных и водорослей приводило к возникновению масштабных рифовых систем типа современного Большого барьерного рифа Австралии. Такие рифовые системы известны и на Алтае, где они ярко проявлены в составе позднеордовикских ханхаринской и техтенской свит как в виде отдельных рифов, так и рифовых массивов, и рифовых поясов в Чарышско-Инской и Ануйско-Чуйской фациальных зонах на западе и в центральной части региона [Sennikov et al., 2008].

В северо-восточной части Горного Алтая, выделяемой как Уйменско-Лебедская фациальная зона, основную часть позднеордовикских отложений составляет гурьяновская свита. Она имеет следующие специфические особенности. Первое — при наличии в ней водорослей и различных групп кораллов, карбонатные породы в составе этой свиты не образовывали каких-либо купольных органогенных поднятий — биогермов, биогермных массивов и рифов. Второе — очень высокое разнообразие фаунистических групп — водоросли, брахиоподы, трилобиты, остракоды, наутилоидеи, табуляты, гелиолитиды, ругозы, строматопораты, мшанки, криноидеи, конодонты. Третье — достаточно высокое общее число родов и видов организмов отдельных групп. По таксономическому разнообразию ориктоценозов, установленных в разрезах преимущественно терригенно-карбонатного состава, гурьяновский стратон ордовика западной части Алтае-Саянской складчатой области может быть сравним только с упоминавшимся выше ханхаринским стратонем, сформировавшимся в фациальных обстановках крупных барьерных рифовых систем и сопутствующих им зарифовым обстановкам терригенно-карбонатного осадконакопления, для которых такие характеристики являются стандартными.

Известняки в составе гурьяновской свиты накапливались в условиях нормально-морской солёности, на что указывает присутствие стеногалинных групп кораллов, трилобитов, брахиопод, отсутствие строматолитов и доломитов. Общая температура вод в палеобассейне при формировании осадочных образований гурьяновской свиты была высокой, что подтверждается наличием стенотермных кораллов, многочисленных толстостенных (в т.ч. и крупных) раковин брахиопод, значительным таксономическим разнообразием в составе различных групп фауны. То есть температура и солёность не могли являться подавляющими факторами рифообразования. К другим сдерживающим факторам этого процесса относятся глубины палеобассейнов, характер и масштаб поступления терригенного материала. Именно поэтому излагаемые ниже данные касаются прежде всего глубин исследуемого позднеордовикского бассейна северо-востока Алтая и удаленности от палеоберега (от областей сноса терригенного материала) отдельных частей его палеоакватории. Авторы статьи, взяв при актуалистическом подходе за эталон средние величины таких показателей в современных морях с терригенно-карбонатным осадконакоплением, осознают, что глубины волнового воздействия и проникновения света в палеозойских морских бассейнах зависели от многих причин и могли сильно варьировать. В настоящей работе за глубину проникновения регулярных волн, с определенной долей условности, принята средняя величина 10 м, за глубину штормовых волн — 20—30 м. Глубина проникновения света оценивается как 150 м (эвфотическая зона от 0 до 30—80 м, а дисфотическая от 30—80 до 150 м).

НОВЫЕ ЛИТО- И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Авторы статьи в 2009—2016 гг. провели специальные стратиграфические исследования на опорных разрезах гурьяновской свиты в северо-восточной части Горного Алтая (рис. 1). Были детально послойно описаны сводные разрезы, привязаны к выделенным последовательностям пачек ранее известные находки фауны, собраны новые коллекции органических остатков, в том числе, для химической препарировки карбонатных пород с целью сбора коллекций конодонтов.

В изученных нами обнажениях гурьяновской свиты, в правобережье р. Лебедь выше бывшей дер. Стретинка, определен парастратотип свиты, в котором можно наблюдать контакты с подстилающей карасинской и перекрывающей чеборской свитами. В стратотипе гурьяновской свиты в правобережье р. Лебедь, в районе бывшей дер. Гурьяновка (разрез Бура), средняя, значительная по мощности часть свиты задернована, присутствуют послойные дайки. Эти разрезы (Лебедь и Бура) и содержащиеся в нем органические остатки изучали многие исследователи [Дзубо, 1960; Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976; Севергина, 1978, 1984; Петрунина и др., 1984; Кульков, Севергина, 1989; Sennikov et al., 2008; Мельникова, 2010].

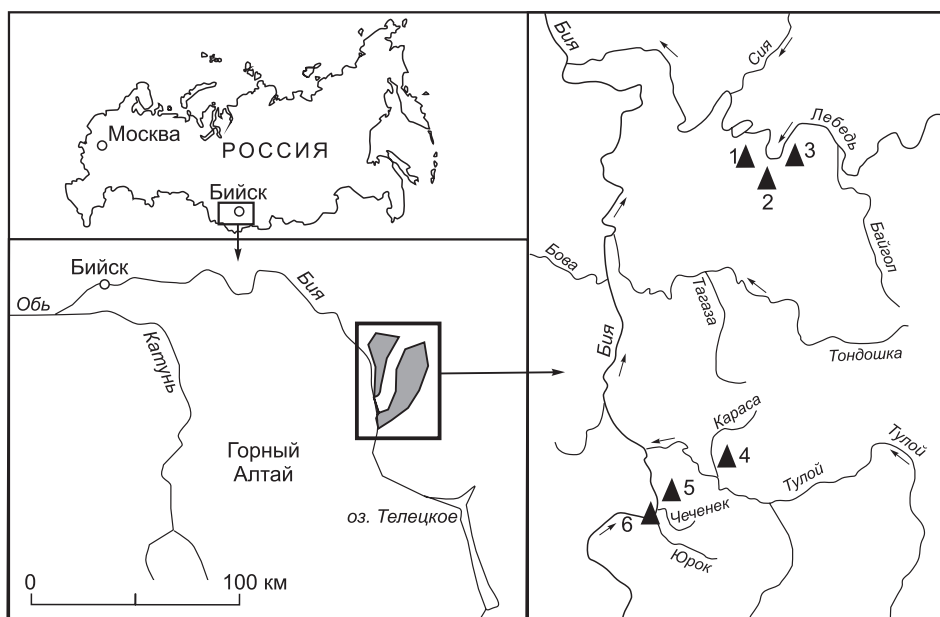


Рис. 1. Расположение изученных разрезов верхнего ордовика северо-восточной части Горного Алтая.

Серыми полями показаны выходы верхнеордовикских отложений.

1—6 — опорные разрезы гурьяновской свиты: 1 — Лебедь, 2 — Бура, 3 — Гурьяновская поляна, 4 — Тулой-Караса, 5 — Чеченек, 6 — Бия.

В разрезе **Лебедь**, в 300 м выше третьего брода от бывшей дер. Стретинка (вверх по течению р. Лебедь), в правом борту реки можно наблюдать, как на зеленовато-серых алевролитах верхов карасинской свиты с граптолитами терминальной зоны дарривильского яруса *teretiusculus* залегает (рис. 2) базальная пачка гурьяновской свиты, сложенная песчаниками среднекрупнозернистыми (до гравелитов), полимиктовыми, зеленовато- и темно-серыми. Вверх по разрезу следует переслаивание различных органиогенных известняков, известковистых алевролитов и аргиллитов.

Стратиграфически выше пород гурьяновской свиты в разрезе Лебедь, с постепенным переходом в 1-метровом интервале, залегают вишнево-красные глинистые аргиллиты базальной пачки чеборской свиты. В этом разрезе граница между гурьяновской и чеборской свитами проведена по появлению глинистых аргиллитов вишнево-красных и лиловых тонов. Можно допустить, что верхнюю границу гурьяновской свиты следует проводить по кровле последнего прослоя известняков или известковистых аргиллитов. На это указывает рассмотренное ниже появление красноцветности среди известняков гурьяновской свиты в верхней части разрезов Гурьяновская поляна и Бия. При такой трактовке, граница между гурьяновской и чеборской свитами в разрезе Лебедь может быть проведена не по кровле 18-й пачки, а в основании 17-й пачки (см. рис. 2).

Мощность гурьяновской свиты в разрезе Лебедь не превышает 200 м. Ранее [Кривчиков и др., 1976] мощность свиты «завышалась» (более 500 м), вероятно, по причине труднодоступности ряда береговых обнажений и совпадения направления течения реки и простирания отдельных пачек пород.

По данным предыдущих исследователей [Дзубо, 1960; Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989; Мельникова, 2010], в разрезе Стретинка присутствуют брахиоподы *Severginella altaica* (Sev.), *Salopia ixunaica* (Sev.), *Glyptomena subgirvanensis* Sev., *Schizophorella altaica* (Sev.), *Schiz. shorica* Sev., *Multicostella (Chaulistomella) lebanonensis* Cooper, *Austinella lebediensis* Sev., *Boreadorthis togaensis* Sev.; трилобиты *Ceraurus cf. icarus* (Bill.); остракоды *Grammolomatella* sp., *Eurychilina?* sp.; табуляты *Nyctopora elandiensis* Dz.; гелиолитиды *Cyrtophyllum* ex gr. *jaconurensis* Dz., *Sibiriolites lebediensis* Dz. Авторами настоящей статьи в разрезе определены гелиолитиды *Chaetetes tchakerensis* Dz. (6-я пачка), табуляты *Nyctopora denticulate* Sok. et Tes., *Nyct. nicholsoni* (Rad.), *Calapoecia baragashiensis* Dz. (седьмая, девятая и 13-я пачки), конодонты *Scandodus* sp., *Phragmodus undatus* Br. et M., *Panderodus* cf. *P. gracilis* (Br. et M.), *Aphelognathus* sp., *Belodina compressa* (Br. et M.), *Drepanoistodus suberectus* (Br. et M.) (13-я пачка) (рис. 3).

Известняки в разрезе Лебедь занимают 50 % объема всех пород (таблица). Они обычно темно-серые, слабглинистые, с более чистыми водорослевыми «закатышами-стяжениями» (нодулами) размером 0.5—1.0 см. Часто глинистый материал на выветренной поверхности создает «мелкоочковую» (но-

Система	Отдел	Ярус	Свита	№ пачки	Мощность, м	Литологические особенности	Брахиподы	Наутиллоиды	Трилобиты	Остракоды	Табуляты	Геммолиты	Ругозы	Криноиды	Конодонты				
Ордовикская	Верхний	Сандвий	Гурьяновская	19	>20	Аргиллиты глинистые, вишнево-красные													
				18	5-6	Алевролиты слабокомковатые, со слабовыраженной слоистостью с нечеткими параллельными плоскостями, зеленовато-серые													
				17	>5	Песчаники мелкозернистые, хорошо сортированные и хорошо окатанные, неслоистые, комковатые, с неровными поверхностями напластования, зеленовато-серые													
				16	7	Алевролиты и аргиллиты, в т. ч. известковистые, комковатые, комковато-наслоенные, зеленовато-серые с сизоватым оттенком													
				15	5	Аргиллиты слабоизвестковистые, массивно-слоистые (0.5 м), с параллельными поверхностями напластования, светло-серые													
				14	5	Аргиллиты сильноизвестковистые, комковатые, узловатые, серого цвета. Наблюдается микрослоистость (0.5 см)													
				13	10	Известняки сильноглинистые, темно-серые, переходящие в аргиллиты сильноизвестковистые серого цвета. Карбонатный материал концентрируется, возможно, за счет водорослей, в линзы и слои. Встречаются мелкие калиптры диаметром 1-2 см													
				12	7	Песчаники мелкозернистые, хорошо сортированные, неясно-слоистые, табачно-серые													
				11	4	Известняки глинистые, неясно-слоистые, слабоглинистые, серые. Наблюдаются «участки» неглинистых известняков светло-серого цвета размером до 5-10 см. Глинистый материал иногда концентрируется в слои до 5 см мощности													
				10	8	Известняки глинистые, темно-серые, почти черные													
				9	~15	Известняки водорослевые, бугристо-комковато-наслоенные, местами глинистые, с водорослевыми калиптрами, возможно, строматолитовой природы, серого цвета. Глинистый материал на выветренной поверхности создает «мелкоочковую» (нодулярную) структуру, а также концентрируется в слоях мощностью 5-7 см. Промежутки между такими слоями 3-5 см. Местами в породе встречаются многочисленные водорослевые желваки, округлой и эллиптической формы, диаметром от 0.5 до 1.0-1.5 см													
				8	5	Песчаники существенно кварцевые, мелкозернистые, хорошо сортированные, хорошо окатанные, массивные, темно-серые. В верхах пачки с карбонатным цементом													
		7	>5	Известняки песчаные, слабоглинистые, массивные, неясно-слоистые, темно-стально-серые. Песок мелкозернистый, хорошо сортированный, хорошо окатанный. Встречаются более чистые карбонатные стяжения водорослевой природы диаметром 1-3 см. Местами глинистый материал создает 1-2 мм микрослоистость															
		6	>5	Известняки темно-серые, слабоглинистые, с более чистыми водорослевыми «закатышами-стяжениями» размером 0.5-1.0 см. Встречаются редкие 2-3 см бугорчатые водорослевые калиптры. Местами калиптры занимают до 70-80 % породы															
		5	2	Известняки слабоглинистые, массивные, неясно-слоистые, серые, темно-серые															
		4	15	Известняки глинисто-песчаные, бугристо-наслоенные, со слабо-выраженной плитчатостью, серого цвета. В средней части пачки количество терригенного материала постепенно возрастает, и породы постепенно переходят в алевропесчаники известковистые, сильноглинистые, плитчатые (5-7 см), с ровными, плоскостями напластования, грязно-табачно-серые															
		3	30-35	Песчаники слабоизвестковистые, мелкозернистые, среднесортированные, среднеокатанные, массивные, стально-зеленовато-серые															
		2	>50	Переслаивание известняков, алевролитов известковистых и аргиллитов сильноизвестковистых темно-серого цвета															
		1	1.5	Песчаники среднетоннозернистые, полимиктовые, до гравелитов, серые, зеленовато- и темно-серые															
		Средний	Дарвинил	Карасинская		22		Переслаивание алевролитов и аргиллитов глинистых, зеленовато-серых и желтовато-серых. Содержатся рапалолиты <i>Hustedograptus teretiusculus</i> (Hisinger), <i>Eoglyptograptus</i> aff. <i>dentatus</i> (Brongniart)											

Рис. 2. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Лебедь.

Мощности пачек здесь и далее на разрезах вне масштаба. 1 — конгломераты и гравелиты, 2 — песчаники (в том числе 3 — известковистые), 4 — алевропесчаники, 5 — алевролиты (в том числе 6 — известковистые), 7 — аргиллиты (в том числе 8 — известковистые), 9 — известняки (в том числе 10 — песчаные, 11 — глинистые), 12 — линзовидные тела, 13 — водорослевые образования.

Литологические и биотические параметры опорных разрезов гурьяновской свиты

Параметр	Лебедь	Бура	Гурьяновская поляна	Тулой-Караса	Чеченек	Бия
Распределение литологических типов пород, %						
Песчаники (включая гравелиты и конгломераты)	~20	~3	15	~40	47	~40
Алевролиты и аргиллиты	~30	~9	30	~40	43	~42
Известняки (включая глинистые и песчаные)	~50	~88	55	~20	10	~18
Частота встречаемости групп фауны в отдельных пачках и слоях						
Высокая (> 100 экз.)	Брахиоподы, табуляты/гелиолитиды	Табуляты/гелиолитиды, брахиоподы	—	Брахиоподы	Брахиоподы	Брахиоподы
Средняя (100-10 экз.)	Остракоды, наутилоидеи	Остракоды, трилобиты	Брахиоподы, остракоды, табуляты	Остракоды	—	Конодонты, остракоды
Низкая (< 10 экз.)	Конодонты, трилобиты	Конодонты, ругозы, строматопораты	—	Трилобиты, наутилоидеи	—	—
Единичные находки	Ругозы	—	Ругозы, мшанки, трилобиты, ихнофоссилии	Табуляты	Трилобиты, криноидеи	Кораллы, мшанки, трилобиты, наутилоидеи
Таксономическое разнообразие групп фауны в целом по разрезу						
Высокое (> 10 видов)	—	Брахиоподы	—	Брахиоподы, остракоды	—	—
Среднее (10-5 видов)	Брахиоподы, конодонты	Табуляты/гелиолитиды, трилобиты	Брахиоподы	Трилобиты	—	Брахиоподы
Низкое (< 5 видов) и слабоизученное	Табуляты/гелиолитиды, остракоды, трилобиты, ругозы, наутилоидеи	Мшанки, ругозы, конодонты, строматопораты	Ругозы, мшанки, табуляты, остракоды, ихнофоссилии	Табуляты, наутилоидеи	Брахиоподы, трилобиты, криноидеи	Конодонты, трилобиты, мшанки, кораллы, остракоды, наутилоидеи

дулярную) структуру, а также концентрируется в слоях мощностью 5—7 см. Имеются более чистые карбонатные стяжения водорослевой природы диаметром 1—3 см. Местами в породе встречаются многочисленные водорослевые желваки, округлой и эллиптической формы диаметром от 0.5 до 1.0—1.5 см. Наблюдаются 2-3-сантиметровые бугорчатые водорослевые калиптры, которые занимают до 70—80 % породы. Встречаются крупные (15—20 см) и мелкие (3—5 см) колонии табулят, перевернутые по отношению к прижизненному положению. Крупные колонии «завернуты» в «оболочку» из глинистых известняков, что свидетельствует об их перемещении по дну палеобассейна.

Песчаники в рассматриваемом разрезе гурьяновской свиты составляют 20 % объема всего разреза (см. таблицу). Обломочный материал в них, как и в алевролитах (20 % объема разреза), хорошо сортирован и хорошо окатан. Глинистый материал в гурьяновской свите разреза Лебедь сконцентрирован, как правило, в виде примеси в известняках, реже в виде отдельных пачек и слоев. Такие пачки и слои составляют не более 10 % объема всего разреза.

В Лебедском разрезе гурьяновской свиты в ориктоценозах наиболее часто встречаются брахиоподы, табуляты и гелиолитиды (см. таблицу), реже представлены остракоды и наутилоидеи, немногочисленны трилобиты и конодонты, а также единичные ругозы. Максимально здесь таксономическое разнообразие брахиопод, установлено среднее число видов конодонтов, низкое разнообразие табулят, гелиолитид, остракод и трилобитов.

Литологические особенности пород разреза Лебедь, такие как: 1) глинистые известняки с нодулярной структурой; 2) бугристо-комковато-наслоенные известняки (рис. 4, фиг. 7); 3) комковатые, узловатые аргиллиты; 4) мелкозернистые, хорошо сортированные, хорошо окатанные песчаные обломки в известняках; 5) водорослевые желваки («дерновинки») и калиптры; 6) перевернутые по отношению к прижизненному положению колонии табулят, в том числе колонии, «завернутые» в «оболочку» из гли-

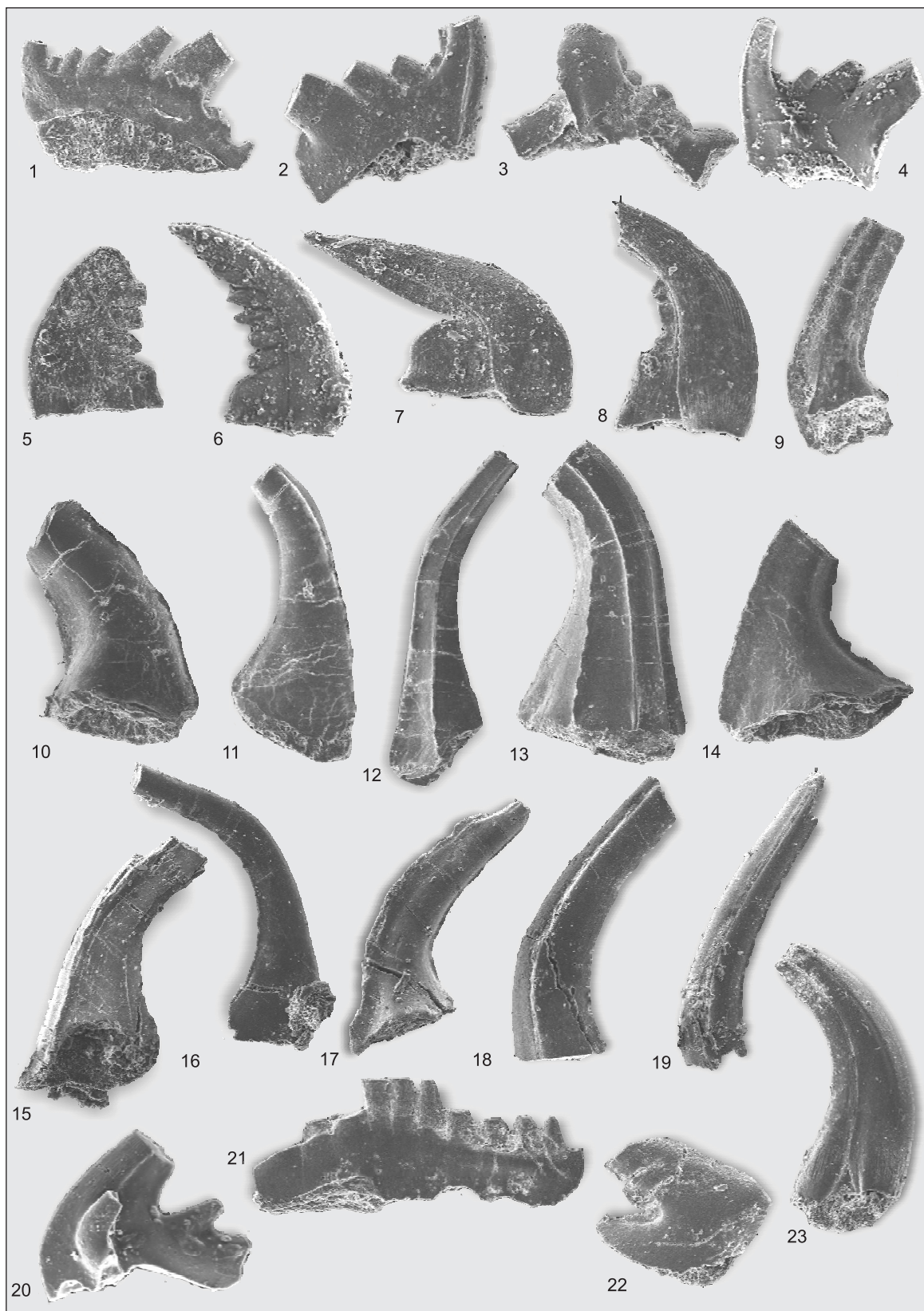


Рис. 3. Руководящие таксоны конодонтов гурьяновской свиты.

Фиг. 1—4, 9 — *Phragmodus undatus* Branson et Mehl: 1—3, 9 — разрез Лебедь; 4 — разрез Бия; фиг. 5—8 — *Belodina compressa* (Branson et Mehl): 5, 7, 8 — разрез Лебедь, 6 — разрез Бия; фиг. 10—16 — *Scandodus* sp.: 10—14 — разрез Стретинка; 15, 16 — разрез Бура; фиг. 17—19 — *Drepanodus* sp., разрез Бура; фиг. 20 — *Erraticodon* sp., разрез Бия; фиг. 21 — *Aphelognathus* sp., разрез Лебедь; фиг. 22 — *Drepanoistodus suberectus* (Branson et Mehl), разрез Лебедь; фиг. 23 — *Panderodus* cf. *P. gracilis* (Branson et Mehl), разрез Лебедь.

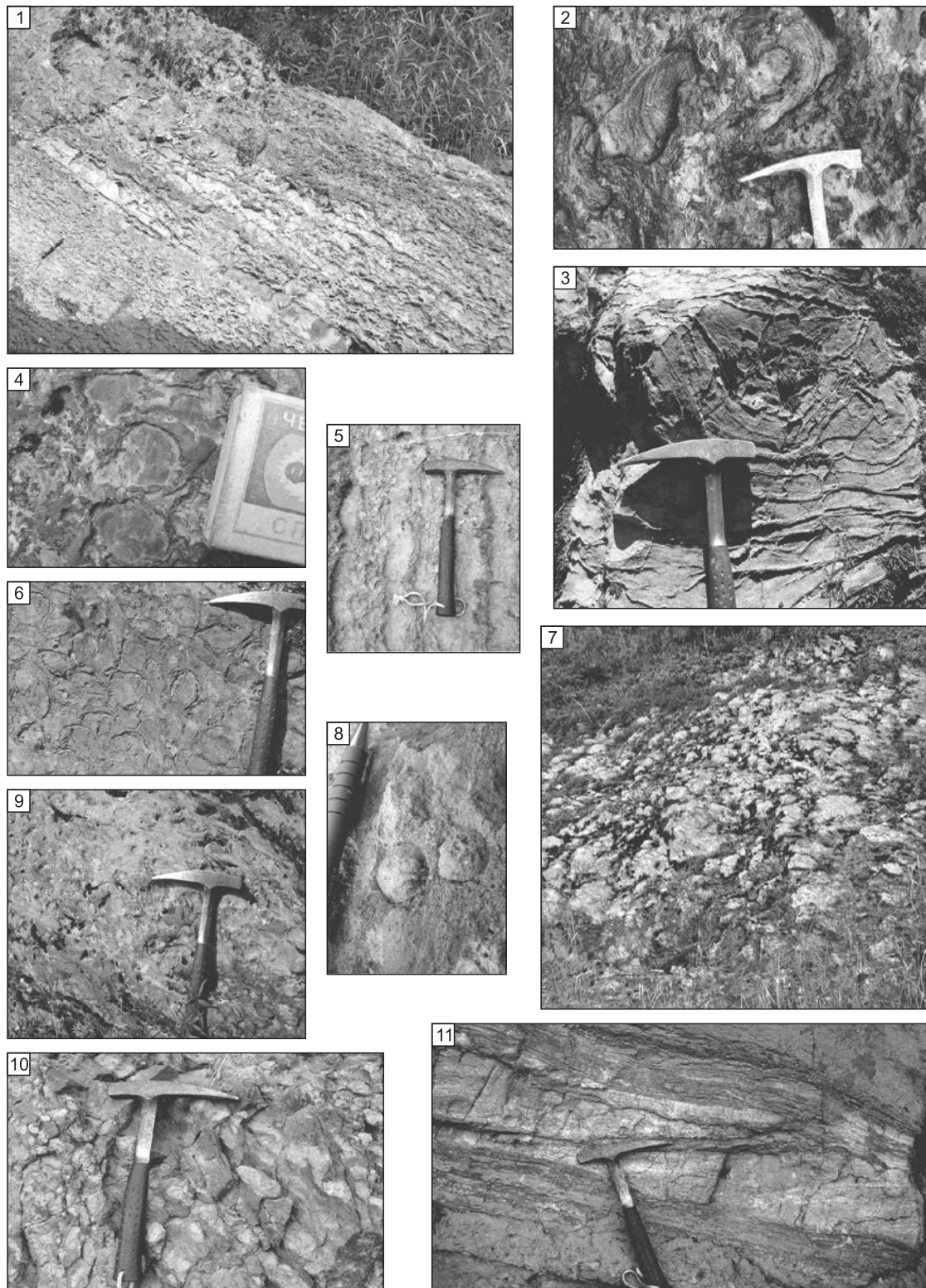


Рис. 4. Текстурно-структурные особенности пород и типы захоронений органических остатков в опорных разрезах гурьяновской свиты.

Фиг. 1 — береговое обнажение (2×2 м) с поперечным срезом пачки со слоистыми глинистыми известняками с нодулярной структурой; фиг. 2 — перевернутые и «обернутые» в глинистую оболочку изолированные колонии табулят; фиг. 3 — заполнение каналов промыва песчаных подводных баров; фиг. 4 — водорослевые калиптры в прижизненном положении; фиг. 5 — узловатые аргиллиты (слева, верхний слой) на глинистых известняках со знаками волновой ряби; фиг. 6 — целые раковины брахиопод в ракушняковой банке; фиг. 7 — обнажение (3х5 м) бугристо-комковато-наслоенных глинистых известняков; фиг. 8 — разрозненные спинные створки брахиопод выпуклостью вверх на поверхности слоя; фиг. 9 — комковатые глинистые известняки; фиг. 10 — водорослевые «закатыши»; фиг. 11 — пологонаклонное строение песчаных известняков. Фиг. 1, 5, 10, 11 — разрез Бура; фиг. 2, 4, 6-9 — разрез Лебедь, фиг. 3 — разрез Бия.

нистых известняков (рис. 4, фиг. 2), и др., позволяют предполагать, что подавляющее большинство слоев и пачек разреза Лебедь могли формироваться в условиях мелководья, в интервале выше уровня регулярного волнового воздействия — до 10 м. В то же время встречающиеся в разрезе Лебедь прослои аргиллитов, в которых глинистый материал создает 1-2-миллиметровую параллельную микрослоистость, свидетельствуют о возможности накопления некоторых прослоев в более глубоких зонах — ниже волнового базиса регулярных волн — более 10 м. Можно полагать, что дно палеобассейна не было ровным, и его могли осложнять как поднятия, так и впадины различных амплитуд (такие микрослоистые аргиллиты как раз и являются маркерами низкоамплитудных впадин).

Видимо, и некоторые карбонатные слои в разрезе Лебедь гурьяновской свиты накапливались ниже 10 м, на что указывает нахождение в них брахиоподовых ракушняковых банок с целыми неразобщенными створками (см. рис. 4, фиг. 6). С другой стороны, следует обратить внимание на присутствие водорослевых калиптр (см. рис. 4, фиг. 4), образованных деятельностью известковых синезеленых водорослей (*Cyanobacteria*), которые интенсивно развиваются [Лучинина, 1973; Ископаемые..., 1987] только в эвфотической зоне — до глубины 30–80 м. Кроме того, и герматипные кораллы также не могут жить на глубинах, превышающих эвфотическую зону.

Разрез Бура вскрывается в правом борту р. Лебедь, непосредственно выше устья Буры. Впервые его изучил В.М. Сенников [1962], позднее другие исследователи [Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989]. За прошедшие более 50 лет изменилось положение русла реки, бывшие ранее обнаженными склоны береговых откосов покрылись деревьями и кустарниками, в связи с чем большая часть стратотипа гурьяновской свиты там практически недоступна для изучения. По данным авторов настоящей статьи, выше устья Буры можно наблюдать, как на пачке пород верхов карасинской свиты мощностью более 5 м, состоящей из песчаников мелкосреднезернистых, слабоизвестковистых, массивных, грязно-желто-табачного цвета, залегают (рис. 5) сильноизвестковистые, серые аргиллиты, а затем следует чередование различных по глинистости известняков с редкими пачками и слоями песчаников и аргиллитов.

Общая вскрытая мощность нижней части гурьяновской свиты в разрезе Бура не менее 170 м. По данным В.М. Сенникова [1962], наблюдаемая ранее мощность гурьяновской свиты в этом ее стратотипическом разрезе была около 500 м (без учета в средней части разреза 150-метрового задернованного интервала). По другим [Кульков, Севергина, 1989] сведениям, мощность средней части гурьяновской свиты в ее стратотипе у устья Буры ранее могла быть оценена как 400 м.

В нижней части рассматриваемого стратотипического разреза гурьяновской свиты, по данным предыдущих исследователей [Дзубо, 1960; Черепнина, 1960; Ярошинская, 1960; Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989; Мельникова, 2010], встречены брахиоподы *Onniella* cf. *flava* (Havl.), *Apatomorpha altaica* Sev., *Fascifera buraensis* Sev., *Eoanostrophia lebediensis* Sev., *Eridorthis subinexpecta* Sev. и трилобиты *Homotelus* sp., *Eorobergia* sp., *Bumastus* sp.; в средней части разреза найдены: брахиоподы *Eridorthis subinexpecta* Sev., *Salairella salairica* (Sev.), *Boreadorthis togaensis* Sev., *Strophomena lebediensis* Sev. in Roz., *Dactylogonia subgeniculata* Sev., *Milticostella (Chaulistomella) amzassensis* Sev., *Severginella altaica* (Sev.), *Parastrophinella salairica* Sev.; трилобиты *Ceraurinus icarus* (Bill.), *Illaeus* sp., мшанки *Stallipora vesiculosa* Modz., *Phenopora multifera* Nekh., ругозы *Grewingia altaica* Tcherepn.; табуляты *Eofletcheria mironovae* Dz., *Nyctopora elandensis* Dz.; гелиолитиды *Cyrtophyllum baragashensis* Dz., *Sibiriolites lebediensis* Dz.; а в верхней части стратотипа установлены: брахиоподы *Glyptorthis praerulchra* Sev., *Hesperorthis lebediensis* Sev., *Austinella lebediensis* Sev., *Salopina uxunaica* (Sev.), *Strophomena lebediensis* Sev., *Glyptomena subgirvanensis* Sev., *Fardenia* cf. *scalena* Will., *Parastrophinella salairica* Sev., *Anoptambonites grayae sibirica* Sev., *Salairella salairica* (Sev.), *Severginella schorica* (Sev.), *Triplesia ainca* Sev., *Rhynchotretoides aincus* Sev., *Spirigerina sublevis* Roz.; остракоды *Egorovella demissa* Melnik; табуляты *Nyctopora minimalis* (Rad.), *Nic. tschakerenensis* Dz., *Calapoecia baragashensis* Dz., *Cal. anticostensis* (Bill.), *Paleofavosites inkensis* Tscherep.; гелиолитиды *Sibiriolites lebediensis* Dz.; строматопораты *Clathrodictyon kirgizicum amzassensis* V. Khalf.; мшанки *Constellaria floridaformis* Jarosh., *Anclotichia commutatilis* Jarosh., *Stellopora vesiculosa* Modz. Авторами настоящей статьи в разрезе Бура (10-я пачка) найдены конодонты *Scandodus* sp. и *Panderodus* sp.

Известняки в разрезе Бура составляют 88 % от всей его мощности. Среди них встречаются водорослево-массивные разности, детритовые известняки, глинисто-комковатые с нодулярной структурой за счет распределения глинистого материала, карбонатные гравелиты (кальцирудиты), оолитовые разности, брахиоподовые ракушняки. Достаточно часто в известняках встречаются водорослевые калиптры. Изредка в известняках наблюдается градационная (по размеру обломков бентосной фауны) слоистость.

Песчаники в Буринском разрезе гурьяновской свиты составляют 3 % объема разреза. Они хорошо окатаны и хорошо сортированы. Алевролиты и аргиллиты в разрезе Бура занимают 9 % общей мощности и в них нередко наблюдаются структуры перемещенных и «скрученных» за счет штормовой деятельности слаболитифицированных осадков. На наличие на дне палеобассейна микровпадин в разрезе Бура указывают структуры их заполнений в виде пологонаклонной слоистости (см. рис. 4, фиг. 11).

В ориктоценозах Буринского разреза гурьяновской свиты доминируют брахиоподы, табуляты и гелиолитиды (см. таблицу), реже встречаются остракоды и трилобиты, немногочисленны конодонты, строматопораты и ругозы. Максимально здесь таксономическое разнообразие брахиопод; среднее число видов трилобитов, табулят, гелиолитид; низкое разнообразие мшанок, ругоз и конодонтов.

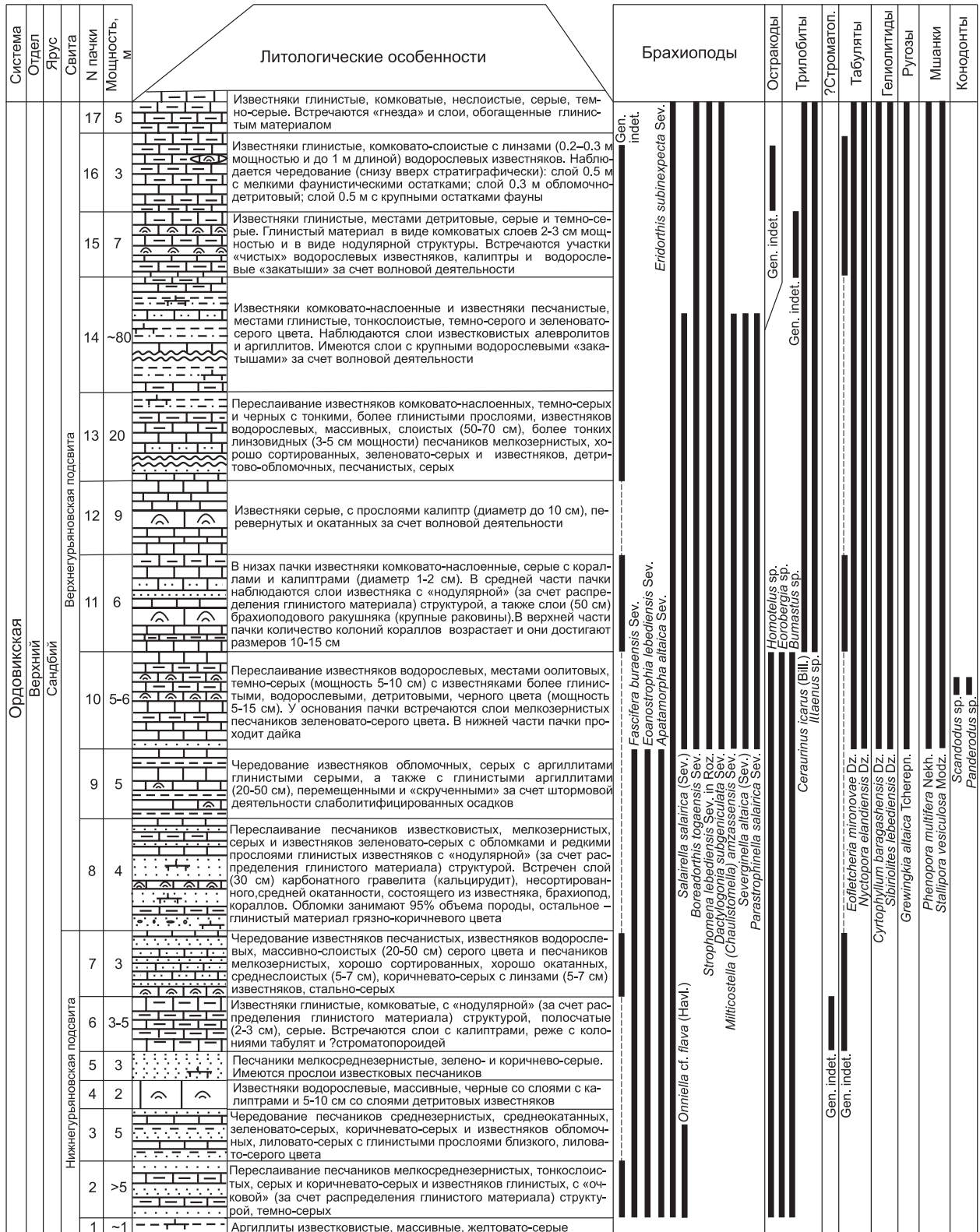


Рис. 5. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Бура.

Литологические особенности пород разреза Бура, такие как: 1) бугристо-комковато-наслоенные известняки; 2) глинистые известняки с нодулярной структурой (см. рис. 4, фиг. 1); 3) комковатые, «перекрученные» слои аргиллитов (фиг. 5); 4) карбонатные гравелиты (кальцирудиты); 5) водорослевые желваки («закатыши») и калиптры (фиг. 10); 6) сортированные по слоям с учетом размеров обломки бентосной фауны; 7) брахиоподовые ракушки, позволяют предполагать, что большинство слоев и пачек разреза Бура могли формироваться в условиях фациальной зоны мелководья, располагавшейся в интервале выше уровня регулярного волнового воздействия — от 3—5 м до 10 м. По наличию калиптр и герматипных кораллов в известняках рассматриваемого разреза его породы образовались в эвфотической зоне — до глубины 30—80 м.

В непосредственной близости от разреза Бура, в районе бывшей дер. Гурьяновка можно составить сводный (из трех фрагментов) разрез переходных отложений гурьяновской и чеборской свит. Для последней это нижняя треть ее стратотипа. **Разрез Гурьяновская поляна** в нижней своей части отвечает второй половине верхней части стратотипа гурьяновской свиты [Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989] и является, судя по простиранию пород [Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976], продолжением разреза Бура. В настоящее время нижняя часть разреза Гурьяновская поляна, которая соотносится с самой верхней частью гурьяновской свиты, сильно зелесена, а та его часть, которая относится к вышележащей чеборской свите вследствие изменения положения русла р. Лебедь, в правом ее борту стала более обнаженной. Там, по данным авторов настоящей статьи, можно наблюдать (рис. 6) две терминальные пачки составного стратотипа гурьяновской свиты — пачку переслаивания серых аргиллитов, алевролитов и мелкозернистых песчаников с редкими линзовидными телами красноватых известняков и пачку чередования серых, зеленовато-серых глинистых известняков и известковистых песчаников.

Разрез Тулой-Караса с карбонатно-терригенными породами гурьяновской свиты был впервые охарактеризован в коллективной работе [Кривчиков и др., 1976]. Разрез Тулой-Караса для гурьяновского стратиграфического интервала является составным. Он описан (1-я и 2-я пачки) по обнажению у дороги Верх-Бийск—Бийка, затем по обнажениям в 0,4 и 3 км восточнее дороги. В условиях появившейся за последние 40 лет сильной задернованности и густой залесенности многие из выходов пород гурьяновской свиты в этом разрезе сейчас не обнажены.

С использованием данных предыдущих исследователей [Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989] можно охарактеризовать разрез Тулой-Караса следующим образом. На терминальной пачке карасинской свиты, представленной алевролитами и алевропесчаниками табачно-серого и темно-стально-серого цвета, с граптолитами зоны *dentatus* средней части дарривильского яруса, непосредственно у дороги залегает базальная пачка гурьяновской свиты (рис. 7), представленная песчаниками с плавающей галькой и гравием, реже мелкогалечными конгломератами. Стратиграфически выше следует переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов и известняков. Общая мощность гурьяновской свиты в разрезе Тулой-Караса составляет более 700 м [Кривчиков и др., 1976].

Палеонтологическая характеристика гурьяновской свиты разреза Тулой-Караса достаточно представительна: брахиоподы *Salopina uxunaica* Sev., *Hesperorthis lebediensis* Sev., *Aniptombonites cf. grauae* (Dav.), *Schizophorella schorica* Sev., *Glyptorthis balclatchiensis* (Dav.), *Austinella lebediensis* Sev., *Strophomena lebediensis* Sev. in Roz., *Triplesia ainca* Sev., *Boreadorthis togaensis* Sev., *Hesperorthis lebediensis* Sev., *Multicostella (Chaulistomella) amzassensis shorica* Sev., *Mul. (Chaulistomella) lebanonensis* Cooper, *Rhynchotretooides aincus* Sev., *Glyptomena subgirvanensis* Sev., *Dalmanella uxunaica* Sev., *Rynchotrema* sp., *Eridorthis subinexpecta* Sev., *Fascifera buraensis* Sev., *Schizophorella altaica* (Sev.), *Togaella grandis* Sev., *Rostricellula exilis* Sev.; трилобиты *Dicranopeltis* sp., *Remopleurides* sp., *Lonchodomas* sp., *Chasmaps* sp., *Cheiruridae*, *Illaeus* sp., *Amphilichas* sp., *Jaboganellus* sp.; остракоды *Grammolomatella valdari* V. Ivan. et Melnik., *Bolbiina karasuensis* Melnik., *Bol. dubia* Melnik., *Eurychilina sennikovi* Melnik., *Laccochilina (L.) lebediensis* Melnik., *Ballardina altaica* Melnik., *Retiprimites formosus* Melnik., *Rectella* sp., *Klimphores* sp., *Pseudozygobolbina invisitata* Melnik., *Allertemmysa (?) incerta* Melnik., *Steusloffina cuneate* (Steusloff), *Leperditella* aff. *parvipunctata* V. Ivan., *Bollia* sp., *Grammolomatella* sp. [Кривчиков и др., 1976; Кульков, Севергина, 1989; Мельникова, 2010].

В разрезе Тулой-Караса терригенные породы резко преобладают над карбонатными — песчаники (включая конгломераты и гравелиты) занимают 40 % объема, алевролиты и аргиллиты также 40 % всей последовательности гурьяновской свиты. Известняки в разрезе Тулой-Караса составляют 20 % объема всей последовательности. Все они песчанистые, не выдержаны по простиранию и замещаются на известковистые песчаники. Иногда известняки образуют не только слои и линзы, но и стяжения, возможно, водорослевой природы.

В ориктоценозах Тулойско-Карасинского разреза гурьяновской свиты доминируют брахиоподы, реже представлены остракоды, немногочисленны трилобиты и наутилоидеи, единичны табуляты (см. таблицу). Максимально здесь таксономическое разнообразие брахиопод и остракод, среднее число видов трилобитов.

Система	Отдел	Ярус	Свита	№ пачки	Мощность, м	Литологические особенности	Брахиподы	Трилобиты	Остракоды	Табуляты	Ругозы	Мшанки	Ихнофоссилип.
Ордовикская	Верхний	Хирнант	Чебоксарская	12	>3	Аргиллиты глинистые, слоистые (1–2 см), светло-зеленые	Glyptorthis baldatchiensis (Davidson) Salirella salairica (Sev.) Anoptambonites grayae sibirica Sev. Triplezia airca Sev. Austinella lebedziensis Sev.	Gen. indet.	Gen. indet.	Gen. indet.	Gen. indet.	Gen. indet.	Gen. indet.
				11	2	Алевропесчаники массивные, светло-зеленовато-серые							
				10	10	Аргиллиты слабоизвестковистые, слоистые (5–7 см), кавернозные, белесые, зеленовато-серые. Встречен микрослой (0,5–1,0 см) с «плавающим» крупнозернистым песком							
				9	2	Песчаники мелкозернистые, средней сортированности, хорошей окатанности, синевато-стально-серые, с лиловым оттенком							
				8	4	Песчаники мелкозернистые, хорошо сортированные, среднеокатанные, светло-зеленые, серые							
				7	1.5	Алевролиты и алевропесчаники лиловые и желтовато-серые. Встречаются трещины усыхания							
				6	~10	Аргиллиты известковистые, массивные, слоистые (5–10 см), кавернозные, зеленовато-светло-серые							
				5	~3	Аргиллиты глинистые, плитчатые (20–30 см), слоистые (1–2 см), зеленовато-серые. Вверх по разрезу пачки слоистость увеличивается до 3–5 см							
				4	1.5	Алевролиты массивные, плитчатые (20 см), желтовато-серые, стально-серые с лиловатым оттенком							
				3	~3	Аргиллиты глинистые, массивного сложения (20–30 см), ярко-зеленые и грязно-зеленые. Наблюдается четко выраженная микрослоистость (10–15 микрослоев на 1 см)							
				3	>30	Аргиллиты глинистые, сургучного цвета Песчаники существенно кварцевые, мелкозернистые, хорошо окатанные, хорошо сортированные, зеленовато-серые и стально-серые							
				2	>15	Переслаивание (3–5 м) известняков глинистых, серых и темно-серых, местами ноздревато-комковатых и известковистых песчаников мелкосреднезернистых, зеленовато-серых и серых							
				1	>10	Переслаивание: аргиллитов известковистых, алевролитов глинистых, песчаников мелкозернистых синевато-серого и темно-стально-серого цвета. Встречаются линзовидные (5–10 см мощности и длиной 1–2 м) тела красноватых известняков							

Рис. 6. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Гурьяновская поляна.

Осадочные породы в разрезе гурьяновской свиты Тулой-Караса, если принимать во внимание его базальную пачку конгломератов, начали свое формирование вблизи области сноса материала на глубинах в зоне интенсивного воздействия регулярных волн (0–5 м). Учитывая, что в самых верхах подстилающей карасинской свиты в Тулойско-Карасинском разрезе найдены граптолиты зоны *dentatus*, а граптолиты зон *coelatus* и *teretiusculus*, известные в верхах карасинской свиты разрезов Лебедь, Чеченек и Юрок, в рассматриваемом разрезе отсутствуют [Сенников и др., 2015], следует полагать, что в Тулойско-Карасинском разрезе гурьяновская свита залегает на карасинской со стратиграфическим перерывом, обусловленным предшествующим размывом верхов карасинской свиты. Именно такое явление локального несогласия было показано на нижней границе гурьяновской свиты в стратиграфической схеме 1979 г. [Решения..., 1983]. Ранее в разрезе Тулой-Караса [Носков, 2007] отмечалось присутствие структур размыва верхов карасинской свиты в виде карманов, заполненных каолинизированными песчаниками и алевролитами.

Большинство пачек рассматриваемого Тулойско-Карасинского разреза формировались ниже уровня регулярных и выше уровня штормовых волн (10–30 м). В целом, присутствие в рассматриваемом

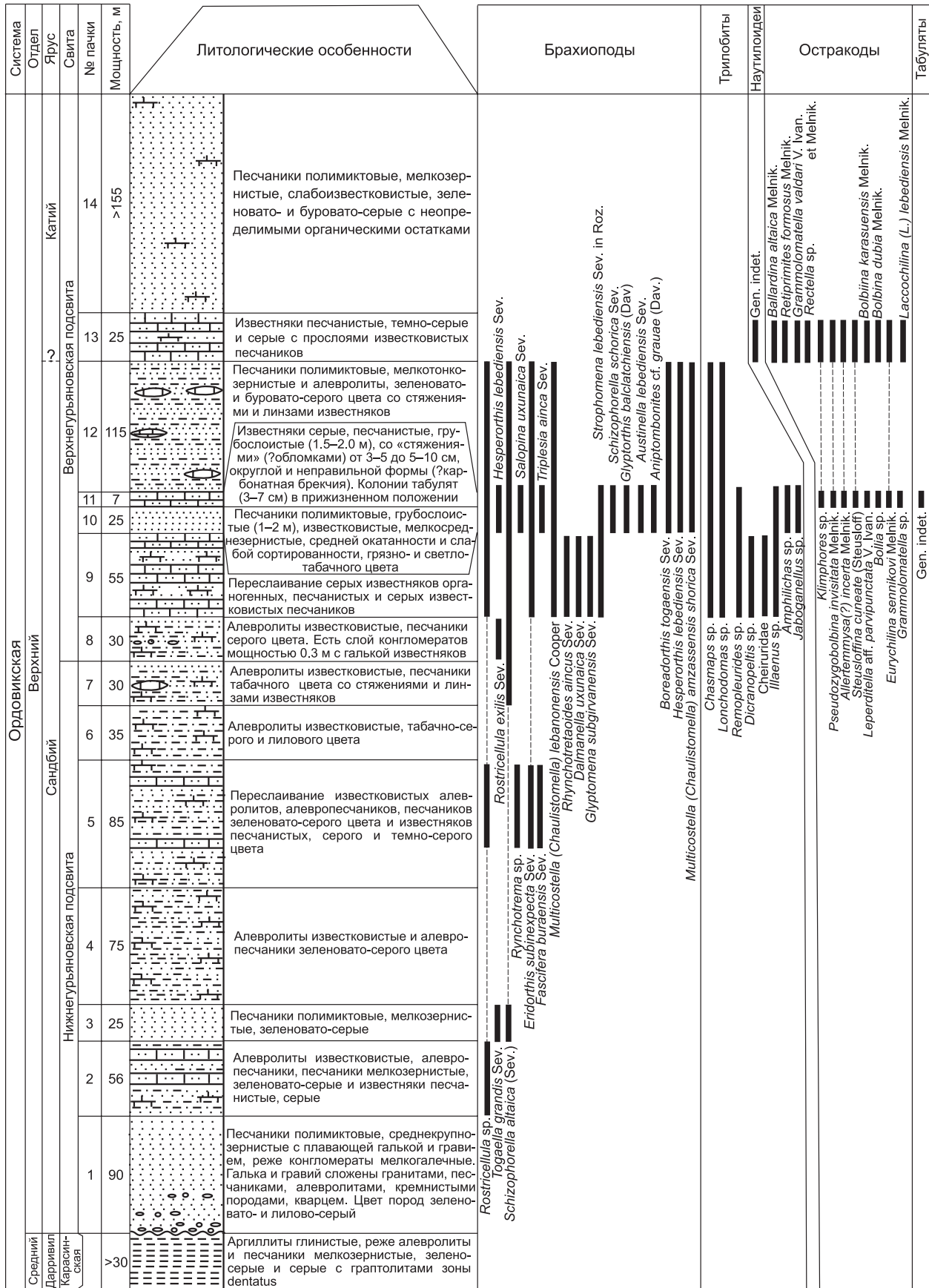


Рис. 7. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Тулой-Караса.

мом разрезе значительного количества терригенных пачек, в том числе значительной мощности, отражает относительную (по сравнению с Лебедским и Буринским участками) близость Тулойско-Карасинского участка палеоакватории к области сноса материала и (или) к зоне влияния дельты палеореки.

В разрезе Тулой-Караса кораллы найдены только в одной пачке этого разреза, где колонии табулят захоронены в прижизненном положении, что свидетельствует о возможных условиях формирования около 30–40 м.

Разрез Чеченек расположен на одноименном ручье, правом притоке р. Бия. Сведения о распространении в нем гурьяновской свиты имеются в геологических отчетах и в ряде работ [Кульков, Севергина, 1989; и др.]. Этот разрез был впервые послойно изучен авторами настоящей статьи в 2011 г. Там непосредственно от автодороги Турочак—Артыбаш в русле ручья и по его бортам фиксируется налегание (возможно, с тектоническим нарушением) на верхи карасинской свиты, представленные глинистыми табачно-темно-серыми аргиллитами с граптолитами *Hustedograptus teretiusculus* (His.), базальной пачки гурьяновской свиты, сложенной песчаниками мелкозернистыми, с «плавающим» гравием, табачного цвета (рис. 8). Далее по разрезу в условиях слабой обнаженности следует переслаивание песчаников, глинистых аргиллитов и глинистых известняков. Судя по простиранию пород, весьма вероятно, что разрез Чеченек непосредственно подстраивает снизу (с перекрытием на уровне верхней части 3-й, 4-й и 5-й пачек) следующий из рассматриваемых разрезов — Бия.

При геолого-съемочных работах в коллекции фаунистических остатков из нескольких точек в нижнем течении руч. Чеченек Л.Г. Севергиной были определены брахиоподы *Milticostella* (*Chaulistomella*) *amzassensis* Sev., *Rostricellula* sp.

Разрез Бия, упоминания о котором содержатся в геологических отчетах и в ряде работ [Сенников и др., 1959; Кульков, Севергина, 1989; и др.], впервые послойно изученный авторами настоящей статьи, находится в правобережье одноименной реки выше устья руч. Чеченек. Самые низы гурьяновской свиты там не вскрыты (см. выше разрез Чеченек). В береговых выходах можно наблюдать чередование пачек (рис. 9) песчаников, алевролитов, аргиллитов и глинистых известняков.

Суммарная мощность гурьяновской свиты в разрезе Бия (без учета необнаженной отсутствующей нижней части свиты) составляет 170 м. Граница между гурьяновской и вышележащей чеборской свита-

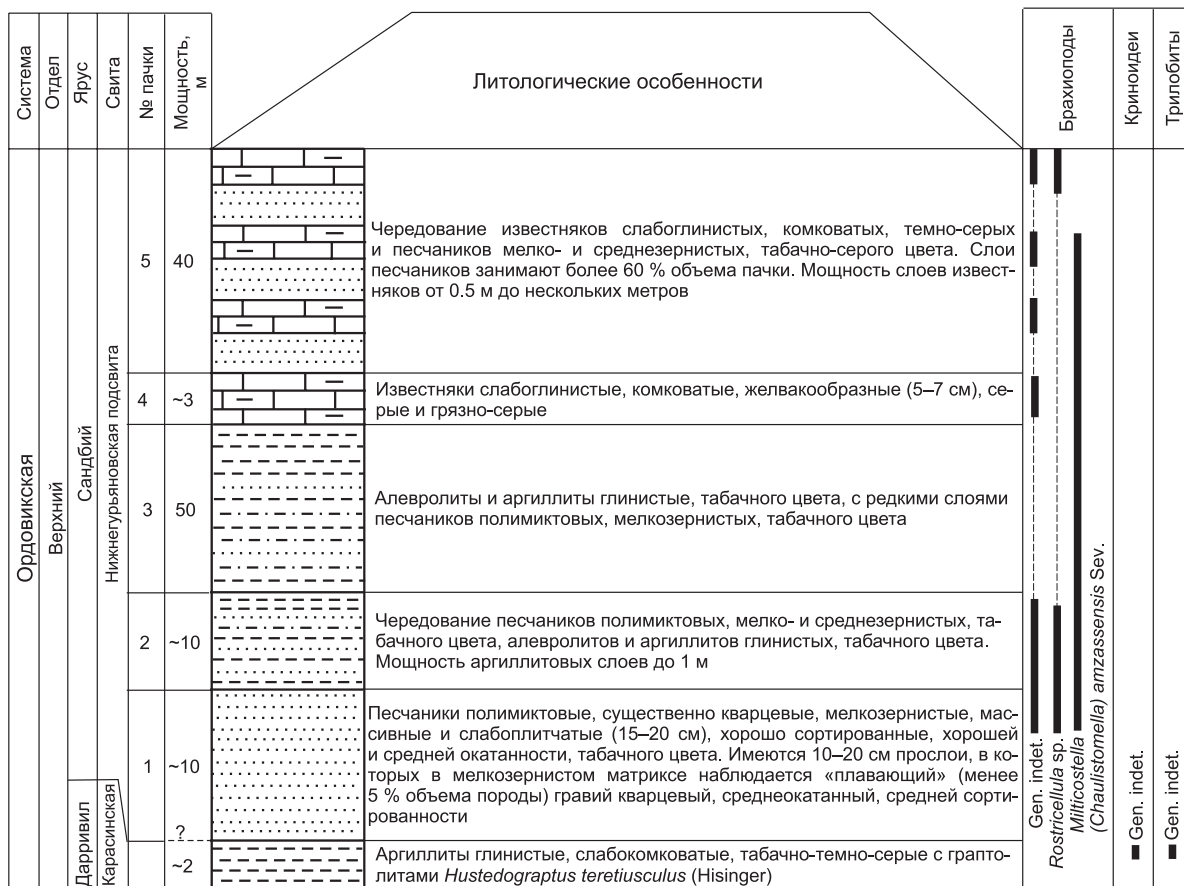


Рис. 8. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Чеченек.

Система Отдел	Ярус	Свита	№ пачки	Мощность, м	Литологические особенности		Фаунистические остатки
					Литология	Особенности	
Ордовикская Верхний	Катий	Цеборская	24	>8	Песчаники полимиктовые, существенно кварцевые, мелко- и среднезернистые средней сортированности, хорошей окатанности, серого цвета с «плавающим» гравием средней и плохой окатанности, плохой сортированности, занимающим 3–4% от общего объема породы. Наблюдаются трещины (возможно, усыхания) до 2 см, заполненные песком. Вверху пачки песчаники становятся средне- и крупнозернистыми	<p>Брахиподы</p> <p>Криноидеи</p> <p>Остракоды</p> <p>Трилобиты</p> <p>Мшанки</p> <p>Наупилиидеи</p> <p>Кораллы</p> <p>Конodontы</p>	
			23	2.3	Известняки глинистые и песчаные, массивные, серые и светло-серые с водорослевыми «закатышами» диаметром 1–2 см. Глинистый материал нередко хаотично сконцентрирован в виде пятен		
			22	1.8	Песчаники полимиктовые, существенно кварцевые, мелко- и среднезернистые, хорошо сортированные и хорошо окатанные, серые со структурами «промыва» (до 25 см) течениями подводных баров		
			21	17	Алевролиты и песчаники, аналогичные породам 19-й пачки, лилово-красные, серые. В средней части пачки алевролиты известковистые. В верхней части материал огрубляется до мелкозернистых песчаников		
			20	1.2	Известняки глинистые, комковатые, ячеистые, желвакообразные. Встречаются водорослевые «закатыши» диаметром до 1 см		
			19	6	Алевролиты и песчаники, аналогичные породам 17-й пачки. Обособлены слои (20 см) песчаников слабоизвестковистых, мелкозернистых, хорошо сортированных, хорошо окатанных, массивных, лилово-красных. В верхней части пачки породы преимущественно желтовато-грязно-серые		
			18	0.6	Известняки массивные серые, в верхней части красновато-лиловые. В верхах пачки встречаются органогенно-обломочные известняки		
			17	12	Алевролиты слабоизвестковистые, слоистые (1–5 см), лилово-красные, с «пятнами» алевролитов серого цвета. В основании пачки встречен 15 см слой серых известняков. В двух метрах от основания пачки 5 см прослой известняков красного цвета с брахиоподами. Выше по разрезу сильноизвестковистые прослой (3–5 см) массивных алевролитов и мелкозернистых песчаников серого цвета. В верхах пачки алевролиты имеют серый цвет и переходят в мелкозернистые песчаники		
			16	17	Алевролиты известковистые, тонкоплитчатые, светло-серые и зеленовато-серые, чередующиеся с лилово-красными и переходящие друг в друга по простираению. Мощность лилово-красных прослоев от 3 до 5 м		
			15	12	Песчаники мелкозернистые, полимиктовые, хорошо сортированные и хорошо окатанные, светло-зеленовато-серые, массивные. В нижней части пачки наблюдается 40 см плитчатость, в средней и верхней ее частях – 5–10 см. В верхней трети пачки песчаники становятся тонкоплитчатыми и переходят в алевролиты глинистые, лилово-красные. В самых верхах пачки алевролиты становятся известковистыми		
			14	10	Алевролиты глинистые, слабоизвестковистые, слабокомковатые, плитчатые (3–5 см), светло-табачно-серые		
			13	7	Чередование мелкосреднезернистых песчаников лилового и зеленовато-серого цвета. В лиловых слоях мощностью 0.5–1.0 м наблюдается 25–30 см плитчатость. В двух метрах от основания пачки имеется 15 см слой известняков серых и с красноватым оттенком. В трех метрах от основания пачки слои с идеально ровными поверхности напластования и плитчатостью 10–15 см		
	12	3	Песчаники, аналогичные массивным песчаникам 9-й пачки				
	11	7	Песчаники мелко- и среднезернистые, средней сортированности, хорошей окатанности, с известковым цементом, лиловые и светло-лиловые. В верхней части пачки породы светлеют и становятся зеленоватыми				
	10	10	Песчаники, аналогичные песчаникам 8-й пачки				
	9	4	Песчаники мелкосреднезернистые, массивные, плохо сортированные, среднеокатанные, грязно-зелено-серые, с «плавающим» крупнозернистым песком, средней окатанности, средней сортированности				
	8	6	Песчаники, аналогичные песчаникам 4-й пачки. Имеются прослой с известковым цементом. Наблюдается 5–10 см плитчатость				
	7	12	Известняки слабглинистые, массивные, серые и темно-серые. В нижней части пачки глинистый материал концентрируется в виде микрослоев и линз. В средней части пачки таких прослоев и линз становится меньше, а в верхах пачки они встречаются достаточно часто				
	6	4	Известняки слабглинистые, массивные, серые и темно-серые				
	5	4	Аргиллиты глинистые, табачно-серые				
	4	6	Песчаники полимиктовые, мелко- и среднезернистые, средней сортированности, хорошей окатанности, табачно-грязно-серые				
	3	8	Чередование массивных известняков, глинистых комковатых известняков, «желвакообразных» (3–5 см) темно-серого цвета и аргиллитов глинистых, табачно-серого цвета. Глинистые известняки занимают 70–75% мощности пачки, массивные известняки – 10%, аргиллиты – 20%. Мощности слоев аргиллитов 0.2–0.3 м, серых массивных известняков до 0.5 м				
	2	5	Известняки глинистые, комковатые, желвакообразные (2–5 см), темно-серые с табачным оттенком. Глинистый материал часто собирается в микропрослой и линзы длиной 15–30 см. В верхах пачки глинистого материала меньше, известняки становятся массивными, серого цвета				
	1	15	Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, хорошей окатанности и средней сортированности, табачного цвета. Наблюдается 15–20, реже 3–5 см плитчатость. Отдельные прослой (5–15 см) имеют известковый цемент				
<p>Верхнегурьяновская подсвита</p> <p>Сандбий</p> <p>Нижнегурьяновская подсвита</p>							
<p>Фаунистические остатки:</p> <p><i>Multicostella (Ch) amassensis</i> Sev.</p> <p><i>Triplexia ainea</i> Sev.</p> <p><i>Schizophorella altaica</i> (Sev.)</p> <p><i>Boreadorthis togaensis</i> Sev.</p> <p><i>Eridorthis subinexpecta</i> Sev.</p> <p><i>Strophomena lebedensis</i> Sev.</p> <p><i>Rostricellula ainsliei amzassica</i> Sev.</p> <p><i>Homotellus</i> sp.</p> <p><i>Panderodus gracilis</i> Br. et M.</p> <p><i>Piragmodus undatus</i> Br. et M.</p> <p><i>Erraticodon</i> sp.</p> <p><i>Bellodina compressa</i> (Br. et M.)</p>							

Рис. 9. Литологическая характеристика и распределение фаунистических остатков в разрезе Бия.

ми проводится по кровле последнего слоя известняков, и верхняя (24-я) пачка приведенного разреза Бия должна относиться не к гурьяновской, а к вышележащей чеборской свите. Следует отметить, что, как и в этой терминальной пачке разреза Бия, в базальных пачках разных разрезов чеборской свиты ранее отмечалось [Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976] присутствие в составе песчаников и алевролитов «плавающих» галек и гравия. Дополнительно отметим, что, по данным авторов настоящей статьи, в 100—150 м южнее от конца разреза Бия, в береговом приторе, в тектонически изолированном блоке на правом борту р. Бия вскрывается фрагмент разреза чеборской свиты, сложенный переслаиванием лиловых и серых песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Ранее [Кульков, Севергина, 1989] в разрезе на правом борту р. Бия, близ устья руч. Чеченек, в отложениях, относимых к карасинской свите, отмечались находки брахиопод *Glyptorthis primus* Sev. При геолого-съёмочных работах, кроме отмеченного таксона, Л.Г. Севергиной в интервале 510—615 м вниз по течению Бии от устья р. Юрок были определены брахиоподы *Strophomena lebediensis* Sev. in Roz., *Multicostella (Chaustimella) amzassensis* Sev., *Rostricellula ainsliei amzassica* Sev., *Schizophorella altaica* (Sev.), *Triplesia ainca* Sev., *Boreadorthis togaensis* Sev., *Eridorthis subinexpecta* Sev. — типичные таксоны для гурьяновской свиты. Авторами настоящей статьи в разрезе Бия (3-я и 20-я пачки) обнаружены конодонты *Belodina compressa* (Br. et M.), *Panderodus gracilis* (Br. et M.), *Phragmodus undatus* Br. et M., *Erraticodon* sp.

В Бийском разрезе красноцветность и лиловость пород проявляется в средней части разреза как в терригенных, так и в карбонатных пачках единой последовательности гурьяновской свиты. Ранее [Сенников, 1962; Кривчиков и др., 1976] появление в средневерхнеордовикских разрезах пород с подобной яркой окраской (сургучных, бурых, лиловых и красных) в северной и восточной частях Уйменско-Лебедской фациальной зоны Горного Алтая (реки Лебедь, Бура, Байгол) считалось, если не основным, то достаточно важным критерием для проведения границы между гурьяновской и вышележащей чеборской свитами. Также следует добавить, что в вышеописанном стратотипе гурьяновской свиты у устья р. Бура (см. рис. 5), в низах разреза также зафиксировано проявление лиловости терригенных пород (см. выше). Кроме того, красноцветные известняки отмечаются и в самых верхах гурьяновской свиты в разрезе Гурьяновская поляна (см. выше и рис. 6).

Практически все известняки в разрезе Бия глинистые, реже песчаные. Встречаются органогенно-обломочные известняки («ракушняки») с обломками различных групп фауны, а также известняки с водорослевыми «закатышами» диаметром 1—2 см.

Алевролиты как с глинистым, так и с известковым цементом. Песчаники мелко- и среднезернистые, хорошо окатаны, хорошей и средней сортированности. В поперечном срезе ряда песчаных пачек наблюдаются структуры «промыва» течениями подводных баров, с глубиной «вреза» каналов до 25 см (рис. 4, фиг. 3). Такие каналы должны были формироваться ниже глубины штормового воздействия — более 30 м. В разрезе Бия имеются слои песчаников с идеально ровными поверхностями напластования, что свидетельствует о накоплении таких пород в относительно глубоких условиях ниже базиса штормовых волн — более 30 м.

По частоте встречаемости остатков фауны в разрезе р. Бия гурьяновской свиты доминируют брахиоподы, реже встречаются остракоды, немногочисленны конодонты, единичны трилобиты, наутилоидеи, мшанки и табуляты. В ориктоценозах гурьяновской свиты разреза Бия по таксономическому разнообразию доминируют брахиоподы, низкое число таксонов у конодонтов и трилобитов.

В известняках в разрезе Бия практически отсутствуют кораллы и нет водорослевых калиптр, что указывает на вероятный недостаток света на дне палеобассейна, а вкпе с практическим отсутствием глинистых пород, на незамутненность воды и на средние шельфовые глубины этой палеоакватории — более 30—80 м в дисфотической зоне.

Фациальные особенности других пород гурьяновской свиты разреза Бия позволяют интерпретировать условия образования его отдельных частей на глубинах ниже уровня воздействия регулярных волн, но в пределах штормового влияния — 10—30 м, а других — до глубин 50—100 м.

ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И СОБЫТИЙНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ

Гурьяновская свита по комплексам брахиопод сопоставлялась со всем объемом карадока и нижней трети ашгилла старой британской ярусной шкалы [Решения..., 1983]. Нижняя граница рассматриваемой свиты по находкам в верхах подстилающей карасинской свиты граптолитов зоны *teretiusculus* (разрезы Лебедь, Чеченек и Юрок [Sennikov et al., 2008; Сенников и др., 2014] уверенно скоррелирована с основанием сандбийского яруса, а ее верхняя граница, при обобщениях всех палеонтолого-стратиграфических материалов по различным местным стратонам верхнего ордовика Горного Алтая (в значительной степени условно), была сопоставлена с нижней границей хирнантского яруса [Сенников и др.,

2014]. Полученные в последние годы сведения о составе конодонтовых комплексов в разрезах Бура, Лебедь и Бия, изложенные выше, заставляют усомниться в подобных предположениях. Такие конодонтовые таксоны, как *Belodina compressa* (Br. et M.), *Panderodus gracilis* (Br. et M.), *Phragmodus undatus* Br. et M., *Erraticodon* sp., установленные в разрезе Бия, а также таксоны конодонтов *Scandodus* sp., *Phragmodus undatus* Br. et M., *Panderodus* cf. *P. gracilis* (Br. et M.), *Aphelognathus* sp., *Belodina compressa* (Br. et M.) и *Drepanoistodus suberectus* (Br. et M.), встречающиеся в разрезе Лебедь, указывают на стратиграфический уровень конодонтовых зон *Belodina compressa* и *Phragmodus undatus* позднего сандбиа [Gradstein et al., 2012]. Кроме того, совместные находки видов *Belodina compressa* и *Phragmodus undatus* типичны для стратиграфического уровня верхов сандбиа — низов катия многих континентов, включая Северную Америку и Восточно-Европейскую платформу. Присутствие в изученном комплексе совместно с двумя отмеченными видовыми таксонами представителей рода *Aphelognathus* Br., M. et Br. допускает предположение о более молодом — раннекатийском возрасте вмещающих отложений.

По среднеордовикскому профилю, составленному по отложениям терригенной карасинской свиты морского генезиса, подстилающей гурьяновскую свиту, в направлении от разрезов на р. Лебедь, через разрез на р. Тулой к разрезу на р. Юрок (вблизи разреза Бия) (с северо-северо-востока на юго-юго-запад в современных координатах) по фаціальным особенностям пород и по биофациям граптолитовых и трилобитовых ассоциаций зафиксировано закономерное удаление от берега и углубление палеобассейна [Сенников и др., 2017б]. Можно было предположить, что и для верхнего ордовика (терригенно-карбонатная гурьяновская свита) самым мелководным должен быть участок палеоакватории, где расположен разрез Лебедь, близким к нему по глубинам формирования участок палеоакватории, где находится разрез Бура; более глубоководным по отношению к этим двум разрезам и удаленным от берега следовало бы считать разрез Тулой-Караса, а наиболее глубоководным и значительно удаленным от области сноса материала — разрез Бия. В действительности наблюдается более сложная картина распределения фаціальных обстановок по глубинам формирования и расположению палеоакватории. Наиболее грубообломочной (до конгломератов) является базальная пачка гурьяновской свиты в разрезе Тулой-Караса, что показывает не только ее мелководность, но и экстремальную близость к берегу (или близость к дельте как источнику терригенного материала). Высказанное ранее (см. выше) предположение о стратиграфическом перерыве в основании гурьяновской свиты в разрезе Тулой-Караса подтверждает такой вывод. Также достаточно мелководной была обстановка формирования гурьяновской свиты в разрезах Лебедь и Бура — следы постоянного воздействия регулярных волн, однако эти два разреза были удалены от области сноса терригенного материала (или в стороне от зоны влияния дельты). Конгломераты, гравелиты и песчаники, отражающие степень близости береговой линии в разрезах Тулой-Караса, Чеченек и Бия, занимают более 40 % объема всего разреза, а в разрезах Лебедь, Бура, Гурьяновская поляна — менее 20 %.

Кораллы (табуляты, гелиолитиды, ругозы) с высокой и средней частотой встречаемости и достаточным таксономическим разнообразием встречаются в трех из шести изученных разрезов — Лебедь, Бура, Гурьяновская поляна. В трех других разрезах — Тулой-Караса, Чеченек и Бия — находки кораллов единичны. Биофаціальная характеристика четко сопоставляется с литофаціальными параметрами — для первой группы разрезов известняки составляют не менее 50 %, а для второй группы — не более 20 %.

Во всех изученных разрезах гурьяновской свиты доминируют брахиоподы. Они имеют по частоте встречаемости высокие и средние показатели (см. таблицу). В разрезах Лебедь и Бура брахиоподы формировали ракушняковые банки (до 1.0—1.5 м в диаметре) (см. рис. 4, фиг. 4). Целые неразрозненные раковины брахиопод в таких банках занимали не менее 80—90 % всего объема, а размеры раковин, как правило, имеют близкие величины. Встречаются слои известняков, в которых целые раковины брахиопод практически отсутствуют. Разъединенные брюшные и спинные створки растаскивались и переворачивались, принимая наиболее устойчивое положение. Чаще встречаются их горбообразные спинные створки, расположенные на поверхности осадка выпуклыми сторонами вверх (см. рис. 4, фиг. 8). В других слоях разрозненные створки и обломки створок располагаются в породе хаотически. Второй фаунистической группой, обнаруженной практически во всех известных разрезах гурьяновской свиты, являются остракоды, с достаточно высокой частотой встречаемости в отдельных пачках.

Базальная грубообломочная (конгломераты, гравелиты, песчаники с плавающим гравием и крупным песком) пачка гурьяновской свиты, датированная самым ранним сандбием, свидетельствует не о локальном местном перерыве, а о проявлении в алтайских позднеордовикских разрезах глобальной раннесандбийской регрессии Vollen Lowstand после пика высокого стояния (седиментационное событие Late Llanvirn-Caradoc Highstand) с масштабным падением уровня моря на 100-130 м [Nielsen, 2004, 2011; Munnecke et al., 2010; Gradstein et al., 2012]. Галька и гравий в базальной пачке гурьяновской свиты сложены яшмоидами, гранитами, порфиритами, диабазами, песчаниками, алевролитами [Носков, 2007].

Можно предполагать, что обломочный материал поставлялся с обнажившихся при предшествующей регрессии участках, сложенных самыми разными образованиями не только ордовикского, но и более древнего возраста.

Появление в разрезах гурьяновской свиты в Буринском разрезе (8-я пачка) слоя карбонатного гравелита (кальцирудита с несортированными обломками средней окатанности), в Тулойско-Карасинском разрезе (8-я пачка) слоя конгломератов с галькой известняков и в Бийском разрезе (9-я пачка) среди песчаников «плавающего» крупнозернистого песка (средней окатанности и средней сортированности), вероятно, может служить свидетельством проявления на Алтае одной из двух глобальных раннекарийских регрессий (Frognerkilen Lowstand Event или, с меньшей долей вероятности, Solvang Lowstand Event) [Nielsen, 2004, 2011]. Причинами этих регрессий, вероятнее всего, являются первые эпизоды многоэтапного позднеордовикского глобального оледенения. Хроностратиграфическое положение этих двух событий фиксируется в самых низах граптолитовой зоны *Dicranograptus clingani* для первого из них и в самых верхах этой зоны — для второго. Оценка масштабов таких регрессий указывает на падение уровня моря на 100 м [Nielsen, 2004, 2011; Munnecke et al., 2010; Gradstein et al., 2012]. Таким образом, эти части трех отмеченных разрезов, ввиду отсутствия перерывов в основании таких грубообломочных пачек, должны были формироваться в фациальных обстановках средней глубокководности — более 100 м. Однако, как это показано выше, они отлагались на значительно меньших глубинах — до 50 м, а следовательно, для снятия такого противоречия, необходимо допустить, что скорость общего фонового погружения этих участков палеоакватории во время глобального регрессивного цикла была равна скорости падения уровня моря. О высокой скорости погружения (близкой к скорости глобальной регрессии) косвенно свидетельствует значительная мощность гурьяновской свиты в разрезе Тулой-Караса (около 700 м) и в разрезе Бура (до 500 м). И это наблюдается на фоне маломеняющегося по реконструируемым глубинам условий формирования пород процесса седиментации, свидетельствующего о компенсированном прогибании.

В разрезе Лебедь, являющемся самым мелководным из рассмотренных выше, это глобальное регрессивное событие, скорее всего, «скрыто» в пока еще не выявленном, кратковременном стратиграфическом несогласии.

Гурьяновская свита с момента ее выделения большинством специалистов подразделялась на нижнюю и верхнюю подсвиты [Сенников, 1962; Стратиграфический..., 1975; Кривчиков и др., 1976; Решения..., 1983]. При этом четких критериев для такого деления не указывалось. Это приводило к тому, что ряд исследователей [Кульков, Севергина, 1989; и др.] делили эту свиту на три части. Фаунистические комплексы нижней и верхней частей свиты достаточно сильно различались [Решения..., 1983], что было убедительным аргументом необходимости деления свиты на две подсвиты. Закономерностей локализации карбонатных пород по частям разрезов гурьяновской свиты не выявлено — в разрезе Бура карбонаты встречаются по всему разрезу свиты, а в разрезе Бия они сосредоточены в основном в нижней части свиты, в разрезе Лебедь — в средней части свиты, а в разрезе Тулой-Караса — преимущественно в верхней половине свиты.

Выявленные литологические маркеры глобального регрессивного события (Frognerkilen Lowstand Event или Solvang Lowstand Event) в виде карбонатных конгломератов и гравелитов (брекчии, кальцирудиты), а также «плавающего» крупного песка в разрезах Тулой-Караса, Бура и Бия, после которых в разрезах фиксируется резкая смена фаунистических комплексов, могут быть литологическими критериями проведения границы между нижней и верхней подсвитами гурьяновской свиты (см. рис. 5, 7, 9).

Отметим, что в прителецкой части Алтая, соседствующей с изученным районом Уйменско-Лебедской фациальной зоны региона, ранее выделялись и картировались карбонатно-терригенные отложения нерасчлененной стретинской и гурьяновской свит [Сенников, 1962]. Позднее, стретинский местный стратон по материалам Уйменско-Лебедской зоны перевели в ранг серии и разделили на две свиты — тулойскую и карасинскую [Кривчиков и др., 1976]. Для верхней части таких нерасчлененных ордовикских отложений (т. е. для уровня гурьяновского стратона) Прителецкого Алтая характерно большое количество пачек гравелитов и конгломератов (в том числе, часто с угловатыми обломками), доминирование песчаных разностей над алевритовыми и аргиллитовыми, значительная красноцветность и пестроцветность пород, редкость карбонатных пачек, незначительное таксономическое разнообразие фаунистических групп [Сенников и др., 2017a]. В настоящий момент можно только ограничиться фиксацией таких специфических особенностей карбонатно-терригенных образований Прителецкого Алтая. Научные объяснения причин отличий литобифациальных характеристик гурьяновской свиты, рассмотренных выше, от аналогичных характеристик позднеордовикских образований в Прителецком Алтае могут быть предложены только после специальных дополнительных комплексных исследований. До получения новых данных вопрос о возможности выделения гурьяновской свиты в Прителецком Алтае остается спорным.

ВЫВОДЫ

1. Возрастной интервал формирования гурьяновской свиты — сандбийский и ранняя половина катийского веков.

2. Гурьяновская свита по фаунистическим комплексам подразделяется на две подсвиты, граница между которыми проводится по основанию специфических грубообломочных слоев — карбонатных конгломератов и гравелитов (брекчии, кальцирудиты), а также «плавающего» крупного песка. Нижняя подсвита должна сопоставляться с сандбийским ярусом и нижней частью катийского яруса, а верхняя — со средней частью катийского яруса.

3. Мощности карбонатных пачек в гурьяновской свите не превышают первых метров, редко до 10—15 м. При этом все известняки слоистые, в различной мере песчанистые и глинистые, а массивные «чистые» разности известняков практически отсутствуют. Суммируя литофациальные особенности и биофациальные (палеоэкологические) параметры различных разрезов гурьяновской свиты, следует констатировать, что карбонаты представляли собой крупные по площади плоские «банки» с низким рельефом в относительной близости к берегу. Часть разрезов гурьяновской свиты следует относить к отложениям авандельты (разрезы Тулой-Караса и Бия), другие (Лебедь и Бура) — к отмелям, удаленным от берега (вне зоны влияния дельты палеореки).

4. В алтайских позднеордовикских разрезах фиксируются следы проявлений глобальных регрессий — начала сандбиа — Vollen Lowstand и раннего катия — Frognerkilen Lowstand Event.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приводимые в настоящей статье абсолютные цифры глубин позднеордовикского алтайского бассейна, конечно, следует принимать как достаточно условные, однако их масштаб и соотношение друг с другом в разных соседствующих районах палеоакватории на протяжении всего сандбийского и большей части катийского веков (5—7 млн лет) позволяет не только считать их первыми «количественными оценками» таких параметров, но и надеяться, что они действительно отражают определенные закономерности распределения фациальных обстановок осадконакопления и структуры, и состава палеобиот. Корректировка и уточнение таких «предварительных оценок» глубин при последующих работах позволит построить непротиворечивую общую картину характера распределения относительных глубин дна этого палеобассейна и создадут предпосылки для реконструкций более узких «доверительных интервалов» их абсолютных отметок.

Авторы благодарны Т.В. Гонте за помощь при проведении полевых исследований.

Работа осуществлялась при поддержке программы СО РАН «Интеграция и развитие».

ЛИТЕРАТУРА

Дзюбо П.С. Группа Anthozoa Heliolitida // Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области. Т. I. Нижний палеозой / Ред. Л.Л. Халфин. Труды СНИИГГиМС. Вып. 19. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1960, с. 382—387.

Захаров В.А. Глубины палеобассейнов и подходы к их реконструкции. Палеонтология, стратиграфия, астробиология. М., Изд-во ПИН РАН, 2016, с. 208—228.

Ископаемые известковые водоросли. Морфология, систематика, методы изучения. Новосибирск, Наука, 1987, 225 с.

Кривчиков А.В., Петрунина З.Е., Севергина Л.Г. Ордовикская система. Геологическое строение и рельеф Восточного Алтая: стратиграфия. Новосибирск, Изд-во НГПИ, 1976, с. 29—44.

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

Лучинина В.А. Экология водорослей и микроструктура водорослевых биостромов нижнего кембрия среднего течения р. Лены. Среда и жизнь в геологическом прошлом (поздний докембрий и палеозой). Новосибирск, Наука, 1973, с. 69—71.

Мельникова Л.М. Некоторые остракоды гурьяновской свиты (верхний ордовик) северо-востока Горного Алтая // Палеонтологический журнал, 2010, № 4, с. 38—46.

Носков Ю.С. Конгломераты с галькой магматических пород Горного Алтая. Новосибирск, Изд-во СНИИГГиМС, 2007, 168 с.

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 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. Брахиоподы и биостратиграфия верхнего ордовика Горного Алтая, Салаира и Горной Шории. Фауна и биостратиграфия верхнего ордовика и силура Алтае-Саянской области. М., Наука, 1978, с. 3—41.

Севергина Л.Г. Некоторые верхнеордовикские (ашгиллские) брахиоподы Горного Алтая. Палеонтология и биостратиграфия палеозоя Сибири. Новосибирск, Наука, 1984, с. 39—48.

Сенников В.М. Ордовик Уйменско-Лебедского синклинория Горного Алтая. Материалы по региональной геологии // Труды СНИИГГиМС, вып. 24. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 116—133.

Сенников В.М., Винкман М.К., Кононов А.Н. Кембро-ордовик и ордовик Горного Алтая // Материалы по региональной геологии. М., Госгеолтехиздат, 1959, с. 51—66.

Сенников Н.В., Обут О.Т., Буколова Е.В., Толмачева Т.Ю. Литолого-фациальная и биоиндикаторная оценки глубины формирования раннепалеозойских осадочных бассейнов Палеоазиатского океана // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (10), с. 1488—1516.

Сенников Н.В., Лыкова Е.В., Обут О.Т., Толмачева Т.Ю., Изох Н.Г. Новый ярусный стандарт ордовика 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., Обут О.Т., Тимохин А.В., Модзалевская Т.Л., Гонта Т.В., Лыкова Е.В. Фаунистические сообщества, литологические особенности и палеогеографические условия формирования ордовикских образований Прителецкой зоны Горного Алтая. Материалы LXIII сессии Палеонтологического общества. СПб., ВСЕГЕИ, 2017а, с. 136—137.

Сенников Н.В., Тимохин А.В., Лыкова Е.В. Дифференциация алтайских среднеордовикских комплексов граптолитов и трилобитов по глубинам обитания // Геология и геофизика, 2017б, т. 58 (6), с. 880—899.

Стратиграфический словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон. Л., Недра, 1975, 622 с.

Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории. М., Недра, 1980, 463 с.

Черепнина С.К. Подкласс Tetracoralla (Rugosa). Тетракораллы // Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области. Т. I. Нижний палеозой / Ред. Л.Л. Халфин. Труды СНИИГГиМСа, вып. 19. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1960, с. 387—393.

Шурыгин Б.Н. Биогеография, фации и стратиграфия нижней и средней юры Сибири по двустворчатым моллюскам. Новосибирск, Академ. изд-во «Гео», 2005, 154 с.

Ярошинская А.М. Тип Bryozoa. Мшанки // Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области. Т. I. Нижний палеозой / Ред. Л.Л. Халфин. Труды СНИИГГиМС, вып. 19. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1960, с. 393—400.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Ogg G.M. The Geologic Time Scale 2012, v. 1. Elsevier, 2012, 1144 p.

Munnecke A., Calner M., Harper D.T., Servais T. Ordovician and Silurian sea-water chemistry, sea level, and climate: A synopsis // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2010, v. 296, p. 389—413.

Nielsen A.T. Ordovician sea level changes: A Baltoscandian perspective. The Great Ordovician biodiversification event. New York, Columbia University Press, 2004, p. 84—93.

Nielsen A.T. A re-calibrated revised sea level curve for the Ordovician Baltoscandia. Ordovician of the World. Instituto Geologico y Minero de Espana. Madrid, 2011, p. 399—401.

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

The Great Ordovician biodiversification event. Columbia University Press. New York, 2004, 484 p.

*Рекомендована к печати 30 марта 2017 г.
Б.Н. Шурыгиным*

*Поступила в редакцию 27 января 2017 г.
после доработки — 26 марта 2017 г.*