

УДК 551.733.1(571.52)

## ОРДОВИК ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЫВЫ: СТРАТИГРАФИЯ, ГЕНЕЗИС ОТЛОЖЕНИЙ И ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ, ФАУНИСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА, ИХНОКОМПЛЕКСЫ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Н.В. Сенников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН,  
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия

Впервые в Сибири в региональном масштабе выявлен крупный континентальный ордовикский бассейн седиментации. В ордовике Центральной Тывы обнаружены литологические текстуры, характеризующие обстановки осадконакопления русел рек, озер (старич), дюн, дельт рек, прибрежной приливно-отливной зоны моря. Определен последовательный ряд ихнофаций — от пресноводных (озерно-речных) к дельтовым и прибрежно-морским. Комплексный анализ ордовикских осадочных образований Центральной Тывы позволяет отнести их генезис к обстановкам формирования на прибрежных равнинах в районах развития дельты крупной реки. По типу терригенного, красноцветного осадконакопления Центрально-Тувинский ордовикский бассейн близок к разновозрастным бассейнам гондванской группы континентов.

*Ордовик, литология, ихнофоссилии, континентальные отложения, палеогеография, Центральная Тыва*

## ORDOVICIAN STRATIGRAPHY, FACIES, DEPOSITION ENVIRONMENTS, FAUNAS, ICHNOFOSSILS, AND PALEO GEOGRAPHY OF CENTRAL TYVA

N.V. Sennikov

A large regional-scale Ordovician continental basin has been revealed for the first time in Siberia. Sedimentary structures in the Ordovician rocks of Tyva represent deposition environments of rivers, oxbow lakes, dunes, river deltas, tidal, and coastal plains. Ichnofossils record a succession from freshwater (limnic-fluvial) to deltaic and tidal facies. Integrated studies of sedimentary rocks from Central Tyva show that they were deposited on a coastal plain within a large river delta. The Central Tyva Ordovician basin was similar to the coeval basins of the Gondwanian continents in the style of clastic and redbed deposition.

*Ordovician, lithology, ichnofossils, continental facies, paleogeography, Central Tyva*

## ВВЕДЕНИЕ

Выходы ордовикских отложений занимают значительные площади как на платформах, например, в России — на Восточно-Европейской (Русской) и Сибирской, так и в складчатых областях — на Урале, Таймыре, в Верхоянье и Центрально-Азиатском складчатом поясе. Они представлены морскими, редко океаническими осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями. Осадочные образования континентального генезиса в нижнем палеозое известны довольно редко, главным образом в верхнем ордовике в виде гляциальных отложений (тиллиты, диамиктиты и др.) и сопутствующих им структур и образований (ложе ледника, осадки фиордов и каньонов и т.п.) [Hamoumi, 1999a, b; Ghienne et al., 2007; Couto, Lourenco, 2011; Ghienne, 2011]. Доказательства их континентальной природы делятся на: а) литологические (седиментационные — структуры гляциальных, аллювиальных и дельтовых отложений); б) ископаемые почвы; в) палеонтологические; г) ихнологические. К палеонтологическим (палеоботаническим) свидетельствам бесспорно континентального генезиса относятся палинологические и флористические (наземные растения) данные [Strother et al., 1996; Wellman, 1999; Raevskaya et al., 2016; Servais et al., 2019]. В то же время следует отметить, что ревизия некоторых ордовикских палеонтологических объектов, ранее принимаемых за макроостатки растений, показала их животное происхождение [Kenrick et al., 1999], что отражает недостаточную проработанность таких сведений для нижнего палеозоя. Это же замечание касается и нижнепалеозойских ископаемых почв [Feakes, Retallack, 1988]. Надежными современными инструментами для изучения предположительно континентальных осадочных образований нижнего палеозоя служат литологические и ихнологические данные.

До настоящего времени на территории Сибири и России в целом не было зафиксировано крупного (в масштабах геологического региона) палеобассейна с распространением ордовикских осадочных

образований континентального или субконтинентального генезиса. В основу работы положены новые полученные материалы по строению многочисленных разрезов, литологическим и фаціальным особенностям пород ордовикских отложений Центральной Тывы и по заключенным в них фаунистическим остаткам и следам жизнедеятельности организмов. В настоящей статье автор представляет данные, свидетельствующие о существовании ордовикских отложений континентального генезиса в Алтае-Саянской складчатой области.

### СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ

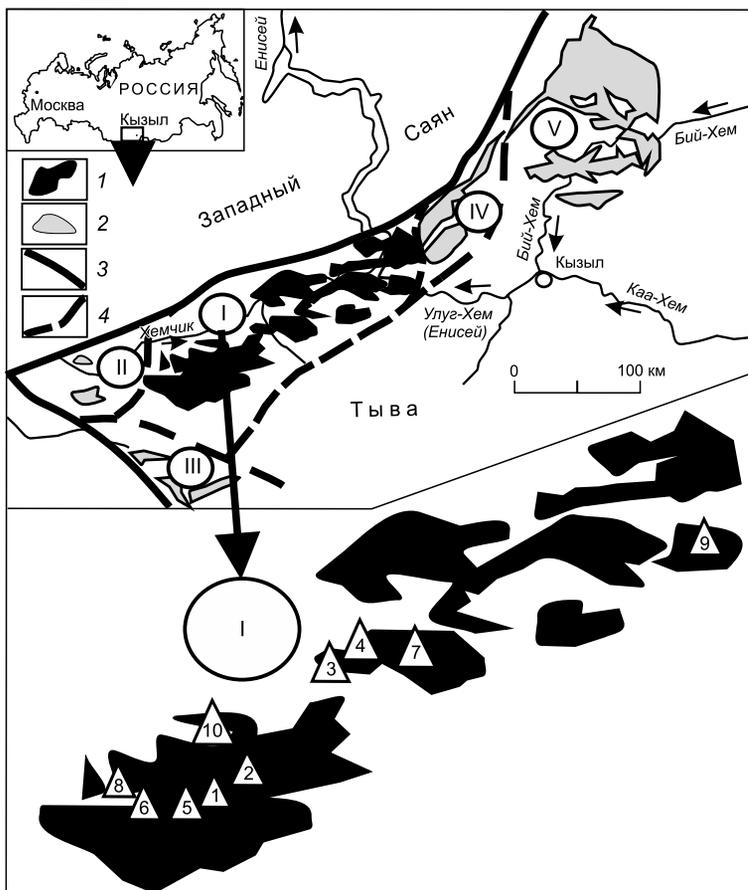
Центрально-Азиатский складчатый пояс на территории России обнажен в современных горных сооружениях юга Центральной Сибири. К нему относится Тувинский регион, который составляет часть геологических структур Алтае-Саянской складчатой области. По степени геологической изученности он относится к одному из недостаточно исследованных геологических блоков. С запада к нему примыкают геологические структуры Горного Алтая — региона, ставшего одним из российских эталонов исследований осадочных и вулканогенно-осадочных образований, в том числе по лито- и биостратиграфии, экосистемному анализу и палеогеографии [Сенников и др., 2018а, б].

К Центральной Тыве автор статьи вслед за другими исследователями [Владимирская, 1960; и др.] относит районы выхода палеозойских образований по правым и левым притокам Верхнего Енисея (Улуг-Хема) (рис. 1). При стратиграфическом районировании ордовикских отложений эта часть региона (Тувинского бассейна) обособляется в Хемчикскую структурно-фаціальную зону (СФЗ) [Сенников и др., 2021]. В Хемчикской СФЗ крупные блоки выходов ордовикских отложений контактируют с блоками выходов кембрийских и(или) силурийских отложений. Ордовикские отложения залегают с азимутальным и угловым несогласием на кембрийских вулканогенно-осадочных и осадочных образованиях. В Центральной Тыве известны разрезы с предполагаемым непрерывным переходом от ордовика к силуру [Владимирская и др., 1972].

Среди опубликованных работ со стратиграфической информацией по ордовикским образованиям Центральной Тывы можно отметить следующие [Богомолов, 1959; Владимирская, 1960, 1967; Задорожная, 1961; Сенников, Михайлов, 1963; Гинцингер, Сенников, 1967; Владимирская и др., 1972; Стратиграфический словарь..., 1975, 1991; Сенников, 1977; Геологическая карта..., 1983; Решения..., 1983; Безруков, 1986; Кульков и др., 1985; Сенников, 2019, 2022; Сенников и др., 2021]. В работах [Сенников, Обут, 2018; Сенников, 2019] по материалам нескольких ордовикских разрезов юго-западной части Центральной Тывы впервые было сделано предположение о распространении в регионе не только мелководных морских обстановок осадконакопления, но и участков с аллювиальной седиментацией. Эта информация была детализирована и расширена авторами настоящей статьи в процессе полевых работ 2021 г.

**Рис. 1. Схема расположения полей выходов и изученных разрезов ордовикских отложений в Тыве.**

1 — распространение преимущественно континентальных образований; 2 — распространение большей частью морских образований; 3 — глубинные разломы, ограничения крупнейших региональных блоков; 4 — границы между структурно-фаціальными зонами (СФЗ): I — Хемчикская; II — Алашская; III — Каргинская; IV — Уюкская; V — Систигхемская; 1—10 — разрезы: 1 — Чиргакы, 2 — Дагыр-Шеми, 3 — Улуг-Хондергей, 4 — Улуг-Хондергей-кошара, 5 — Чиргакы-2, Чиргакы-3, 6 — Чиргакы-Аянгаты, 7 — Аныяк-Хондергей; 8 — Аянгаты, 9 — Эйлиг-Хем, 10 — Ютюг-Хая.



## СТРАТИГРАФИЯ ШЕМУШДАГСКОЙ СЕРИИ ПО ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Ордовикские отложения Центральной Тывы выделяются как крупный осадочный комплекс, имеющий шемушдагской серией [Стратиграфический словарь..., 1975, 1991; Сенников, Михайлов, 1963; Сенников, 1977; Решения..., 1983; Сенников и др., 2015, 2021]. Шемушдагская серия снизу вверх стратиграфически подразделяется на дагыршемийскую, аянгатинскую и адырташскую свиты (рис. 2). Пере-

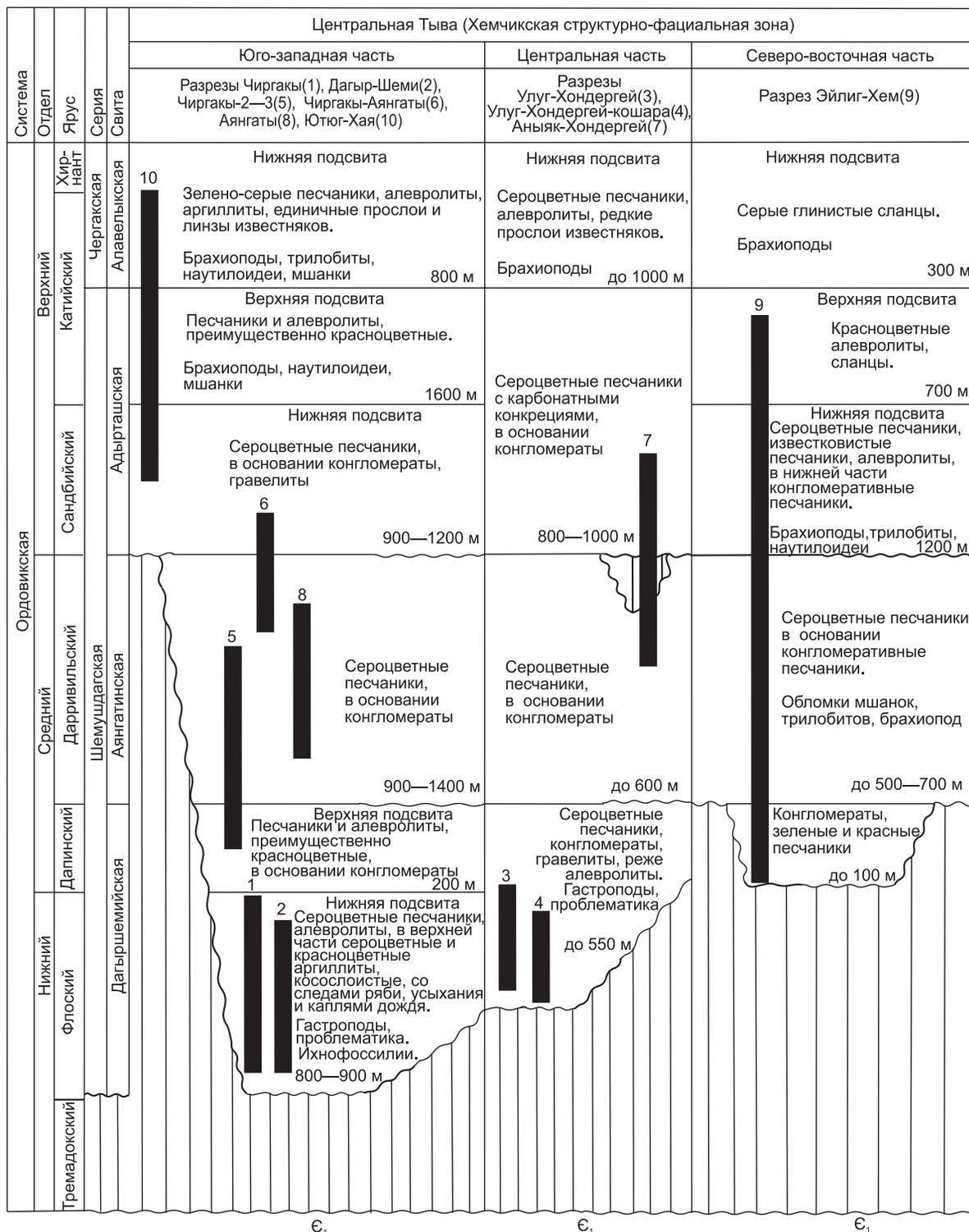


Рис. 2. Строение и стратиграфическое положение шемушдагской серии Центральной Тывы, по [Сенников и др., 2021] с изменениями и дополнениями.

крывается шемушдагская серия алавелькской свитой чергакской серии, нижняя подсвита которой сопоставляется с верхами катия и хирнантом верхнего ордовика, а верхняя подсвита алавелькской свиты относится уже к силуру [Сенников и др., 2021]. В настоящей статье рассмотрены стратиграфические и палеогеографические данные только по шемушдагской серии.

Дагыршемийская свита: нижняя подсвита сложена пачками сероцветных песчаников, алевролитов, аргиллитов, в верхней части сероцветными и красноцветными песчаниками и аргиллитами со следами ряби, капель дождя, трещинами усыхания, ихнофоссилиями и др. В одном из разрезов эта подсвита имеет базальные конгломераты. Верхнедагыршемийская подсвита состоит из пачки базальных конгломератов и вышележащих пачек красноцветных песчаников и алевролитов. Дагыршемийская свита условно, с недостаточной степенью обоснованности, сопоставляется с флоским (нижняя подсвита) и дапинским (верхняя подсвита) ярусами верхов нижнего и низов среднего ордовика.

Аянгатинская свита представлена пачкой базальных конгломератов и вышележащими пачками сероцветных песчаников. В верхах аянгатинской свиты найдены трилобиты, брахиоподы, мшанки, гастроподоподобные остатки, ихнофоссилии. Аянгатинская свита условно относится к дарривильскому ярусу среднего ордовика.

Нижняя подсвита адырташской свиты сложена пачкой базальных конгломератов и вышележащими пачками сероцветных песчаников. В ней встречены остатки трилобитов, наутилоидей, криноидей, гастроподоподобных и лингулоподобных организмов. Верхняя подсвита адырташской свиты состоит из красноцветных песчаников, алевролитов с лингулоподобными остатками. Нижняя подсвита адырташской свиты по фаунистическим остаткам с определенной долей условности сопоставляется с сандбийским ярусом низов верхнего ордовика, а верхняя подсвита адырташской свиты условно, по положению в разрезе, с нижними двумя третями катийского яруса верхнего ордовика. Такое стратиграфическое положение верхней границы верхней подсвиты адырташской свиты регламентируется находками конодонтов верхней трети катийского яруса и конодонтов хирнантского яруса верхнего ордовика в вышележащей нижней подсвите алавелькской свиты чергакской серии [Владимирская и др., 1972; Москаленко, 1981; Кульков и др., 1985].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

Автором настоящей статьи были послонно на современном уровне описаны многочисленные (стратотипические и опорные) разрезы ордовика Хемчикской структурно-фациальной зоны Тывы.

Дагыршемийская свита шемушдагской серии была изучена в разрезах Чиргакы (стратотип), Дагыр-Шеми (парастратотип), Чиргакы-2, Чиргакы-3, Улуг-Хондергей, Улуг-Хондергей-кошара, Эйлиг-Хем; аянгатинская свита — в разрезах Чиргакы-Аянгаты (стратотип свиты), Чиргакы-2, Чиргакы-3, Аянгаты, Аныяк-Хондергей, Эйлиг-Хем; адырташская свита — в разрезах Ютюг-Хая (стратотип), Чиргакы-Аянгаты, Чиргакы-Аянгаты-2, Аныяк-Хондергей, Эйлиг-Хем (рис. 2—12).

Были последовательно проведены: а) детальное литологическое описание пород с выделением литотипов и изучением закономерностей их распределения по разрезам; б) фациальный анализ; в) определение таксономического состава следов жизнедеятельности и ихнофациальный анализ; г) выявление закономерностей осадконакопления; д) генетическая интерпретация отложений и выяснение обстановок седиментации и истории развития бассейна. Фациальный анализ проводился с параллельным взаимоконтролем литофациальных и ихнофациальных параметров. Интерпретация обстановок осадконакопления основывалась на актуалистическом методе с учетом возможной раннепалеозойской специфики развития седиментационных процессов при полном отсутствии (или крайней ограниченности) растительного покрова и животных на суше и иных масштабах физико-химических процессов. Выводы о предполагаемом генезисе отложений опирались на множество выявленных в тувинских разрезах взаимодополняющих друг друга литологических признаков, с постоянным учетом возможности конвергентности текстурных признаков у некоторых типов пород различного происхождения.

## ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТУВИНСКИХ ОРДОВИКСКИХ ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ФАЦИАЛЬНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

При обобщении литологических материалов по более 15 ордовикским разрезам Центральной Тывы были выделены следующие литотипы: а) валунно-галечно-песчаниковый сероцветный; б) галечно-гравийно-песчаниковый сероцветный; в) песчаниковый красноцветный; г) песчаниковый сероцветный; д) алевролито-песчаниковый красноцветный; е) алевролито-песчаниковый сероцветный; ж) аргиллито-алевролито-песчаниковый сероцветный; з) алевролитовый красноцветный; и) аргиллито-алевролитовый красноцветный; к) известковисто-алевролито-аргиллито-песчаниковый красноцветный.

В отношении цветовой гаммы отмеченных литотипов следует сказать, что красные цвета пород встречаются в ряде тувинских ордовикских разрезов, но более широко там распространены шоколадные, коричневые и бурые оттенки, в редких случаях лиловые. В настоящей статье они объединены под наименованием красноцветные.

Система	Отдел	Ярус	Свита/подсвита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология	Ихнофоссилии	
Ордовикская	Нижний	Флоцкий	Дальшеремская свита/нижняя подсвита		19	>20	Песчанников красноцветный	Песчаники кварцевые, среднезернистые, неслоистые, с хорошо окатанным и хорошо сортированным материалом, рыжевато-серые, красно-серые, реже стально-серые	
					18	5	Алевролит-песчанниковый сероцветный	Песчаники среднезернистые, массивные, с хорошо окатанным и хорошо сортированным материалом, зеленовато-серые. Наблюдается 3—5-сантиметровая плитчатость	
					17	6—7		Два ритмично построенных слоя по 3,0—3,5 м. В основании слоя песчаники среднекрупнозернистые, хорошо окатанные и хорошо сортированные, светло-серые. Далее песчаники среднезернистые, хорошо окатанные и хорошо сортированные, серые и грязно-серые. Наблюдается 5—10-сантиметровая плитчатость. На нижней поверхности слоев желобково-язычковые и подковообразные знаки, сформированные при эрозии нелитифицированного слоя движущимися потоками, а также следы усыхания	
					16	10—12	Алевролит-песчанниковый сероцветный	Переслаивание (от 2—5 до 0,50—0,25 м) песчаников мелкосреднезернистых, полимиктовых, существенно-кварцевых, с хорошо окатанным, хорошо сортированным материалом, серых, светло-серых, зеленовато-серых, реже лиловых. Есть линзы (длина 2—3 м, мощность 5—15 см) зеленых алевролитов. В верхах пачки много глинистых алевролитов, а цвет пород становится преимущественно шоколадным или грязно-лиловым. Алевролиты также присутствуют в виде неправильной формы пятен (диаметром до 3—5 см) на верхней поверхности слоев. Наблюдается слабовыраженная 20—30-сантиметровая плитчатость, реже 0,5—1,0-сантиметровая полосчатость и косяя слоистость (0,5—1,0 см), а также микрослоистость (1—2 мм). На верхней поверхности слоев видна субпараллельная в соседствующих слоях, слабоасимметричная и симметричная рябь, дивергирующая рябь мелкого порядка. На нижней поверхности слоев желобково-язычковые и подковообразные знаки, сформированные при эрозии нелитифицированного слоя движущимися потоками. На верхней поверхности слоев фиксируются следы дождевых капель, а также следы усыхания. На нижней поверхности слоев встречаются многочисленные ихнофоссилии	
					15	6		Песчаники мелкосреднезернистые, хорошей окатанности и хорошей сортированности, зеленовато-серые. Имеются слои лилово-серых песчаников. Наблюдается 5—10-сантиметровая плитчатость и косяя слоистость	
					14	5	Песчанниковый красноцветный	Чередование хорошо окатанных и хорошо сортированных песчаников мелкозернистых, плитчатых (1—3 см), шоколадно-лилового цвета и мелкосреднезернистых песчаников серо-грязно-зеленого цвета. В основании пачки слой 0,3 м шоколадно-лиловых песчаников с ихнофоссилиями на нижней поверхности слоев. Породы пачки биотурбированы. Наблюдается косяя микрослоистость (1—2 мм)	
					13	5—7		Чередование хорошо окатанных и хорошо сортированных песчаников мелкозернистых, плитчатых (1—3 см), шоколадно-лилового цвета и мелкосреднезернистых песчаников серо-грязно-зеленого цвета. Породы пачки биотурбированы	
					12	10	Песчанниковый красноцветный	Песчаники среднезернистые, массивные, с материалом средней окатанности и средней сортированности, коричневатого-серые. На верхней поверхности слоев наблюдаются следы дождевых капель	
					11	10		Чередование хорошо окатанных и хорошо сортированных песчаников мелкозернистых, плитчатых (1—3 см), шоколадно-лилового цвета и мелкосреднезернистых песчаников серо-грязно-зеленого цвета. Породы пачки местами биотурбированы	
					10	2—3	Песчанниковый сероцветный	Песчаники мелкозернистые и алевролиты зеленовато-серые и лилово-серые	
					9	3—4		Песчаники мелкосреднезернистые, с материалом хорошей окатанности и хорошей сортированности, зеленовато-серого цвета. На нижней поверхности слоев встречаются ихнофоссилии. Имеются лиловые прослои. Наблюдается косяя слоистость	
					8	4—6	Песчанниковый сероцветный	Песчаники среднезернистые, с материалом хорошей окатанности и хорошей сортированности, стально-серого цвета. Наблюдается плитчатость (10—20 см) и косяя микрослоистость (1—2 мм)	
7	2	Песчаники мелкозернистые и алевролиты глинистые зелено-серого цвета							
6	2—3	Алевролит-песчанниковый красноцветный	Песчаники массивные, мелкосреднезернистые, с материалом средней окатанности и хорошей сортированности, коричневые. Наблюдается 50-сантиметровая плитчатость. Породы местами биотурбированы						
5	0,5		Алевролиты глинистые, лиловато-шоколадного цвета						
4	2—3	Алевролит-песчанниковый красноцветный	Песчаники мелкосреднезернистые, средней окатанности и средней сортированности, темно-коричневого цвета. На нижней поверхности слоев встречаются ихнофоссилии. Имеются интракласты						
3	3—6		Песчаники мелкосреднезернистые, с материалом средней окатанности и средней сортированности, зеленовато-серого цвета. На нижней поверхности слоев встречаются ихнофоссилии						
2	5	Алевролит-песчанниковый красноцветный	Песчаники мелкосреднезернистые, существенно-кварцевые, с материалом средней окатанности и средней сортированности, шоколадного цвета. Наблюдается плитчатость от 1—3 до 15 см и косяя микрослоистость (1—2 мм). В средней части пачки следы передвижения червей по поверхности осадка						
1	5—7		Песчаники мелкосреднезернистые, с материалом средней окатанности и средней сортированности, шоколадно-серого цвета. Наблюдается 10-сантиметровая плитчатость						

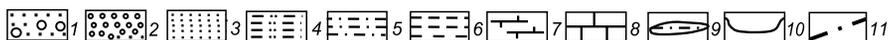


Рис. 3. Литологическая колонка разреза Чиргаки и распространение в нем ихнофоссилий.

Здесь и на рис. 4—12: 1 — конгломераты, 2 — гравелиты, 3 — песчаники, 4 — алевропесчаники, 5 — алевролиты, 6 — аргиллиты, 7 — известковистые породы, 8 — известняки, 9 — слои линзовидной формы, 10 — эродированные поверхности нижележащей пачки (в том числе с эрозийными «карманами»), 11 — разрывные нарушения.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвета	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология	Ихно-фоссилии
Ордовикская	Нижний	? флюский	Шемуддагская	Дагыршемийская	Нижняя	3	>200	Аргилито-алевролитно-песчанниковый сероцветный	Переслаивание (0.5—1.0 м) песчаников полимиктовых среднетупнозернистых и мелкосреднезернистых, с хорошо окатанным и среднесортированным материалом, со слоями алевролитов и аргиллитов Доминируют серый и зеленовато-серый цвет, иногда с коричневым или бурым оттенком. Песчанниковые слои горизонтов встречаются через 3—5 м, а между ними преобладают алевролиты и аргиллиты. Мощность слоев песчаников до 1 м, алевролитов до 1.5—2.0 м, аргиллитов до 0.5 м В алевролитах наблюдается «срезание» верхних границ различных подстилающих слоев, а также «утыкание» вышележащих слоев в приподнятые элементы микрорельефа подстилающих слоев. В аргиллитах проявлена более хаотично-волнистая слоистость, чем в алевролитах и песчанниках. В серых песчанниках наблюдаются округлые и эллипсоидные интракласты (диаметр 0.5—1.5 см, мощность 0.3—0.5 см) зеленовато-серых аргиллитов, занимающих до 50 % площади поверхности слоя	<i>Cruziana</i> sp. <i>Rusophycus</i> sp. Gen. et sp. indet.
						2	>150		Переслаивание (0.5—1.0 м) песчаников полимиктовых среднетупнозернистых и мелкосреднезернистых, с материалом средней окатанности и средней сортированности, со слоями алевролитов и аргиллитов Песчанниковые слои горизонтов встречаются через 15—20 м, а между ними доминирует чередование алевролитов и аргиллитов. Цвет пород преимущественно коричневатого-серый. В слоях песчаников наблюдаются холмообразные формы. Верхние поверхности слоев алевролитов «размыты» потоками песка вышележащих песчаников. В песчанниках наблюдается перекрестная косая слоистость. Песчанниковые слои имеют мощность 0.8—1.0 м с достаточно выраженными «пережимками». Верхние границы песчанниковых слоев имеют сильно волнистую поверхность, а их нижние границы при этом субгоризонтальны. Внутри таких слоев фиксируется косая слоистость, а слои в целом отвечают инклинальным, косонапластованным песчанникам надводных баров или намывных кос Есть формы «облекания-перекрытия» песчаного и алевролитового материала положительных форм микропалеорельефа. В некоторых слоях аргиллитов наблюдается сильная биотурбированность (до 70 %)	
						1	50		Переслаивание песчаников (0.15—0.20 м, редко до 0.5 м) полимиктовых среднетупнозернистых и мелкосреднезернистых, с материалом средней окатанности и средней сортированности, со слоями алевролитов (0.5—0.7 м) и аргиллитов (0.3—0.5 м). Песчанниковые слои в виде четко выраженных в современном рельефе горизонтов встречаются через 5—7 м, а между ними преобладают алевролиты и аргиллиты. Горизонты песчанников представляют собой подводные гряды с материалом, в основном серого цвета. Алевролиты и аргиллиты преимущественно табачно-серого и бурого цвета. В песчанниках и алевролитах наблюдается косая слоистость. Их поверхности нередко волнисто-наслоенные. В алевролитах фиксируется полосчатость (1—2 мм) (микрослоистость). Есть двоянные микрослои, свидетельствующие о приливно-отливных течениях. Встречаются многочисленные ихнофоссилии	

Рис. 4. Литологическая колонка разреза Дагыр-Шеми и распространение ихнофоссилий.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвета	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология
Ордовикская	Нижний	? флюский	Шемуддагская	Дагыршемийская	Нижняя	3	~100	Песчанниковый сероцветный	Песчанники среднезернистые, с хорошо сортированным и хорошо окатанным материалом, массивные, реже слоистые (0.3—1.0 м), зеленовато-серые
						2	~200		Песчанники среднезернистые, с хорошо сортированным и хорошо окатанным материалом, слоистые (0.3—1.0 м), зеленовато-серые и буровато-серые. Встречаются обильные интракласты сургучно-лиловых алевроито-аргиллитов, эллипсоидно-округлой формы диаметром от 0.2—0.3 до 1—2 см, редко до 5—6 см. На отдельных плоскостях напластования интракласты занимают до 50 % площади
						1	100		Песчанники среднезернистые, с хорошо сортированным и хорошо окатанным материалом, слоистые (0.3—1.0 м), зеленовато-серые

Рис. 5. Литологическая колонка разреза Улуг-Хондергей.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология	Ихнофоссилии		
Ордовикская	Нижний	? Флоский	Шемушдагская	Дагыршеймская	Нижняя		7	>15	Песчанниковый сероцветный	Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, со среднесортированным и среднеокатанным материалом, средне- и мелкоплитчатые (1-15 см), табачно-грязно-серые. На поверхностях разных слоев наблюдается слабоасимметричная рябь волнения перекрестных направлений под углом 70-80°. Расстояние между гребнями ряби 7-8 см	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <i>Scoyenia White</i></li> <li>■ ?<i>Scoiithos Haldeman</i></li> <li>■ ?<i>Conichnus Mannil</i></li> <li>■ ?<i>Tryparrifex Magdefrau</i></li> </ul>	
							6	0,1		Песчаники существенно-кварцевые, с известковым цементом, среднетоннозернистые, серые, со среднесортированным и среднеокатанным материалом. Встречаются обломки гастроподоподобных организмов		
							5	2		Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, со среднесортированным и среднеокатанным материалом, средне- и мелкоплитчатые (1-15 см), табачно-серые и грязно-серые		
							4	0,1		Песчаники существенно кварцевые, с известковым цементом, среднетоннозернистые, со слабосортированным и слабоокатанным материалом, светло-серые		
							3	>30		Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, со среднесортированным и среднеокатанным материалом, средне- и мелкоплитчатые (1-15 см), табачно-серые и грязно-серые		
							2	>5		Задернованный интервал (лог) с высыпками песчаников		
							1	>35		Алевритно-песчанниковый сероцветный		Переслаивание серых глинистых аргиллитов и алевритов с песчаниками полимиктовыми, мелкосреднезернистыми, со среднесортированным и хорошо окатанным материалом, местами плитчатыми (0.3-0.5 м), серыми и зеленовато-серыми. Количество песчаников вверх по разрезу возрастает и в верхах пачки доминируют песчаники. Наблюдаются трещины усыхания глубиной до 1.5 см в слоях песчаников, заполненные глинистым материалом. Фиксируется хаотичная, крупная, волновая, асимметричная рябь (расстояние между гребнями более 10 см) и следы относительно симметричной волновой ряби. Две волновых ряби на одной поверхности пересекаются под углом 40-60°. Имеются округлые и трубкообразные капролиты

Рис. 6. Литологическая колонка разреза Улуг-Хондергей-кошара и распространение в нем ихнофоссилий.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология	Ихнофоссилии		
Ордовикская	Средний	? Даривильский	Шемушдагская	Аянгатинская			7	>300	Песчанниковый сероцветный	Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, массивно-слоистые (0.5—1.0 м), зеленовато-серого, редко буровато- и розовато-серого цвета. Характерна крупноскорлуповатая отдельность (мощность 5—10 см). Местами наблюдается косяя слоистость. Встречаются слои кварцевых светло-серых, хорошо окатанных и хорошо сортированных крупнозернистых песчаников		
							6	>3		Песчаники полимиктовые, существенно-кварцевые, массивные, среднетоннозернистые, со слабо- и среднеокатанным, плохо сортированным материалом, зеленовато-серые. Имеется 5—10 сантиметровый прослой сильноизвесткового песчаника с многочисленными обломками раковин (гастроподы?) кальцитового состава. Встречаются редкие интракласты лиловых аргиллитов округлой и эллиптической формы (диаметр 0.2—0.5 см, мощность 1—2 мм)		
							5	>200		Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, слоистые (0.3—0.5 м), зеленовато-серого, реже буровато-серого цвета.		
							4	>30		Валунно-галечно-песчанниковый сероцветный		Песчаники полимиктовые, среднезернистые, зеленовато-серые с прослоями гравелитов
							3	>20				Гравелиты сероцветные и пестроцветные
							2	>40		Конгломераты галечные, редко валунно-галечные. Валунуны (диаметр не более 15 см) составляют не более 1—3 % объема обломков. Гальки мелкие и средние, от 1—3 до 5 см, редко до 7 см. Гальки занимают до 70-80 % объема породы, редко до 100 %. Цемент песчаный, полимиктовый, среднетоннозернистый. Местами цемент контактовый, вероятнее всего, карбонатный, в таких случаях порода рассыпается в галечник. Гальки слабой сортированности, средней окатанности, не ориентированы. Редко встречаются угловатые гальки. В гальках красные, серые и зеленые кремни, песчаники, алевриты, эффузивы. Редко наблюдаются линзовидной формы тела песчаников полимиктовых, среднетоннозернистых зеленовато-серого цвета с плавающим гравием		
							1	>100		Алевритно-песчанниковый красоцветный		Переслаивание (0.3—0.5 м) песчаников мелкозернистых и алевритов буровато-серого и красновато-бурого цветов

Рис. 7. Литологическая колонка разреза Чиргакы-3.



Рис. 8. Литологическая колонка разреза Чиргакы-Аянгаты.



Рис. 9. Литологическая колонка разреза Аныяк-Хондергей.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология
Ордовикская	Верхний	? Сандбийский	Шемушдагская	Аянгатинская	Нижняя	2	3	Алевролитопесчаниковый сероцветный	
						1	~20	Песчаниковый красноцветный	Ритмичное 2-членное чередование: а) плитчатых (0.5—1.0 см, реже 1—2 см), косослоистых, темно-лиловых, мелкосреднезернистых песчаников и б) массивных (3—5 см), редко полосчатых, мелкосреднезернистых песчаников, с материалом средней сортированности и средней окатанности, лилового цвета. В низах пачки мощность нижней части ритмов около 1 м, а верхней части ритмов 0.8—1.0 м. Снизу вверх по разрезу мощности нижних частей ритмов увеличиваются от 1.0 м до 2.0—2.5 м и затем до 3—5 м, а затем уменьшаются до 0.6 м. Мощности верхних частей ритмов снизу вверх по разрезу пачки постепенно уменьшаются до 15—20 см, а в последнем 11-м ритме верхняя часть полностью отсутствует. Самые верхи пачки (11-й ритм) слагают песчаники среднезернистые, полимиктовые, существенно-кварцевые, с материалом средней окатанности и хорошей сортированности, полосчатые (0.5—0.3 мм), серые и лиловые

Рис. 10. Литологическая колонка разреза Аянгаты.

Из всего набора перечисленных выше литотипов максимальные площади распространения имеют красноцветный песчаниковый, сероцветный алевролитопесчаниковый и красноцветный алевролитопесчаниковый. Эти три литотипа слагают в центрально-тувинских разрезах максимальные по мощности монотонные пачки (до 100—200 м — разрезы Улуг-Хондергей, Эйлиг-Хем, Ютюг-Хая и др.) и, как правило, занимают половину мощности во всех разрезах. С пачками этих трех алевролитопесчаниковых литотипов в разрезах в различных пропорциях чередуются подчиненные по мощности пачки других сероцветных литотипов. Валунно-галечно-песчаниковый и галечно-гравийно-песчаниковый литотипы слагают базальные пачки свит и подсвит (разрезы Чиргакы-Аянгаты, Чиргакы-Аянгаты-2, Аныяк-Хондергей, Эйлиг-Хем, Чиргакы-2, Чиргакы-3). Крайне ограниченную площадь распространения имеет известковисто-алевролитопесчаниковый красноцветный литотип, который встречается в одном разрезе Ютюг-Хая в верхах адырташской свиты шемушдагской серии. Перекрывающая шемушдагскую серию алавельская свита чергакской серии слагается породами известковисто-аргиллитового сероцветного литотипа.

Фаунистические остатки в разрезах ордовика Центральной Тывы встречаются крайне редко, поэтому, к сожалению, они не могут быть использованы при решении вопроса о выборе, к какому генетическому типу: а) озерно-речному и лагунному (лиман—эстуарий?) или б) морскому, следует относить исследуемые в конкретных разрезах терригенные породы, составляющие осадочные последовательности. Для определения генезиса таких пород должен быть рассмотрен весь комплекс тектурных особенностей, встреченных в изученных тувинских ордовикских разрезах. Был проведен анализ различных литологических феноменов, наблюдаемых в отдельных частях дагыршемийской, аянгатинской и адырташской свит шемушдагской серии.

Следы дождевых капель на верхней поверхности песчаных текстур обнаружены в разрезе Чиргакы (рис. 13, фиг. 1, 2). В других пачках того же разреза дагыршемийской свиты на нижней поверхности верхнего слоя с тонким микрослоем породы нижележащего слоя наблюдаются слепки трещин усыхания, заполненные песчаным материалом верхнего слоя (см. рис. 13, фиг. 5, 12). Кроме того, в рассматриваемом разрезе в дагыршемийской свите на поверхности одного из песчаных слоев найдены рубцовые текстуры (следы) кристаллов льда (см. рис. 13, фиг. 3, 4).

Гравийно-галечные песчаники с неориентированными «плавающими» гальками, неориентированными и хаотично расположенными угловатыми гальками в песчаниках, а также ориентированные слои с окатанными и неокатанными гальками среди монотонных песчаников представлены на рис. 14, фиг. 6. Это текстуры, сходные с таковыми в основании русел современных рек. Такие литологические феномены можно наблюдать в разрезе Эйлиг-Хем (низы адырташской свиты).

Следы размыва и разрушения слоев с образованием интракластов (плоских алевритовых галек), как показатель условий образования базальных слоев аллювиальных образований, при смене положения русел рек (в том числе маркер основания современных дельтовых отложений) см. на рис. 13, фиг. 13—15.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литология	Кораллы	Трилобиты	Брахиподоы	Двустворки ?	Кринюидеи	Мшанки	Наупилоидеи	Гастроподы	Ихнофоссилии
Ордовикская	Верхний Сандбийский	Адыргазская		19	>200	Аргилито-алевролитовый, красноцветный		Алевропесчаники массивно-слоистые, комковатые, темно-сургучные, красно-сургучные. Встречаются редкие отпечатки обломков раковин белого цвета	Gen. et sp. indet.	■	■	■	■	■	■	■	■
				18	250	Аргилито-алевролитовый, красноцветный		Переслаивание сургучных (шоколадных) алевролитов и аргиллитов с аргиллитами цвета морской волны (зеленовато-синеватый). Слои зелено-синих аргиллитов имеют линзовидную форму и мощность 1—3 м. В верхней части пачки наблюдается зона тектонического нарушения									
				17	30	Алевропесчаники тонкослоистые, зелено-светло-серые		Алевропесчаники тонкослоистые, зелено-светло-серые									
				16	80	Задернованный интервал		Задернованный интервал									
				15	>300	Песчаниковый сероцветный		Песчаники мелкосреднезернистые, с хорошо сортированным материалом, слоистые (0.2—0.8 м), зеленовато-серые. Найдены крупные (до 5—7 см) обломки кораллов, а также другие группы фауны. Они не ориентированы и занимают до 30 % объема породы									
				14	50	Песчаниковый сероцветный		Переслаивание массивных красновато-серых и серых песчаников, среднезернистых									
				13	~5	Песчаниковый красноцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, средней сортированности и средней окатанности, стально-серого цвета									
				12	15	Песчаниковый красноцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, слабоизвестковистые, средней сортированности и средней окатанности, красного цвета. Есть слабообтурбированные слои									
				11	70	Песчаниковый сероцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, массивные, со средней сортированностью и средней окатанностью материала, светло-серого цвета									
				10	~20	Галечно-гравийно-песчаный сероцветный		Конгломеративно-гравийные песчаники, серого и стально-серого цвета. Гальки и гравий распределены неравномерно и занимают не более 20 % объема породы									
	9	20	Галечно-гравийно-песчаный сероцветный		Песчаники среднезернистые, массивные, неслоистые, с плохо сортированным, плохо окатанным материалом, неизвестковистые, темно-зелено-серые и стально-серые. Встречается «битый ракушняк» в виде внешних слепков (экскавации размером от 0.2—0.5 до 1.0 см) выщелоченных остатков фауны. Они равномерно рассеяны по породе и занимают в слоях 5—10 % объема породы												
	8	10	Песчаниковый сероцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, с известковым цементом, красно-серого и красно-бурого цвета												
	7	10	Песчаниковый сероцветный		Песчаники среднезернистые, серые и зеленовато-серые												
	6	~100	Песчаниковый красноцветный		Песчаники среднезернистые, преимущественно массивные, неслоистые, грязно-серые и желто-серые. Наблюдается хаотично рассеянная «плавающая» средняя и крупная галька светло-розовых кремней и среднекрупнозернистых песчаников. В средней части пачки имеется 10-метровый слой песчаников среднекрупнозернистых, средней сортированности и средней окатанности, красновато-серого цвета. В таких песчаниках наблюдаются плоскости напластования (эпизод весеннего половодья) с многочисленными угловатыми и слабоокатанными обломками и гальками песчаников среднекрупнозернистых, зеленовато-серых и светлых кремней												
	5	80	Песчаниковый сероцветный		Песчаники мелкозернистые, с хорошо окатанным материалом, плитчатые (0.2—0.3 м), желтовато-серые и зеленовато-серые. В слабоизвестковистых слоях есть ихнофоссилии и следы выветривания («углубления-экскавации») органических остатков (обломки раковин). Наблюдаются низкорельефные знаки симметричной рыби. В конце пачки дайка среднего состава 10 м												
	4	~50	Песчаниковый сероцветный		Песчаники мелкосредне-, реже крупнозернистые, средней сортированности, желтовато- и красновато-серые												
	3	~100	Песчаниковый сероцветный		Песчаники мелкосреднезернистые, серые и зеленовато-серые с прослоями алевролитов. Наблюдается слоистость 0.5—0.7 м, реже 1.0 м												
	2	100	Валуно-галечно-песчаный сероцветный		Песчаники полимиктовые, среднекрупнозернистые, с плохо сортированным материалом, серые, зелено-серые, с частой «плавающей» галькой диаметром от 1 до 3—5 см и валунами от 0.5 до 1.0 м. Этот «плавающий» материал занимает 5—10 % объема породы. Большинство (до 80 %) крупных включений ориентированы в одном направлении. Есть участки, которые следует именовать валунно-галечными конгломератами. Крупные обломки обычно окатаны, но встречаются и угловатые валуны и гальки												
	1	>50	Валуно-галечно-песчаный сероцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, массивные, изредка массивно-слоистые (около 1.0 м), плохо сортированные и средней окатанности, зеленовато-серые и серые. Имеются редкие «плавающие» гальки и угловатые обломки песчаников среднезернистых зеленовато-серого цвета												
		Дарвинский	Аянгазская		1	>50	Валуно-галечно-песчаный сероцветный										
	Дарвинский	Шемушадская		1	>50	Валуно-галечно-песчаный сероцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, массивные, изредка массивно-слоистые (около 1.0 м), плохо сортированные и средней окатанности, зеленовато-серые и серые. Имеются редкие «плавающие» гальки и угловатые обломки песчаников среднезернистых зеленовато-серого цвета	Gen. et sp. indet. Sactoceras sp. Ormoceras sp. Michelinoceras sp. Gen. et sp. indet. Paraphistoria (?) sp. Lestuerilla (?) sp.	■	■	■	■	■	■	■	
	Дарвинский	Дарвинский		1	>50	Валуно-галечно-песчаный сероцветный		Песчаники среднекрупнозернистые, массивные, изредка массивно-слоистые (около 1.0 м), плохо сортированные и средней окатанности, зеленовато-серые и серые. Имеются редкие «плавающие» гальки и угловатые обломки песчаников среднезернистых зеленовато-серого цвета	Gen. et sp. indet. Chondrites sp. Gen. et sp. indet.	■	■	■	■	■	■	■	■

Рис. 11. Литологическая колонка разреза Эйлиг-Хем и распространение в нем фаунистических остатков и ихнофоссилий.

Система	Отдел	Ярус	Серия	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литотип	Литография	Кораллы	Криноидеи	Брахиподоы	Мшанки	Трилобиты	Наутилоидеи
Ордовикская	Верхний	Хирнантский	Чергацкая	Алавельская		25	>50	Ивестково-аргиллитовый сероцветный литовый сероцветный	Алевролиты и аргиллиты слабоизвестковистые, серого и стально-серого цвета	Gen. et sp. indet.					
						24	25-30		Аргиллиты и алевролиты сильноизвестковистые, серые и зеленовато-серые. Плоскости напластования волнистые. Встречаются 5-сантиметровые прослои известняков песчанистых, грязно-серого, синевато-серого цвета. Местами в пачке такие слои известняков занимают до 50 % объема породы						
						23	50		Задернованный участок с логом						
						22	~70		Алевролиты глинистые и глинисто-известковистые, реже песчаники мелкозернистые известковистые, серые и зеленовато-желто-серые						
						21	~25		Алевролиты глинистые, красно-бурые						
						20	~50		Песчаники мелкозернистые, серо-зеленые						
						19	~100		Переслаивание песчаников мелкозернистых, красно-бурого цвета и алевролитов красного цвета. В нижней части пачки песчаники преобладают, в средней части пачки их становится меньше, и в верхней части пачки доминируют алевролиты и появляются глинистые аргиллиты красно-бурого цвета						
						18	~100		Переслаивание (1.5—2.0 м, реже 0.5—1.0 м) песчаников мелкозернистых, комковато-слоистых, алевролитов, редко алевропесчаников. В алевролитах наблюдается 1—3-сантиметровая плитчатость. Цвет терригенных, неизвестковистых пород красный и коричнево-красный. В верхней части пачки найдена одна линза (мощность 10 см, длина не более 5 м) «булковидной» отделиности, состоящая из серых известняков						
						17	>100		Незаконмерное тонкое переслаивание песчаников полимиктовых, существенно-кварцевых, мелкозернистых, зеленовато-серого, светло-серого, красно-бурого цвета, а также и алевролитов красно-бурого цвета. Имеются структуры косой слоистости и редкие «интракласты» (длиной 1—2 см и мощностью 1—2 мм), а также «слепки-пустоты» от выветрелых конкреций диаметром 0.5—1.0 см						
						16	5		Переслаивание песчаников мелкозернистых серого и розовато-серого цвета и красно-бурых алевролитов						
	15	>20	Переслаивание песчаников мелкозернистых и алевролитов. Цвет пород красно-бурый												
	14	>30	Переслаивание (10 см) алевролитов глинистых, серого и зеленовато-серого цветов												
	13	~15	Переслаивание песчаников полимиктовых, мелкозернистых, серого цвета, красноцветных мелкозернистых песчаников и красно-лиловых алевролитов												
	12	~20	Переслаивание песчаников мелкозернистых, серого цвета и алевролитов красно-бурого цвета												
	11	>20	Песчаники полимиктовые, существенно-кварцевые, среднезернистые, хорошо сортированные и хорошо окатанные, серые, с редким переслаиванием с серыми алевролитами												
	10	~100	Равномерное переслаивание (0.5—0.7 м) песчаников мелкозернистых и тонкослоистых алевролитов. Цвет пород красно-бурый												
	9	~10	Песчаники полимиктовые, крупнозернистые, тонкослоистые (5—10 см), красно-бурого цвета												
	8	1,5	Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, зеленоватые												
	7	>30	Переслаивание (0.2—0.4 м) песчаников мелкозернистых и алевролитов красного цвета												
	6	>10	Переслаивание песчаников среднезернистых, реже мелкозернистых, полимиктовых, существенно-кварцевых, с материалом хорошей сортированности и средней, реже плохой степенью окатанности, а также алевролитов красного и бурокрасного цвета. Прослои песчаников достигают мощности 1.2 м, а алевролитов 0.15—0.40 м. Наблюдаются косая слоистость и многочисленные «интракласты» (длиной 1—4 см и мощностью 2—3 мм) красных аргиллитов-алевролитов в песчаниках. Один из слоев пачки (мощность 1.2 м) содержит многочисленные конкреции (диаметром от 1 до 5 см, редко до 10 см). В других слоях встречаются единичные конкреции												
	5	~100	Песчаники полимиктовые, мелкозернистые, красно-бурые с редкими прослоями алевролитов более красного цвета. Снизу вверх по пачке увеличивается мощность прослоев алевролитов от нескольких до 10—15 см. Встречаются многочисленные интракласты (длиной 1—3 см и мощностью 2—5 мм) красных аргиллитов-алевролитов в песчаниках												
	4	30	Задернованный интервал с дорогой												
	3	20	Песчаники мелкосреднезернистые, средней сортированности и плохой окатанности, крупнолитчатые (0.5—1.0 м), красные. Имеются интракласты диаметром 1—3 см красных аргиллитов												
	2	13	Переслаивание (0.5—8.0 м) песчаников зеленовато-серых и красновато-серых, мелкосреднезернистых, с хорошо сортированным и хорошо окатанным материалом												
	1	>50	Песчаники полимиктовые, мелкосреднезернистые, хорошо сортированные и хорошо окатанные, зеленовато-серые												

Рис. 12. Литологическая колонка разреза Ютюг-Хая и распространение в нем фаунистических остатков.

Подобные текстуры наблюдаются в разрезах Улуг-Хондергей и Дагыр-Шеми (середина дагыршемийской свиты), Чиргакы-3 и Чиргакы-Аянгаты (аянгатинская свита), Ютюг-Хая (низы адырташской свиты).

Литологические текстуры половодий среди речных и озерных отложений в виде галек в тонких слоях алевролитов и мелкозернистых песчаников, при этом мощность таких грубых прослоев 1—3 см (= толщине округлой или плоской гальки) см. на рис. 14, фиг. 4, 5. Такие следы можно наблюдать в разрезе Эйлиг-Хем (в аянгатинской и низах адырташской свиты).

Следы струй отекания нелитифицированного песчаного или алевритового осадка, формирующиеся во время отлива в морских условиях или при понижении уровня воды крупной реки в континентальных обстановках см. на рис. 13, фиг. 10. Такие текстуры известны в разрезе Чиргакы (середина нижнедагыршемийской подсвиты).

Интерференция слабовыраженной ряби в песчаниках аянгатинской свиты в разрезе Эйлиг-Хем представлена на рис. 13, фиг. 9. Такая перекрестная рябь и ее вертикальный индекс (отношение длины волны к ее высоте) (более 20) указывают на ее ветровой генезис.

Асимметричная («нависающая») рябь в виде изгибающихся и соприкасающихся валиков (без межваликового пространства) со сдвинутыми в одном направлении вершинами валиков, свидетельствующая о приливно-отливных течениях — крупная рябь — до 10 и более параллельных валиков показана на рис. 13, фиг. 8. На 30 см приходится шесть валиков, их гребни сглажены и иногда чуть смещены от ее оси, а межваликовые пространства более узкие. Высота валиков 1.5—2.5 см, вертикальный индекс ряби 3—5. Такие текстуры известны в дагыршемийской свите в разрезах Чиргакы, Дагыр-Шеми и Улуг-Хондергей-кошара.

Два сближенных слоя с резко асимметричной однонаправленной волновой рябью, являющиеся свидетельствами условий волноприбойной зоны моря или крупного озера. Такие текстуры обнаружены в разрезе Чиргакы (нижнедагыршемийская подсвита). В том же разрезе в низах дагыршеминской свиты наблюдается дивергирующая микрорябь, приуроченная только к одному склону ряби и наблюдаемая на верхней поверхности песчаного слоя (см. рис. 13, фиг. 6). В настоящее время подобная дивергирующая рябь формируется в субаэральных условиях на комплексах песчаных гряд в открытом море.

Налегание массивных, косослоистых, сероцветных песчаников на тонкоплитчатые лиловые песчаники фиксирует изменение положения русла реки с перекрытием массивной пачкой аллювиальных песчаников тонкого ритмичного переслаивания песчаных озерно-старичных образований (см. рис. 13, фиг. 20). Такой феномен наблюдается в разрезе Аянгаты (адырташская свита).

Косослоистые красноцветные и сероцветные песчаные образования. Текстуры отчетливой, масштабной (от 20 до 35°) косой слоистости зафиксированы в разрезах Дагыр-Шеми (дагыршемийская свита), Чиргакы-3 (аянгатинская свита), Ютюг-Хая (низы адырташской свиты) (см. рис. 13, фиг. 18, 19). Такие крутые углы позволяют усомниться не только в прибрежно-морских условиях образования этих косослоистых текстур, но и в их аллювиальном генезисе при смене положения русла реки («врезание»). Наиболее вероятно, что это эоловые образования прирусловых дюн с косой слоистостью преимущественно перекрестного типа. Нельзя полностью исключить, что такие конвергентные текстуры могли формироваться в подводных морских каньонах-оврагах. В этой же части разреза Ютюг-Хая наблюдается косая слоистость как следствие размыва нелитифицированных осадков в виде «карманов». Последние текстуры могут иметь аллювиальный генезис или образовываться в подводных морских каньонах-оврагах.

Сигмоидальные глинистые слои, отчетливо наблюдаемые в поперечном сечении слоя, указывают на приливно-отливные условия их образования (см. рис. 13, фиг. 16). Эти структуры зафиксированы в разрезе Чиргакы (середина нижнедагыршемийской подсвиты) и в разрезе Дагыр-Шеми (дагыршемийская свита). В этой же части разреза Чиргакы в поперечном сечении слоев установлены текстуры двойных глинистых (или алевритистых) слоев, также свидетельствующих о приливно-отливной обстановке формирования пород (см. рис. 13, фиг. 17). Феномены сдвоенных алевролитовых (или песчаных) слоев приливно-отливного генезиса найдены также в низах адырташской свиты в разрезах Ютюг-Хая и Эйлиг-Хем.

Линзовидное залегание песчаных тел. Выпуклая сверху линза — поперечное сечение бара (см. рис. 14, фиг. 7). Баровые текстуры характерны для разрезов Чиргакы и Дагыр-Шеми (дагыршемийская свита).

Карбонатные линзовидные слои (мощность 5—7 см, длина до 3—5 м) среди красноцветных песчаных образований, свидетельствующие о кратковременных морских ингрессиях, см. на рис. 13, фиг. 21. Такая линза известняков установлена в разрезе Ютюг-Хая (верхи адырташской свиты).

Перемещенные и хаотично неориентированные обломки наутилоидей, брахиопод, гастропод, криноидей, мшанок в песчаниках, интерпретируемые как «битый» прибрежный ракушняк, показаны на рис. 14, фиг. 15, 16. Такой тип захоронения органических остатков наблюдается на нескольких уровнях в разрезе Эйлиг-Хем (низы и середина адырташской свиты).



**Рис. 13. Литологические текстуры — показатели обстановок седиментации.**

Фиг. 1, 2 — многочисленные следы дождевых капель на сухом песке, обнаруженные на верхней поверхности слоя песчаника в дагыршемийской свите; фиг. 3, 4 — рубцовые следы ледяных кристаллов в замерзшей водяной пленке (микролужице), оставшейся на берегу после падения уровня реки или озера, найденные на верхней (3) и нижней (4) поверхностях песчаников дагыршемийской свиты; фиг. 5 — нижняя поверхность слоя с клинообразным заполнением кратковременных трещин усыхания нижележаще-

## ФАУНИСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА

Находки фаунистических остатков в шемушдагской серии Тывы крайне редки. В нижней дагыршемийской свите этой серии найдены гастроподы и организмы неясного систематического положения, а в вышележащей аянгатинской свите (разрез Эйлиг-Хем) — обломки раковин и отпечатки-пустоты их растворения, отнесенные предположительно к мшанкам, брахиоподам и трилобитам [Сенников, 1977; Сенников и др., 2021]. В верхней части адырташской свиты в единичных разрезах (Ютюг-Хая и др.) встречены остатки фауны со скудным набором родовых таксонов морских организмов — мшанок, наутилоидей, брахиопод и трилобитов [Владимирская, 1960; Сенников, 1977; Сенников и др., 2021]. Отсутствие морских организмов в дагыршемийской свите косвенно указывает на возможность ее формирования преимущественно в озерных условиях. Аянгатинская свита и нижняя часть адырташской свиты на значительных площадях своего распространения формировались преимущественно в континентальных и в меньших масштабах в прибрежно-морских условиях. Только верхняя часть нижнеадырташской подсвиты и верхнеадырташская подсвита по присутствию морской фауны могут быть однозначно отнесены к типично морским осадочным образованиям.

## ИХНОКОМПЛЕКСЫ

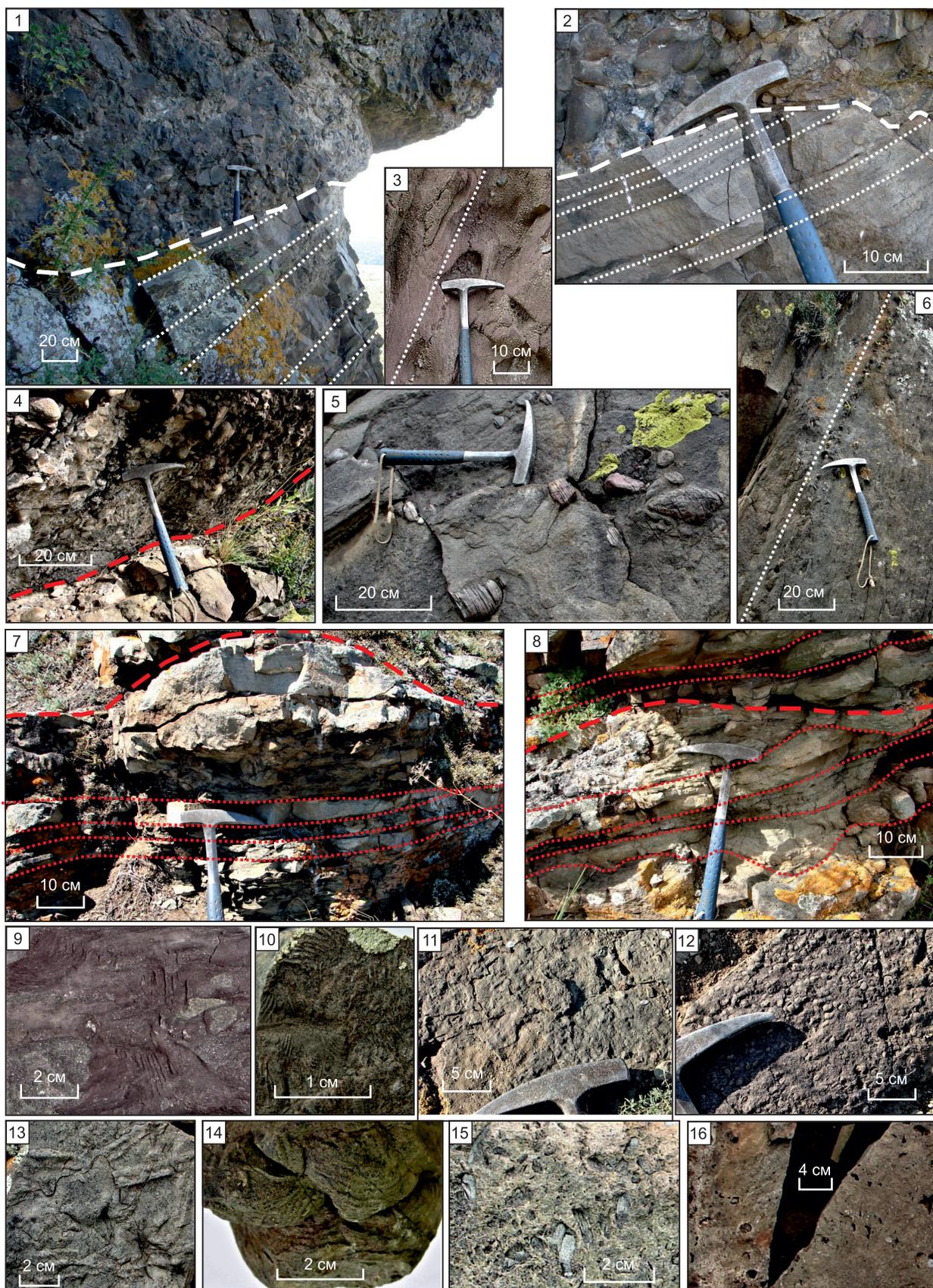
Наиболее многочисленные следы жизнедеятельности организмов в шемушдагской серии Тывы зафиксированы в дагыршемийской свите, где индексы биотурбированности различных пачек этой свиты в разрезах Чиргакы, Дагыр-Шеми, Улуг-Хондергей-кошара достигают значения 4 (по 6-балльной шкале). Наиболее многочисленные следы жизнедеятельности организмов в дагыршемийской свите зафиксированы на поверхностях пород литотипа красноцветных песчаников в разрезе Чиргакы, где были определены *Dimorphichnus* sp. (см. рис. 14, фиг. 9, 10), (?) *Monomorphichnus* sp., *Helminopsis* sp. [Сенников, 2019]. По этим ихнотаксонам и литологическим особенностям была выделена крузиановая ихнофашия в виде экотонной микрофашии между крузиановой и сколитосовой, трактуемая [Сенников, 2019] в ордовике Тывы, согласно широко принятым интерпретациям [Buatois, Mangano, 2011], как прибрежно-морская: приливно-отливная зона и(или) забаровые субаэральные обстановки (лиманы-эстуарии). Новые материалы, полученные автором настоящей статьи, позволяют рассматривать эту ихнофашию как переходную между скойениевой и крузиановой. В том же разрезе Чиргакы в пограничных частях двух литотипов: а) песчаникового, сероцветного и б) аргиллитно-алевролитового, красноцветного, найдены ямки отдыха-укрытия нового ихнотаксона *Rusophycus* (*Hemisphaerichnus*) *communitas* Sennikov [Сенников, 2022] (см. рис. 14, фиг. 14). Организмами-хозяевами этих следов жизнедеятельности предположительно являлись высшие раки, класс Malacostraca, который включает в том числе и речных раков. Специфика литологии и родовой таксон *Rusophycus* Hall (см. рис. 14, фиг. 14) позволяют обособить в этом разрезе рузофикусовую ихнофашию, которая некоторыми исследователями [Bromley, 1996] интерпретируется как пресноводная, образывавшаяся на рыхлых песчаных грунтах.

Другим местонахождением разнообразных ихнофоссилий в дагыршемийской свите является разрез Дагыр-Шеми. В нем на поверхностях слоев песчаникового, красноцветного литотипа определены следующие следы жизнедеятельности организмов: *Cruziana* D'Orbigny (см. рис. 14, фиг. 13), *Rusophycus*

---

го слоя при падении реки или озера, встреченные в песчаниках дагыршемийской свиты; фиг. 6 — дивергирующая мелкая рябь на поверхности одного из склонов крупной ряби как показатель обстановок песчаных гряд в море — нижняя поверхность слоя песчаников в дагыршемийской свите; фиг. 7, 8 — знаки волновой ряби на поверхности песчаников (7 — симметричной, 8 — асимметричной) дагыршемийской свиты; фиг. 9 — низкорельефная перекрестная эоловая рябь на поверхности песчаника аянгатинской свиты; фиг. 10 — струйчатые слепки заполнения микропромоин, образовавшихся при стоке воды из понижений-луж на берегу во время резкого падения уровня реки, фиксирующиеся на нижней поверхности вышележащего слоя песчаника дагыршемийской свиты; фиг. 11 — поперечный срез эоловой ряби прирусловых дон в песчаниках аянгатинской свиты; фиг. 12 — нижняя поверхность слоя со слепками долговременных (многодневных) следов усыхания при падении уровня реки или озера с подвернутыми вверх краями тонкого высохшего слоя в песчаниках дагыршемийской свиты; фиг. 13—15 — интракласты (плоские алевролитовые «галки») на поверхностях (13, 14) и в поперечном срезе (15) песчаников дагыршемийской (13, 15) и адырташской (14) свит как показатели условий аллювиальных образований при смене положения русел рек (в том числе маркер основания дельтовых отложений); фиг. 16 — поперечный срез слоя с сигмоидальными глинистыми микрослоями как указатели приливно-отливных условий в песчаниках дагыршемийской свиты; фиг. 17 — сдвоенные микрослои в песчаниках как показатели приливов-отливов в море или дельте реки в дагыршемийской свите; фиг. 18, 19 — крутые 20—35° углы наклона слоев в прирусловых (береговых) дюнах с перекрестной косой слоистостью в песчаниках адырташской (фиг. 18) и дагыршемийской свит (фиг. 19); фиг. 20 — перекрытие ритмичных озерно-старичных, тонкослоистых песчаных образований массивными русловыми песчаниками в аянгатинской свите; фиг. 21 — маломощный линзовидный прослой известняков с брахиоподами, трилобитами и наутилоидеями среди красноцветных песчаников адырташской свиты.

Материалы из разрезов: фиг. 1—6, 8, 10, 12, 15, 16, 19 — Чиргакы; фиг. 7 — Улуг-Хондергей-кошара, фиг. 9, 11 — Эйлиг-Хем; фиг. 13 — Улуг-Хондергей; фиг. 14, 18, 21 — Ютюг-Хая; фиг. 17 — Дагыр-Шеми; фиг. 20 — Аянгаты.



**Рис. 14. Литологические текстуры и ихнофоссилии — показатели обстановок седиментации.**

Фиг. 1 — угловое и азимутальное несогласие в основании адырташской свиты; фиг. 2 — глубокие заполненные псаммитовым материалом «карманы» в основании адырташской свиты — следы размыва подстилающих образований аянгатинской свиты;

сп., по которым можно выделить крузиановую ихнофацию, обычно приуроченную к мягким грунтам морских условий [Bromley, 1996; Buatois, Mangano, 2011].

Ихнофоссилии на поверхности песчаников дагыршемийской свиты в разрезе Улуг-Хондергей-кошара обнаружены в породах песчаникового, красноцветного литотипа. Среди ихнофоссилий в различных пачках определены родовые таксоны *Scoyenia* White (см. рис. 14, фиг. 11), *?Scolithos* Haldeman (см. рис. 14, фиг. 12), *?Conichnus* Männil, *?Trypanites* Magdefrau. Это позволяет выделить там скойениевую ихнофазию, характерную для твердых грунтов в пресноводных обстановках [Bromley, 1996], и сколитовую, типичную для твердых грунтов в прибрежно-морских условиях [Buatois, Mangano, 2011].

Следы жизнедеятельности организмов на поверхностях пород литотипа сероцветных песчаников аянгатинской свиты встречаются крайне редко (разрез Эйлиг-Хем). Индексы биотурбированности в аянгатинской свите составляют не более 1 (по 6-балльной шкале). В разрезе Эйлиг-Хем определен только ихнотаксон *Chondrites* sp.

## ГЕНЕЗИС И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ТУВИНСКОГО ОРДОВИКСКОГО ОСАДОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Перед формированием дагыршемийской свиты фиксируется значительный по продолжительности стратиграфический перерыв. Дагыршемийская свита залегает со структурным несогласием на нижнекембрийских (возможно, и на среднепозднекембрийских) отложениях [Стратиграфический словарь..., 1975; Сенников, 1977]. Ее базальные слои представлены песчаниками, гравийно-галечными песчаниками, реже гравелитами и иногда разногалечными конгломератами. Литологические текстуры базальных пачек дагыршемийской свиты указывают на их формирование в виде аллювиальных фаций основания русел рек.

Перед накоплением пород аянгатинской свиты был стратиграфический перерыв. Аянгатинская свита перекрывает с размывом (редко со структурным несогласием) дагыршемийскую свиту или ложится несогласно на нижнекембрийские отложения [Стратиграфический словарь..., 1975; Сенников, 1977]. Базальные горизонты аянгатинской свиты сложены галечными и валунно-галечными конгломератами, реже конгломератобрекчиями. Базальные галечные и валунно-галечные конгломераты аянгатинской свиты в разрезе Чиргакы-3 по своей слабой сортированности и средней окатанности пока не могут быть однозначно отнесены к морским или речным образованиям.

Перед образованием адырташской свиты проявлен стратиграфический перерыв. Адырташская свита залегает согласно или со структурным несогласием на аянгатинской свите, а также с несогласием на нижнекембрийских образованиях [Стратиграфический словарь..., 1975; Сенников, 1977]. Базальные слои адырташской свиты представлены валунными и галечными конгломератами, а под ними в кровле аянгатинской свиты наблюдаются «карманы», заполненные гравийно-галечным материалом базальных слоев адырташской свиты. Базальная валунно-галечная хаотичная конгломератобрекчия адырташской свиты в разрезах Аныяк-Хондергей и Чиргакы-Аянгаты ложится с угловым или скрытым несогласием на песчаники аянгатинской свиты. Наблюдаемые на нижней границе такой конгломератобрекчии текстуры «карманов-промоин» и другие признаки строения осадочной системы позволяют интерпретировать условия ее образования как аллювий горной реки.

Наличие перерывов и несогласий в основаниях всех трех свит шемушдагской серии является свидетельством частых изменений режимов осадконакопления (включая и тектоническую природу), что не свойственно типичным (стандартным) морским седиментационным бассейнам, как правило, устойчиво развивающимся во времени в течение длительного периода.

Приведенные выше факты текстурных особенностей ордовикских отложений Центральной Тывы можно сгруппировать в следующие условные категории.

Прямые текстурные признаки — указатели континентальных условий формирования: 1) отпечатки капель дождя; 2) рубцовые следы кристаллов льда на поверхности слоев; 3) трещины усыхания, в

---

фиг. 3 — базальные конгломераты адырташской свиты; фиг. 4, 5 — микропрослой неокатанных, угловатых галек и гравия среди песчаников в аянгатинской свите как эпизод речного или озерного половодья; фиг. 6 — рассеянные, неокатанные, угловатые, несортированные гальки в аянгатинской свите как маркеры русел рек; фиг. 7 — линзовидная форма прибрежных баров в дагыршемийской свите; фиг. 8 — косая слоистость перекрестного типа как показатель прирусловых дюн в аянгатинской свите (разрез Чиргакы-3); фиг. 9—14 — ихнофоссилии в песчаниках, алевролитах и аргиллитах (9, 10 — *Dimorphichnus* Seilacher, 11 — *Scoyenia* White, 12 — *?Scolithos* Haldeman, 13 — *Cruziana* D'Orbigny, 14 — *Rusophycus* *communis* Sennikov); 15 — «битый ракушняк» в песчанике прибрежной зоны моря в аянгатинской свите; 16 — пустоты в песчаниках адырташской свиты, образовавшиеся после растворения фрагментов раковин — как показатели штормов в прибрежной зоне моря.

Материалы из разрезов: фиг. 1, 2 — Аныяк-Хондергей; фиг. 3 — Чиргакы-Аянгаты; фиг. 4—6 — Эйлиг-Хем; фиг. 7, 9, 10, 14 — Чиргакы; фиг. 8 — Чиргакы-3; фиг. 11, 12 — Улуг-Хондергей-кошара; фиг. 13 — Дагыр-Шеми.

том числе глубокие, с образованием «подвернутых» при усыхании корочек; 4) интракласты среди песчаников — следы размыва и разрушение слоев с образованием плоских галек как показатель условий формирования базальных слоев аллювиальных комплексов при смене положения русел рек; интракласты алевролитов в песчаниках (плоские гальки или микролинзы) — следы размыва слоев прирусловых валов (кос) течением при боковой миграции русла реки (могут быть маркерами основания дельтовых отложений).

К перечисленным прямым признакам можно добавить косвенные указатели континентальных условий образования: 1) угловые несогласия; 2) конгломераты речного генезиса; 3) неориентированные хаотичные угловатые гальки в песчаниках (могут быть проявлением диамиктитов ледового происхождения в морских отложениях); 4) красноцветность и пестроцветность осадочных образований.

Прямые текстурные признаки — указатели дельтовых обстановок осадконакопления: 1) наличие несогласий; 2) резкие изменения мощности отложений пачек и свит (дагыршемийская свита от 100 до 900 м, аянгатинская свита от 600 до 1400 м, адырташская свита от 800 до 2800 м); 3) сезонная ритмика песчаных и глинистых слоев; 4) присутствие разноразмерной до грубой терригенной кластики, нередко слабой окатанности и плохой сортированности; 5) следы промоин в виде «карманов», заполненные грубым кластическим терригенным материалом. Их роль в оценке генезиса ордовика Центральной Тывы усиливают косвенные указатели дельтовых обстановок осадконакопления: 1) отсутствие в породах известкового цемента; 2) отсутствие морской фауны; 3) следы размыва в виде «карманов» (могут быть проявлением эрозии турбидитных подводных продолжающихся речных потоков в морских условиях).

Достоверные текстурные признаки — указатели приливно-отливных обстановок осадконакопления ордовика Центральной Тывы: 1) песчаные промоины-каналы; 2) «битый ракушняк»; 3) сдвоенные глинистые слойки; 4) сигмоидальные глинистые слойки; 5) симметричная волновая рябь; 6) трещины усыхания. Перечисленные прямые текстурные признаки приливно-отливных обстановок следует дополнить косвенными индикаторами таких обстановок, известных в ордовике Тывы: 1) отсутствие карбонатных пород; 2) асимметричная рябь приливов—отливов; 3) следы микропромоин в песке при отливах. Отдельно следует упомянуть о встречающейся вблизи сдвоенных и сигмоидальных глинистых слойков дивергирующей ряби на одном из склонов крупной ряби, при этом подобная микрорябь приурочена только к одному такому склону на верхней поверхности слоя; в современных условиях она формируется на комплексах песчаных гряд в море.

К надежным указателям спорадически возникающих морских ингрессий в субаэральном ордовикском бассейне Центральной Тывы относятся: 1) маломощные линзовидные слои известняков; 2) локальные захоронения морских групп фауны.

Диапазон фациальных обстановок при образовании дагыршемийской свиты был следующим: а) аллювиальные; б) озерно-старичные; в) эоловые; г) приливно-отливные морские бары и косы.

Спектр фациальных обстановок при формировании пород аянгатинской свиты состоит из: а) аллювиальных; б) эоловых, в) приливно-отливных морских надводных баров; г) прибрежно-морских.

Набор фациальных обстановок осадконакопления адырташской свиты представлен: а) аллювиальными; б) озерно-старичными; в) приливно-отливными баровыми; г) прибрежно-морскими; д) морскими терригенными с редкими линзовидными маломощными прослоями карбонатов.

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЫВЕ

При палеогеографических реконструкциях для ордовикского периода на территории Центральной Тывы предполагалось существование морского бассейна с терригенной (и карбонатно-терригенной, как исключение, в верхах ордовика) седиментацией [Владимирская, 1967; Сенников, 1977]. По Е.В. Владимирской [1967, с. 16], этот бассейн (или группа бассейнов) был «...полузамкнутым с затрудненным и временами прекращавшимся сообщением с открытыми морями». На это указывали эндемичность таксонов фауны, спорадичность палеонтологических находок, а также низкое таксономическое разнообразие определяемых родов и видов в ограниченном числе фаунистических групп.

Прежде чем приступить к палеогеографическому анализу нового представленного ордовикского материала, необходимо отметить следующее. В настоящее время на современных прибрежных равнинах и примыкающих к ним мелководных частях морских бассейнов осаждаются более 90 % [Лисицын, 2004] принесенных осадков (так называемый нерастворимый «сток»), сносимых крупными реками с континентов. Характеристики прибрежных равнин определяются: 1) значительным распространением плоскостного сноса континентальных образований; 2) широким развитием дельтовых отложений; 3) крупномасштабными (по латерали) приливами и отливами; 4) волнами и волновыми течениями; 5) проявлением эолового переноса [Dalrymple, Choi, 2007]. К современным прибрежным равнинам относятся, например, дельта Лены с шириной у побережья до 200 км, дельта Ганга с шириной у побережья

350 км и дельта Инда с шириной полосы, заливающейся при приливе от 8 до 32 км. То есть прибрежные равнины — это достаточно крупные по площади осадочные системы с областями специфической суб-аэральная седиментации.

В подавляющем большинстве известных разрезов шемушдагская серия представляет собой комплекс осадочных образований, накопившихся на прибрежной равнине и только частично в прибрежной морской полосе. Слагающие эту серию свиты состоят из речных, озерно-старичных?, эоловых, дельтовых (в том числе лиман-эстуариевых) отложений и осадков приливно-отливных зон моря.

Дагыршемийская, аянгатинская и адырташская свиты отвечают трем крупным седиментационным циклам. Внутри таких циклов может наблюдаться проградация дельты в сторону ее наступления на морские прибрежные остановки. В других случаях фиксируется трансгрессия моря с появлением в разрезах прибрежно-морских обстановок стратиграфически выше речных отложений. В общем виде каждый из трех седиментационных циклов шемушдагской серии начинается с речных (или озерно-старичных) отложений и заканчивается либо дельтовыми (возможно, и лиманными-эстуариевыми), либо приливно-отливными образованиями.

Судя по латеральному распространению свит шемушдагской серии с увеличивающимися по времени площадями их распространения в Центральной Тыве (минимальные у древней дагыршемийской и максимальные у самой молодой адырташской) [Сенников и др., 2021], можно предположить, что они отражают прогрессивно с течением времени расширяющуюся в направлении моря треугольно-воронкообразную широкую долину равнинной реки.

Пики максимально высокого стояния уровня моря наблюдаются в виде известковистых песчано-алевритовых слоев, реже линз маломощных известняков, содержащих бентосную, таксономически бедную, морскую фауну. Такие пики фиксируются в дарривилиане, сандбии и нижней части катия [Сенников и др., 2021], совпадая с максимумами трансгрессий Мирового океана [Munnecke et al., 2010; Gradstein et al., 2020].

Наряду с этим, в шемушдагской серии Тывы наблюдается общий трансгрессивный тренд, оканчивающийся формированием морских линзовидных прослоев известняков (или известковистых алевропесчаников и алевролитов) с морской фауной в верхах самой верхней из свит этой серии — в адырташской. То есть на последней стадии формирования шемушдагской серии произошла значительная трансгрессия моря на обширную область континентально-дельтовых отложений.

На юго-восточном (в современных координатах) фланге площадей развития шемушдагской серии известняки с остатками морской фауны появляются стратиграфически выше в низах нижней подсвиты алавелькской свиты вышележащей чергакской серии. Вероятнее всего, эти районы в ордовике были частями прибрежной равнины, наиболее удаленными от моря.

Для ордовика Тывы, к сожалению, пока имеются только фрагментарные сведения по палеомагнитным исследованиям определения палеогеографического положения Тувинского региона в ордовикском периоде [Сенников и др., 2003, 2006; Михальцов и др., 2005]. Имеющиеся данные позволяют предполагать палеогеографическое расположение всего Тувинского блока, включая центральную (Хемчикская СФЗ), западную (Каргинская СФЗ) и восточную (Уюкская СФЗ) его части, в ордовикском периоде в южной гемисфере. Это сближает рассматриваемый ордовикский Центрально-Тувинский палеобассейн с палеобассейнами гондванской группы континентов. Эта группа, часто именуемая суперконтинентом, охватывала Африку, Южную Америку, Индию, Аравию, Австралию, Антарктиду [Metcalf, 1992; Hildebrandt, Egenhoff, 2003; Cocks, Torsvik, 2004, 2021; Ghienne et al., 2007; Ghienne, 2011; Stampfli et al., 2011; и др.]. Обширный суперконтинент Гондвана в раннем палеозое располагался в низких широтах южной гемисферы, вблизи Южного полюса, и представлял собой главным образом обширную сушу с гляциальными, речными и дельтовыми отложениями [Cocks, Torsvik, 2004, 2021; Ghienne et al., 2007; Ghienne, 2011].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Суммируя сведения по ихнофоссилиям в шемушдагской серии ордовика Центральной Тывы, можно констатировать присутствие в ее разрезах следующих ихнофацций: скойениевой — пресноводной на твердых субстратах; рузофикусовой — пресноводной на рыхлых субстратах; сколитовой — морской на твердых субстратах; крузиановой — морской на мягких субстратах.

2. Тектурные особенности пород и ихнофациальный анализ позволяют сделать вывод, что на территории Центрально-Тувинского седиментационного бассейна в ордовикском периоде осадочные толщи формировались в двух экосистемах: континентальной и прибрежно-морской. При этом наибольшие площади выходов и максимальные мощности имеют континентальные отложения.

3. Экосистемы сменяли друг друга как в хронологической последовательности (с постоянно нарастающей ролью морской экосистемы), так и в латеральных рядах.

4. Центрально-Тувинский ордовикский бассейн по типам своей преимущественно континентальной седиментации близок к ордовикским бассейнам Гондванского суперконтинента, что подтверждается палеомагнитными данными по его палеогеографическому положению в южной гемисфере.

Автор благодарит своих коллег О.Т. Обут, Д.А. Токарева, В.Д. Ермикова, Н.Г. Изох и Т.В. Хлебникову за содействие при полевых исследованиях. На завершающем этапе подготовки рукописи к печати ценные рекомендации были получены от Ю.К. Советова, которому автор глубоко признателен.

Работа выполнена в рамках госзадания РАН по фундаментальным научным исследованиям (проект FW ZZ-2022-0003).

## ЛИТЕРАТУРА

**Безруков О.А.** О характере границ между ордовикскими и силурийскими толщами Западной Тувы // Новые данные по стратиграфии докембрия и палеозоя Алтае-Саянской складчатой области. Новокузнецк, 1986, с. 41—43.

**Богомолов В.Г.** Некоторые вопросы стратиграфии ордовикских и силурийских отложений Северо-Восточной Тувы // Информационный сборник ВСЕГЕИ. Л., 1959, с. 39—46.

**Владимирская Е.В.** Ордовикские отложения Центральной и Западной Тувы // Записки Ленинград. горн. ин-та, 1960, т. 37, вып. 2, с. 21—48.

**Владимирская Е.В.** Палеогеография Алтае-Саянской области в ордовике и силуре // Записки Ленинград. горн. ин-та., 1967, т. 53, с. 9—24.

**Владимирская Е.В., Чехович В.Д., Кривободрова А.В.** Пограничные отложения ордовикской и силурийской систем Алтае-Саянской складчатой области // Записки Ленинград. горн. ин-та, 1972, т. 63, вып. 2, с. 8—20.

**Геологическая карта** Тувинской АССР. М-6 1:500 000. Л., Изд-во картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1983.

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

**Задорожная Н.М.** Стратиграфия ордовикских отложений юго-западной оконечности Кортушубинского хребта // Материалы по региональной геологии Алтае-Саянской складчатой области. Л., Изд-во ВСЕГЕИ, 1961, с. 43—48. (Тр. ВСЕГЕИ, т. 58).

**Кульков Н.П., Владимирская Е.В., Рыбкина Н.Л.** Брахиоподы и биостратиграфия верхнего ордовика и силура Тувы. М., Наука, 1985, 208 с.

**Лисицин А.П.** Потоки осадочного вещества, природные фильтры и осадочные системы «живого океана» // Геология и геофизика, 2004, т. 45 (1), с. 15—48.

**Михальцов Н.Э., Сенников Н.В., Казанский А.Ю., Крамаров А.С.** Сдвиговая тектоника в обрамлении Сибирской платформы в среднем-позднем палеозое: сравнение кинематики Тувинских и Алтайских блоков // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту. Материалы совещания. Вып. 3. Т. 2. Иркутск, Изд-во Института географии СО РАН, 2005, с. 53—55.

**Москаленко Т.А.** Конодонты. Анализ фауны и корреляция разрезов. Отложения верхнего ордовика Монголии. Биостратиграфия ордовика Монголии. Атлас фауны ордовика Монголии. М., Наука, 1981, 63 с.

**Решения** Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири, Новосибирск, 1979. Ч. I. Верхний протерозой и нижний палеозой / Под ред. В.И. Краснова, В.Е. Савицкого, Ю.И. Тесакова, В.В. Хоментовского. Новосибирск, 1983, 215 с.

**Сенников В.М.** История развития структур южной части Алтае-Саянской складчатой области в ордовике. Барнаул, Алтайское кн. изд-во, 1977, 135 с.

**Сенников В.М., Михайлов М.А.** К характеристике ордовика Хемчикской зоны Западной Тувы // Геология и геофизика, 1963 (1), с. 141—144.

**Сенников Н.В.** Лито- и ихнофашии дагыршемийской свиты раннего—среднего ордовика Тывы // Труды Палеонтологического общества. Т. II. М., Изд-во ПИН РАН, 2019, с. 133—145.

**Сенников Н.В.** *Rusophycus* (*Hemisphaerichnus*) *communitas* — новый таксон ихнофоссилий в ордовике Тывы // Палеонтологический журнал, 2022, № 4, с. 12—17.

**Сенников Н.В., Обут О.Т.** Экосистемы ордовикского бассейна Центральной Тывы // Материалы V Международного симпозиума «Эволюция жизни на Земле», 12—16 ноября 2018. Томск. Изд. дом Том. ун-та, 2018, с. 117—119.

**Сенников Н.В., Казанский А.Ю., Ивата К., Обут О.Т., Изох Н.Г., Крамаров А.С., Хлебникова Т.В.** Палеомагнитные исследования палеозойских комплексов Каргинского грабена Западной Тувы и их палеогеодинамическая интерпретация // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Ази-

атского подвижного пояса: от океана к континенту. Материалы совещания. Иркутск, Изд-во Института географии СО РАН, 2003, с. 218—221.

**Сенников Н.В., Изох Н.Г., Казанский А.Ю., Петрунина З.Е., Кунгурцев Л.В., Хлебникова Т.В., Михальцов Н.Э., Савицкий В.Р.** Новые биостратиграфические и палеомагнитные данные по малиновской серии (нижний—средний ордовик, Тува) // *Новости палеонтологии и стратиграфии*. Вып. 8. Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2006, т. 47, с. 27—41.

**Сенников Н.В., Обут О.Т., Изох Н.Г.** Новые данные по стратиграфическому расчленению ордовикских отложений Тывы // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015*. XI Международный научный конгресс, 27—30 апреля 2015 г., Новосибирск. Международная научная конференция «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: сб. материалов в 3 т. Т. 1. Новосибирск, СГУГиТ, 2015, с. 150—155.

**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*, 2018а, № 7с, с. 15—53.

**Сенников Н.В., Обут О.Т., Толмачева Т.Ю., Лыкова Е.В., Хабибулина Р.А.** Верхний ордовик северо-востока Горного Алтая: строение, возраст и условия формирования // *Геология и геофизика*, 2018б, т. 59 (1), с. 89—107.

**Сенников Н.В., Обут О.Т., Изох Н.Г., Хабибулина Р.А., Щербаненко Т.А., Киприянова Т.П.** Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Тывы (новая версия) // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*, 2021, № 9с, с. 37—60.

**Стратиграфический словарь СССР.** Кембрий, ордовик, силур, девон / Под ред. И.Е. Заниной, Б.К. Лихарева. Л., Недра, 1975, 622 с.

**Стратиграфический словарь СССР.** Новые стратиграфические подразделения палеозоя СССР / Ред. А.И. Жамойда. Л., Недра, 1991, 555 с.

**Bromley R.G.** Trace fossils. Biology, taphonomy and applications. 2nd ed. London, Chapman and Hall, 1996, 361 p.

**Buatois L.A., Mángano M.G.** Ichnology. Organism-substrate interactions in space and time. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2011, 358 p.

**Cocks L.R.M., Torsvik T.H.** Major terranes in the Ordovician // *The Great Ordovician Biodiversification Event* / Eds. B. Webby, F. Paris, M.L. Droser, I.G. Percival. New York, Columbia Univ. Press, 2004, p. 61—67.

**Cocks L.R.M., Torsvik T.H.** Ordovician palaeogeography and climate change // *Gondwana Res.*, 2021, v. 100, p. 53—72.

**Couto H., Lourenço A.** Late Ordovician glacial deposits in Valongo Anticline (Northern Portugal): a revision of the Sobrido Formation and a contribution to the knowledge of ice-marginal locations // *Ordovician of the World* / Eds. J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano, D. García-Bellido. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2011, p. 113—118.

**Dalrymple R.W., Choi K.** Morphologic and facies trends through the fluvial–marine transition in tide-dominated depositional systems: A schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation // *Earth Sci. Rev.*, 2007, v. 81, p. 135—174.

**Feakes C.R., Retallack G.J.** Recognition and chemical characterization of fossil soils developed on alluvium; A Late Ordovician example // *Paleosols and Weathering through Geologic Time: Principles and Applications* / Eds. J. Reinhardt, W.R. Sigleo. GSA, 1988, v. 216, p. 35—48.

**Ghienne J.-F.** The Late Ordovician glacial record: state of the art // *Ordovician of the World* / Eds. J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano, D. García-Bellido. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2011, p. 13—19.

**Ghienne J.-F., Boumendjel K., Paris F., Videt B., Racheboeuf P., Salem H.A.** The Cambrian-Ordovician succession in the Ougarta Range (western Algeria, North Africa) and interference of the Late Ordovician glaciation on the development of the Lower Palaeozoic transgression on northern Gondwana // *Bull. Geosci.*, 2007, v. 82 (3), p. 183—214.

**Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M.** *The Geologic Time Scale 2020*, v. 2. Elsevier, 2020, p. 563—1357.

**Hamoumi N.** Climatic control of fjord sedimentation during Upper Ordovician in Tachila, Western Anti-Atlas, Morocco // *Quo vadis Ordovician?* Acta Universitatis Carolinae-Geol. Prague, 1999a, v. 43 (1—2), p. 107—110.

**Hamoumi N.** Tidally influenced sedimentation during Upper Ordovician glaciation in the central Anti-Atlas, Morocco // *Quo vadis Ordovician?* Acta Universitatis Carolinae-Geol. Prague, 1999b, v. 43 (1—2), p. 179—182.

**Hildebrandt C., Egenhoff S.O.** Middle to Upper Ordovician evolution of central Bolivia: a facies re-evaluation // Ordovician from the Andes / Eds. G.L. Albanesi, M.S. Beresi, S.H. Peralta. INSUGEO, Ser. Correlación Geológica, 2003, v. 17, p. 425—430.

**Kenrick P., Kvacek Z., Bengtson S.** Putative Ordovician land plants from central Bohemia reinterpreted as animals // *Quo vadis Ordovician?* Acta Universitatis Carolinae-Geol. Prague, 1999, v. 43 (1—2), p. 315.

**Metcalf I.** Ordovician to Permian evolution of Southeast Asian terranes: NW Australian Gondwana connections // Global Perspectives on Ordovician Geology. Rotterdam, Brookfield, Balkema, 1992, p. 293—305.

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

**Raevskaya E., Dronov A., Servais T., Wellman Ch.H.** Cryptospores from the Katian (Upper Ordovician) of the Tungus basin: The first evidence for early land plants from the Siberian paleocontinent // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2016, v. 224, p. 4—13.

**Servais T., Cascales-Miñana B., Cleal Ch.J., Gerrienne Ph., Harper D.A.T., Neumann M.** Revisiting the Great Ordovician Diversification of land plants: Recent data and perspectives // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 2019, v. 534, doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109280.

**Stampfli G.M., Raumer J., Wilhem C.** The distribution of Gondwana-derived terranes in the Early Palaeozoic // Ordovician of the World / Eds. J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano, D. García-Bellido. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2011, p. 567—574.

**Strother P.K., Al-Hajri S., Traverse A.** New evidence for land plants from the lower Middle Ordovician of Saudi Arabia // *Geology*, 1996, v. 24 (1), p. 55—58.

**Wellman Ch.H.** Ordovician land plants: evidence and interpretation // *Quo vadis Ordovician?* Acta Universitatis Carolinae-Geol. Prague, 1999, v. 43 (1—2), p. 275—277.