

СТРАТИГРАФИЯ И БИОФАЦИИ ПАЛЕОЗОЯ

УДК 551.733 (571.1 + 571.5)

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СИБИРИ
ПО ПЕЛАГИЧЕСКИМ ГРУППАМ ФАУНЫ

Н.В. Сенников^{1,3}, Т.Ю. Толмачева², О.Т. Обут^{1,3}, Н.Г. Изох¹, Е.В. Лыкова¹

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

² Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
199106, Санкт-Петербург, Средний просп., 74, Россия

³ Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

Сведена информация по биостратиграфическим подразделениям, выделяемым в ордовике Сибири по пелагическим группам фауны — граптолитам, конодонтам, хитинозоям. Показан высокий корреляционный потенциал зон и слоев с фауной по граптолитам и конодонтам. На точном зональном уровне установлено положение большинства нижних границ ярусов и неформальных подъярусов ордовика Международной стратиграфической шкалы в опорных разрезах нижнего палеозоя Таймыра, Сибирской платформы и Алтае-Саянской складчатой области.

Граптолиты, конодонты, ордовик, зоны, стратиграфия, Сибирь.

ZONATION OF THE SIBERIAN ORDOVICIAN DEPOSITS BASED ON PELAGIC GROUPS OF FAUNA

N.V. Sennikov, T.Yu. Tolmacheva, O.T. Obut, N.G. Izokh, and E.V. Lykova

We summarize data on the biostratigraphic units of the Siberian Ordovician deposits based on pelagic groups of fauna: graptolites, conodonts, and chitinozoans. It is shown that graptolite and conodont zones and beds have a high potential for correlation. We have determined the precise zonal position of most of the lower boundaries of the Ordovician stages and informal Ordovician substages of the International Stratigraphic Chart in the Lower Paleozoic key sections of the Taimyr Peninsula, Siberian Platform, and Altai–Sayan Folded Area.

Graptolites, conodonts, Ordovician, zones, stratigraphy, Siberia

ВВЕДЕНИЕ

Со второй половины XIX столетия самое детальное биостратиграфическое расчленение и точное сопоставление осадочных последовательностей проводились с применением методов так называемой зональной стратиграфии. Первой фаунистической группой организмов, на которой разрабатывались основы и методы этого раздела стратиграфии и выделялись биостратиграфические подразделения, обозначенные термином «зоны», была группа пелагических организмов — аммоноидеи юры и мела. В палеозое сразу вслед за первыми мезозойскими аммонитовыми зонами стали выделять ордовикские и силурийские зоны по пелагическим граптолитам [Lapworth, 1879, 1880].

До 90-х годов прошлого века во всем мире в качестве ярусного стандарта ордовика в Международной стратиграфической шкале (МСШ) применялась британская последовательность, в том числе в Общей стратиграфической шкале (ОСШ) СССР и затем в ОСШ России — тремадок, арениг, лланвирн (включая лландейло), карадок, ашгилл. При этом основную корреляционную функцию сопоставления региональных и местных стратонев с ярусными подразделениями МСШ выполняла граптолитовая пелагическая зональная последовательность. На это обращал внимание Б.С. Соколов, отмечая, что «...несовпадение границ стандартных граптолитовых зон типовых британских разрезов с границами стандартных ярусов... следует принять как реальность» и «... в стандартной шкале как эталоне корреляционной сверки мы должны отдать предпочтение границам либо зон, либо ярусов, ... мы... предпочтение отдали зонам» [Постановления..., 1976].

Для ордовика и силура в качестве единственной ортостратиграфической группы пелагических организмов, используемых в зональной стратиграфии, долгие годы оставались граптолиты. Это было продиктовано, прежде всего, их значительным таксономическим разнообразием и частотой встречаемости в типовых разрезах британского ордовика, сложенных в значительной степени тонкотерригенными темноцветными породами. В ордовикских осадочных образованиях на разных континентах для терригенных комплексов пород разрабатывались зональные граптолитовые шкалы путем выбора в разрезах устойчивых комбинаций таксонов граптолитов, выбора критериев обособления таких комбинаций друг от друга и последующего выделения на этой основе отдельных биостратиграфических подразделений — зон, по своей сути, комплексных зон. В таких группах зон, следующих друг за другом и именуемых «зональными последовательностями», для наименования отдельных зон выбирались виды-индексы из британской зональной граптолитовой шкалы, встречающиеся в таких региональных комплексах. Такие работы проводились и для Сибири [Обут, Соболевская, 1962, 1964, 1967, 1968; Кривчиков и др., 1976; Сенников и др., 2013а, 2013б; и др.]. При отсутствии британских зональных таксонов для обозначения видов-индексов зон использовались индексы зон из граптолитовых последовательностей Балтоскандии, Северной Америки, Китая и других геологических регионов.

В середине прошлого века в качестве необходимого дополнения к зональным шкалам для терригенных осадочных образований стали разрабатываться зональные последовательности по другой группе пелагических организмов — конодонтам, применяемые для карбонатных осадочных комплексов. В Сибири инициаторами изучения конодонтов и выделения по ним зон выступили специалисты по ордовика [Москаленко, 1967, 1973; Абаимова, 1975; Сенников и др., 2013а, 2013б]. Однако полномасштабное использование высокого корреляционного потенциала конодонтовых зональных подразделений для этого и других регионов сдерживалось недостатком информации по стратиграфическому распространению таксономически непредставительных конодонтовых комплексов в типовых британских разрезах.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ГРУПП ФАУНЫ В ОРДОВИКЕ СИБИРИ

В ордовикских бассейнах, в том числе сибирских, в составах пелагических палеобиот кроме уже отмеченных граптолитов и конодонтов присутствовали хитинозои, радиолярии и акритархи. В сибирских ордовикских палеобассейнах известны все перечисленные выше группы пелагических организмов.

Граптолиты. В ордовике *Таймыра* и *Алтае-Саянской складчатой области* граптолиты крайне широко распространены в разрезах терригенных образований. Большинство комплексов граптолитов в отмеченных регионах таксономически разнообразны, по численности тафоценозов представительны и сложены космополитными таксонами. На Сибирской платформе известны единичные находки ограниченного числа таксонов ордовикских граптолитов, большинство из которых относится к эндемичным таксонам бентосных форм [Обут, Соболевская, 1967; Ордовик..., 1984; Сенников, 1996].

Конодонты. На Таймыре конодонты пока известны в единичных местонахождениях, где установлены их таксономически разнообразные, но относительно небогатые комплексы. На Сибирской платформе ордовикские конодонты найдены в большинстве опорных разрезов. Их комплексы, как правило, таксономически весьма разнообразны, а численность ряда таксонов в отдельных местонахождениях может достигать нескольких сотен экземпляров. Однако в большинстве случаев слагающие комплексы виды относятся к эндемичным таксонам. На Горном Алтае конодонты немногочисленны (как по числу местонахождений, так и по численности экземпляров). Таксономическое разнообразие алтайских ордовикских конодонтовых комплексов достигает средних величин, а в их составе встречаются, как правило, таксоны широкого географического распространения.

Хитинозои развивались в палеобассейнах с терригенными обстановками седиментации, часто сопровождая граптолитовые палеосообщества. В Сибири ордовикские хитинозои известны в разрезах Горного Алтая и Тывы, где стратиграфическое положение их комплексов калибровано по граптолитовым и конодонтовым зонам [Сенников, Обут, 2002]. На *Горном Алтае* выделяются хитинозойные подразделения в ранге четырех зон и трех комплексов. Находки представителей этой группы редки и степень сохранности недостаточна. Хитинозои определены из терригенных отложений тулойской и техтеньской свит, а также каракольской толщи. Зафиксирована следующая последовательность хитинозойных стратонот: тремадок — слои с *D. minor typica* и *D. minor erinacea*; фло — низы дапина — зона *Con. raymondii*; верхи дапина — дарривил — зона *Con. parvicolla*, с подзоной *Syath. calix* в нижней части дарривила; сандбий — нижняя половина катия — зона *Lag. dalbyensis* / *D. lecaniella*; вторая половина катия — слои с *Con. microcantha*, *T. ontariensis*; хирнант — слои с *Con. microcantha* [Сенников, Обут, 2002]. На территории *Тывы* хитинозои обнаружены в каргинской свите, возраст которой датируется как сандбий—катий. Определены следующие таксоны: *Desmochitina minor*, *Conochitina micracantha* и *Belonechitina robusta*, по которым можно предложить выделение слоев с отмеченными хитинозоями. На *Сибирской платформе* хитинозои [Ордовик..., 1984] встречаются относительно редко, а их комплексы, наряду с космополитными, содержат большое число эндемичных видов.

По хитинозоям для палеогеографически удаленных друг от друга групп палеобассейнов для ордовика выделены детальные зональные последовательности, широко применяемые для расчленения и корреляции терригенных осадочных комплексов на разных континентах [Paris et al., 2004; The concise..., 2008; The Geologic..., 2012].

Группа **радиолярий** была распространена в палеобассейнах с кремневыми, реже с карбонатными типами осадконакопления, а палеосообщества акритарх обитали в палеобассейнах со смешанными (терригенно-карбонатными и карбонатно-терригенными) обстановками осадконакопления. Радиолярии ордовика пока еще мало изучены, но наряду с успешно применяемыми радиоляриевыми верхнепалеозойскими и мезозойскими зональными шкалами уже имеются обнадеживающие попытки выделения по этой группе зональных подразделений и в нижнем палеозое. В Сибири ордовикские радиолярии пока известны только на Горном Алтае на нескольких стратиграфических уровнях — в тремадоке (талицкая свита), во флю (марчетинская свита) и в верхнем катии (техтенская свита) [Sennikov et al., 2008; Обут, 2011; Сенников и др., 2011].

Наименее изученными и практически не используемыми в зональной стратиграфии остаются **акритархи**. В ордовике Сибири акритархи известны в разрезах на Сибирской платформе [Ордовик..., 1984], где они представлены таксономически разнообразными комплексами с небольшим числом эндемичных таксонов.

НОВОЕ ЯРУСНОЕ И ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОРДОВИКСКОЙ СИСТЕМЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

В начале этого века была проведена коренная реконструкция структуры ордовикской системы МСШ — были изменены хроностратиграфические объемы отделов (уменьшены нижний и средний отделы и расширен верхний), увеличено количество ярусов и выделены новые ярусные подразделения с самостоятельными наименованиями [The concise..., 2008]. Вместо пяти ярусов (тремадок, арениг, лланвирн, карадок и ашгилл) принята последовательность из семи ярусов: тремадок, флю, дапин, дарривил, сандбий, катий и хирнант. Из британского стандарта в новом международном ярусном стандарте сохранилось хроностратиграфическое положение только двух границ: а) нижняя граница второго яруса (нижняя граница нового флюского яруса соответствует нижней границе британского аренига); б) нижняя граница пятого яруса (нижняя граница сандбийского яруса соответствует нижней границе карадока) (рис. 1).

Стратиграфическое значение зональных граптолитовых подразделений для корреляций ордовикских отложений в исследуемых регионах с ярусными подразделениями не потеряло своей актуальности. Все границы новых ярусных подразделений были замаркированы в лимитотипах ГСРТ-GSSP (Глобальный стратотипический разрез и точка — Global Stratotype Section and Point) по первому появлению (FAD — First appearance data) вида-индекса зоны по пелагическим группам — граптолитам и конодонтам [The concise..., 2008; The Geologic..., 2012] (см. рис. 1). Таким образом, корреляционный потенциал конодонтовых шкал был официально признан как один из самых высоких и, наряду с потенциалом граптолитовых шкал, получил статус глобального, в том числе «напрямую» с подразделениями МСШ. Ведущая биостратиграфическая роль граптолитовых и конодонтовых шкал усилилась после того, как в новом ордовикском стандарте МСШ для каждого яруса было предложено деление на неформальные подъярусы (временные отрезки) с маркированием их нижних границ по FAD видов-индексов граптолитов и конодонтов [Bergström et al., 2009]. В отличие от ранее используемой граптолитовой шкалы британского стандарта ордовика, появилась новая синтезированная дискретная граптолито-конодонтовая последовательность (рис. 2).

Общая стратиграфическая шкала (ОСШ) России была приведена в соответствие с МСШ и новые ярусные подразделения ордовика были приняты Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) России для официального использования на территории страны [Постановления..., 2012] (см. рис. 1).

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СИБИРИ ПО ГРАПТОЛИТАМ

В настоящее время под граптолитовыми зонами большинство специалистов понимают биостратиграфические подразделения в определенной совокупности слоев разреза, заключающие в себе ассоциации таксонов граптолитов, с основной операционной единицей, именуемой комплексной зоной, выделяемой («синтезируемой») по материалам из серии разрезов в регионе. Граптолитовая зона обладает «уникальностью» видового таксономического состава комплекса, «неповторимостью» в разрезе, «смыкаемостью» границ с ниже- и вышележащими зонами — «смыкаемостью» с биостратиграфическими подразделениями, состоящими из ассоциаций таксонов в подстилающих и перекрывающих слоях. Нижние границы граптолитовых зон маркируются первым появлением (FAD) вида-индекса (или видов-ин-

Международная стратиграфическая шкала		Общая стратиграфическая шкала России	
Система	Ордовикская	Система	Ордовикская
Отдел	Нижний	Отдел	Нижний
Тремадоцкий	Тремадоцкий	Тремадоцкий	Тремадоцкий
Флоский	Флоский	Флоский	Флоский
Далинский	Далинский	Далинский	Далинский
Средний	Средний	Средний	Средний
Дарривильский	Дарривильский	Дарривильский	Дарривильский
Сандбийский	Сандбийский	Сандбийский	Сандбийский
Катийский	Катийский	Катийский	Катийский
Хирнантский	Хирнантский	Хирнантский	Хирнантский
Новый международный ярусный стандарт, [The concise..., 2008]	Новый международный ярусный стандарт, [The concise..., 2008]	Ярусный стандарт [Постановления..., 1976]	Ярусный стандарт [Постановления..., 2006]
Местонахождение лимитотипов (GSP-GSSP) и виды-индексы граптолитов (Гр) и конодонтов (К) маркеро-границ	Местонахождение лимитотипов (GSP-GSSP) и виды-индексы граптолитов (Гр) и конодонтов (К) маркеро-границ	Ярусный стандарт [Постановления..., 2012]	Ярусный стандарт [Постановления..., 2012]
Разрез Ванжаван Нос (Китай) <i>Normalograptus extraordinalianus</i> (Гр)	Разрез Ванжаван Нос (Китай) <i>Normalograptus extraordinalianus</i> (Гр)	Хирнантский	Хирнантский
Разрез Блэк Ноб (США) <i>Diplacanthograptus caudatus</i> (Гр)	Разрез Блэк Ноб (США) <i>Diplacanthograptus caudatus</i> (Гр)	Катийский	Катийский
Разрез Фогельсонг (Швеция) <i>Nemagraptus gracilis</i> (Гр)	Разрез Фогельсонг (Швеция) <i>Nemagraptus gracilis</i> (Гр)	Сандбийский	Сандбийский
Разрез Хуаннитан (Юго-Восточный Китай) <i>Undulograptus austrodelatus</i> (Гр)	Разрез Хуаннитан (Юго-Восточный Китай) <i>Undulograptus austrodelatus</i> (Гр)	Дарривильский	Дарривильский
Разрез Хуанхуачан (Южный Китай) <i>Valtonotus triangularis</i> (К)	Разрез Хуанхуачан (Южный Китай) <i>Valtonotus triangularis</i> (К)	Далинский	Далинский
Разрез Дябазброттет (Швеция) <i>Tetraograptus approximatus</i> (Гр)	Разрез Дябазброттет (Швеция) <i>Tetraograptus approximatus</i> (Гр)	Флоский	Флоский
Разрез Грин Пойнт (Западный Ньюфаундленд, Канада) <i>Iapetograptus fluctivagus</i> (К)	Разрез Грин Пойнт (Западный Ньюфаундленд, Канада) <i>Iapetograptus fluctivagus</i> (К)	Тремадоцкий	Тремадоцкий
Британский ярусный стандарт [Forley et al., 2000]	Британский ярусный стандарт [Forley et al., 2000]	Система	Система
Ашгиллпский	Ашгиллпский	Верхний	Верхний
Карадокский	Карадокский	Средний	Средний
Лланвирнский	Лланвирнский	Средний	Средний
Аренгский	Аренгский	Нижний	Нижний
Тремадоцкий	Тремадоцкий	Нижний	Нижний

Рис. 1. Сопоставление ярусных стандартов ордовика Международной и Общей стратиграфических шкал.

дексов) на выбранном в разрезе стратиграфическом уровне с высокими значениями индексов обновления видового состава комплексов. Верхние границы зон определяются как нижние границы вышележащих подразделений. Зональные граптолитовые последовательности фиксируют и отражают в своих видовых комплексах синхронные, однозначно понимаемые, морфологические изменения в независимых, широко признаваемых филолиниях различных родов. Виды-индексы соседствующих в стратиграфической последовательности зон и слоев в зональных граптолитовых шкалах в большинстве случаев находятся в близкородственных филогенетических связях в составе одного рода. В других случаях, с соседствующими видами-индексами из близкородственных родов инициальный вид дочернего рода связан трендом в развитии с материнским видом, нередко отклоняющимся по каким-либо параметрам от других видов рода-прародителя. Вследствие краткости объема статьи можно привести только несколько примеров таких филогенетических трендов — таксоны *Ph. densus* — *Pseud. angustifolius*, таксоны *U. sinodontatus* — *U. austro-dentatus* — *U. dentatus*, таксоны *Cl. bicornis* — *Dipl. caudatus* и др.

Таймырская складчатая система. В ордовике региона установлена следующая последовательность граптолитовых зональных подразделений и слоев с фауной (см. рис. 2): тремадок — слои с *Rhabdinopora parabola* (грустнинская свита), слои с *Rh. flabeliformis* / *Anisograptus richardsoni* (грустнинская свита), зона canadensis / hyperboreus (грустнинская свита); фло — зона approximatus (астрономическая и весеннинская толщи), зона extensus (саб) (самые верхов); далин — зона extensus (самые верхи), зона Oncograptus / Isograptus (без верхней части); дарривил — зона Oncograptus / Isograptus (верхняя часть), зона bifidus, зона murchisoni, зона teretiusculus; сандбий — зона gracilis, зона foliaceus; катий — зона clingani, зона quadrimucronatus (барковская свита), зона supernus (барковская свита и гольцовская толща); хирнант — слои с *Normalograptus extra-*

ordinarius (барковская свита), зона *persculptus* (барковская свита) [Обут, Соболевская, 1962, 1964; Обут, 1964; Корень и др., 2006; Соболевская, 2011]. Следует отметить, что зона *foliaceus* соответствует ранее широко известной граптолитовой зоне *multidens* [Обут, 1964; Обут, Соболевская, 1964]. Английские исследователи [Strachan, 1996, 1997; Zalasiewicz et al., 2009] установили, что таксон *Diplograptus multidens* El. et W. является младшим синонимом вида *D. foliaceus* (Murch.). Р.Ф. Соболевская [2011] ввела в зональную последовательность Таймыра вместо ранее употребляемой зоны *multidens* [Обут, Сенников, 1976], объединяющей две зоны — *peltifer* и *wilsoni*, граптолитовую зону с видом-индексом *foliaceus*.

Кроме известных по опубликованным данным ордовикских зональных граптолитовых подразделений на Таймыре, по мнению авторов настоящего сообщения, можно выделять дополнительные подразделения (см. рис. 2). Для низов дарривила слои с *Undulograptus austrodentatus* в нерасчлененном интервале зон *bifidus-murchisoni* [Соболевская, 2011]. Этот таксон является маркером в лимитотипе ГСРТ-GSSP нижней границы дарривильского яруса МСШ/ОСШ.

В сандбийском интервале разреза на Таймыре в верхней части зоны *foliaceus* можно выделить слои с *Climacograptus bicornis*. Этот таксон (вид-индекс слоев) описан в работах [Обут, Соболевская, 1964; Соболевская, 2011] и включен в состав комплекса зоны *foliaceus* и смешанного комплекса зон *gracilis* и *foliaceus*. Таксон *Cl. bicornis* (Hall) предложен как вид-маркер нижней границы неформального верхнесандбийского подъяруса МСШ [Bergström et al., 2009]. Зона *bicornis* выделяется в ордовике Северной Америки [Berry, 1960; Ross, Berry, 1963; Loydell, 2012], в том числе в ГСРТ-GSSP сандбийского яруса в разрезе Блек Нобж Ридж в США, где непосредственно подстилает базальную граптолитовую зону сандбиа — зону *caudatus* [Goldman et al., 2007]. Кроме того, зона *bicornis* известна в Шотландии [Zalasiewicz et al., 2009], в Китае и в Австралии [Webby et al., 2004]. В России в разрезах ордовика на Горном Алтае этот таксон имеет статус вида-индекса самостоятельной тейль-зоны и встречается в верхах подзоны *wilsoni* зоны *foliaceus* (бывшей зоны *multidens*) [Sennikov et al., 2008; Сенников, 2013]. По находкам [Обут, Соболевская, 1968] вида *Cl. bicornis* (Hall) на Колыме в смешанном комплексе зон *gracilis* и *foliaceus/peltifer* в этом регионе можно выделять слои с *Cl. bicornis*.

Все выделенные в ордовике Таймыра граптолитовые зоны (их комплексы и виды-индексы), а также и слои, как правило, являются широко используемыми граптолитовыми подразделениями в стратиграфических работах, известными как космополитные таксоны в типовых разрезах Великобритании, США, Балтоскандии, Центральной и Южной Европы, Китая и Австралии и используемыми в глобальных обобщающих сводках по биоистратиграфии ордовика [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012; The Geologic..., 2012]. Исключение из этого правила составляют зоны *extensus* и *Oncograptus / Isograptus* [Соболевская, 2011], которые, по мнению авторов настоящей статьи, следует расчленять на такие граптолитовые биостратоны, как слои с широко известными в мире видами-индексами зон — слои с *Phyllograptus densus*, слои с *Isograptus victoria*, слои с *Is. gibberulus*, слои с *Is. maximo-divergens*, слои с *Oncograptus*. Последний таксон является маркером нижней границы неформального верхнедапинского подъяруса [Bergström et al., 2009]. Следует отметить, что некоторые исследователи считают таксон рода *Isograptus* Mob., именуемый *gibberulus*, не самостоятельным видом, а подвидом другого вида — *Is. caduceus gibberulus* (Nic.) [Jenkins, 1982; Соболевская, 2011]. Перечисленные видовые и родовые индексы слоев в ордовикских разрезах Таймыра [Обут, Соболевская, 1964; Соболевская, 2011] занимают такие же стратиграфические положения, как и одноименные таксоны в разрезах других регионов.

Сибирская платформа. В ордовике региона выделяется следующая последовательность граптолитовых биостратонов (см. рис. 2): тремадок — слои с *Dictyonema kravtsovi* (угорский горизонт, ильтыкская свита); фло — слои с *D. omnutachense* (угорский горизонт, ильтыкская свита); в дапинском интервале разреза граптолиты пока не обнаружены; дарривил — слои с *Orthograptus propinquus* (волгинский горизонт, криволуцкая и сырганская свиты), слои с *Mastigograptus datsenkovi* (киренско-кудринский горизонт); сандбий — слои с *Oepikograptus bekkeri* (баксанский горизонт, мангазейская свита), слои с *Glossograptus* (долборский горизонт, чангадинская свита); катий — слои с *Paraorthograptus pacificus* (нирундинский горизонт, чангадинская свита), слои с *Dicellograptus*, *Glyptograptus* (бурский горизонт, оюсутская свита); в хирнантском интервале разреза имеются находки трудно диагностируемых граптолитов плохой сохранности [Обут, Соболевская, 1967; Обут, Сенников, 1984; Ордовик..., 1984; Сенников, 1996, 1998, 2013; Каныгин и др., 2007].

Большинство видов-индексов выделенных в ордовике Сибирской платформы слоев с граптолитами не относятся к числу космополитных таксонов, а являются сибирскими видами. Таксон *Dictyonema kravtsovi* Obut et Sob. встречается в разрезах ордовика Кузнецкого Алатау на том же стратиграфическом уровне (тремадок), что и на Сибирской платформе. Исключение составляют слои с *Oepikograptus bekkeri* и *Paraorthograptus pacificus*, с видами-индексами, известными в многочисленных регионах. Зона *bekkeri* в последние годы стала широко применяться в качестве возрастного аналога зоны *gracilis* в Центральной и Южной Европе [Loydell, 2012]. В России зона *bekkeri* (или слои с *Oep. bekkeri*) выделяется на

Восточно-Европейской платформе [Сенников, Обут, 2002; Suyrkova, Koren, 2009] и на Горном Алтае [Сенников, 2013]. Зона *pacificus* выделяется в Британии [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004], в Китае (в том числе в лимитотипе ГСРТ-GSSP хирнантского яруса непосредственно ниже этой границы) [Webby et al., 2004; Chen et al., 2006; Loydell, 2012], в Северной Америке [Webby et al., 2004; Loydell, 2012] и Австралии [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Loydell, 2012]. В России зона *pacificus* известна в ордовике Горного Алтая [Сенников, 2012] и Колымы [Корень и др., 2006].

Алтае-Саянская складчатая область (АССО), Салаир. В ордовике региона зафиксирована следующая последовательность граптолитовых биостратонов (см. рис. 2): в тремадокском интервале разреза граптолиты отсутствуют; фло — зона *densus* (тулойский горизонт, иловатская свита), зона *broggeri* (без самых верхов) (тулойский горизонт, иловатская свита); дапин — зона *broggeri* (самая верхняя часть зоны) (тулойский горизонт, иловатская свита), зона *gibberulus* с верхней подзоной *maximo-divergens*, зона *sparsus* (нижняя половина) (тулойский горизонт, иловатская свита); дарривил — зона *sparsus* (верхняя половина) (куйбышевский горизонт, иловатская свита), зона *balhaschensis* / *kirgicus* (верхи костинского — низы бугрышихинского горизонтов, карастунская свита), зона *jakovlevi* / *geminus* (бугрышихинский горизонт, карастунская свита), зона *teretiusculus* (бугрышихинский горизонт, карастунская свита); в сандбийском интервале разреза граптолитовых биостратонов не выделено; катий — слои с *Orthograptus* ex gr. *quadrimicronatus* (ханхаринский горизонт, веберовская свита); хирнант — слои с *Normalograptus mirnyensis* (техтеньский горизонт, веберовская свита), зона *persculptus* (листвянский горизонт, низы оселкинской свиты) [Сенников, 1996, 2013].

Кроме того, в разрезах ордовика Салаира на уровне верхней части зоны *densus* и нижней части зоны *broggeri* выделяется тейль-зона *protobifidus* [Сенников, 2013]. Таксон *Didymograptus protobifidus* Elles является маркером нижней границы верхнего неформального подъяруса флоского яруса МСШ [Bergström et al., 2009]. Самостоятельная зона *protobifidus* выделяется в ордовикских зональных последовательностях в Северной Америке [Berry, 1960; Ross, Berry, 1963; Lenz, Jackson, 1986], в Китае [Xiao, Chen, 1990], в Австралии и Новой Зеландии [Cooper, 1979; Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Loydell, 2012], в Казахстане [Цай, 1982] и на Горном Алтае.

Большинство выделенных в ордовике Салаира граптолитовых зон (их комплексы и виды-индексы), а также и слои, являются давно применяемыми подразделениями в различных странах на всех континентах, кроме Антарктиды [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012; The Geologic..., 2012]. Исключение составляют зона *balhaschensis* / *kirgicus* и зона *jakovlevi* / *geminus*. Таксоны *Expansograptus balhaschensis* (Kel.) и *Ex. jakovlevi* (Kel.) известны в лланвирне Казахстана [Келлер, 1954, 1956; Цай, 1974], а *Ex. kirgicus* Obut et Zub. — в лланвирне Киргизии [Обут, Зубцов, 1965]. Таксон *Didymograptus geminus* (His.), признаваемый ныне самостоятельным видом [Strachan, 1996—1997], а рядом исследователей, по-прежнему, относящийся по рангу к подвиду *D. murchisoni geminus* (His.) [Elles, Wood, 1901—1918; Xiao, Chen, 1990], известен на уровне зон *artus* (= бывшей зоне *bifidus*) и *murchisoni*, по объему соответствующих британскому лланвирнскому ярусу (в узком его стратиграфическом понимании) в Балтоскандии [Tulberg, 1882], в Великобритании [Elles, Wood, 1901—1918], в Китае [Xiao, Chen, 1990]. В России этот таксон встречается в ордовике Московской синеклизы, где является зональным для уровня зоны *murchisoni* [Обут и др., 1991; Сенников, Обут, 2002].

АССО, Кузнецкий Алатау. В ордовике региона граптолиты пока известны только на уровне тремадока (такошкинский = верхнетаянзинский горизонт, тайменская свита), где снизу вверх стратиграфически выделяются (см. рис. 2): слои с *Anisograptus richardsoni* и слои с *Dictyonema kravtsovi* [Обут, Сенников, 1984; Сенников, 1996, 2013]. Вид *An. richardsoni* Bul. известен в тремадоке Канады [Ruedemann, 1947] и Таймыра [Обут, Соболевская, 1962] (см. выше).

АССО, Горный Алтай. В ордовике региона зафиксирована следующая последовательность граптолитовых биостратонов (см. рис. 2, 3): тремадок — зона *kiaeri* / *tenellus* (верхняя половина зоны рассматривается как подзона *ramosus* / *osloensis*) (такошкинский = верхнетаянзинский горизонт, камлакская и ишпинская свиты); фло — зона *approximatus* (тулойский горизонт, тулойская свита), зона *densus* (нижняя половина зоны рассматривается как подзона *balticus*) (тулойский горизонт, тулойская свита), зона *angustifolius elongatus* / *broggeri* (без самых верхов) (тулойский горизонт, тулойская свита); дапин — зона *angustifolius elongatus* / *broggeri* (самая верхняя часть зоны) (тулойский горизонт, тулойская свита), зона *gibberulus* (с нижней подзоной *deflexus* и верхней подзоной *maximo-divergens*) (тулойский горизонт, тулойская свита), зона *hirundo* (с нижней подзоной *caduceus imitatus* и верхней подзоной *sinodontatus* / *Cardiograptus*) (верхи тулойского — низы куйбышевского горизонта, тулойская и карасинская свиты); дарривил — зона *austrodentatus* (куйбышевский горизонт, воскресенская свита), зона *dentatus* (костинский горизонт, воскресенская и карасинская свиты), зона *balhaschensis* / *kirgicus* (костинский горизонт, воскресенская свита), зона *jakovlevi* / *coelatus* (бугрышихинский горизонт, бугрышихинская и карасинская свиты), зона *teretiusculus* (бугрышихинский горизонт, бугрышихинская и карасинская свиты); сандбий — зона *gracilis* / *serratulus* / *bekkeri* (бугрышихинский горизонт, бугрышихинская

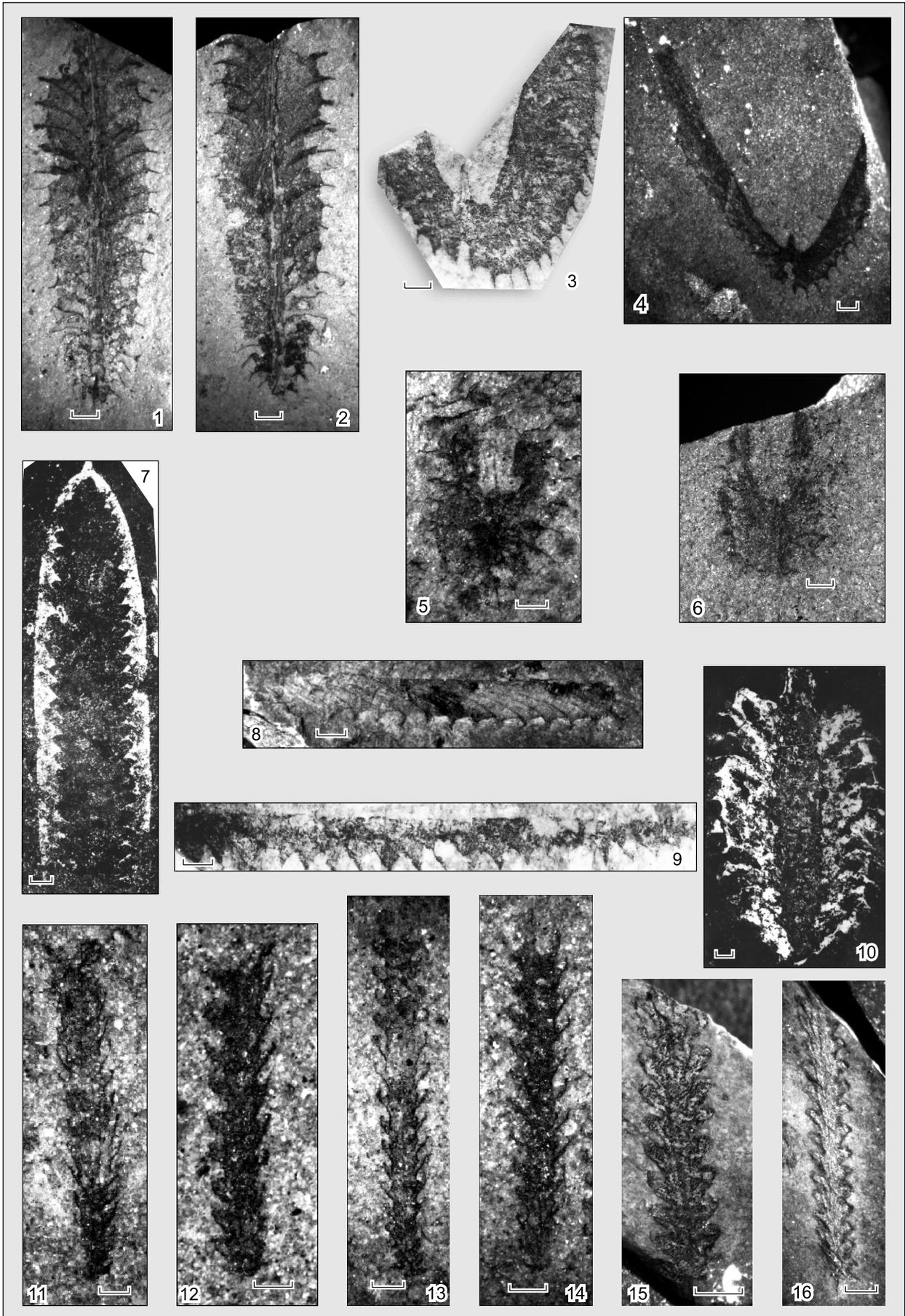


Рис. 3. Некоторые зональные таксоны граптолитов ордовика Горного Алтая и Салаира.

Масштаб: линейка 1 мм.

Местонахождения: 1, 2, 4—6, 8, 11—16 — Горный Алтай, 3, 7, 9, 10 — Салаир.

1, 2 — *Pseudophyllograptus angustifolius angustifolius* Hall: р. Бия, тулойская свита, зона *angustifolius elongatus*, разрез Юрок, обр. С-1118-4/18;

3 — *Isograptus maximo-divergens* (Harris): пос. Ельцовка, иловатская свита, зона *gibberulus*, подзона *maximo-divergens*, разрез Черемшанка, обр. С-77191;

4 — *Isograptus gibberulus* (Nicholson): р. Тулой, тулойская свита, зона *hirundo*, разрез Тулой обр. Б-117;

5, 6 — *Isograptus caduceus imitatus* Harris: район с. Маралиха, воскресенская свита, зона *caduceus imitates*, разрез Маралиха-1, обр. С-0521;

7 — *Didymograptus protobifidus* Elles: г. Гурьевск, иловатская свита, зона *densus* (тейль-зона *protobifidus*), разрез Водоотводной, обр. С-7631;

8 — *Expansograptus balhaschensis* (Keller): район бывшего пос. Батун, воскресенская свита, зона *balhaschensis*, *kirgisticus*, разрез Батун, обр. С-8136;

9 — *Expansograptus kirgisticus* Obutb et Zudtsov: г. Гурьевск, иловатская свита, зона *balhaschensis* / *kirgisticus*, разрез Коровий пруд, обр. С-873;

10 — *Phyllograptus densus opulentus* Monsen: г. Гурьевск, иловатская свита, зона *densus*, разрез Иловатый, обр. С-7631;

11 — *Undulograptus sinodontatus* (Mu et Lee): район с. Маралиха, воскресенская свита, зона *austrodentatus*, разрез Маралиха-1, обр. С-072;

12—14 — *Undulograptus austrodentatus* (Harris et Keble): район с. Маралиха, воскресенская свита, зона *austrodentatus*, разрез Маралиха-1, 13 — обр. С-0523, 14, 15 — обр. С-072.

15, 16 — *Eoglyptograptus dentatus* (Brongniart): район бывшего пос. Батун, воскресенская свита, зона *dentatus*, разрез Батун, обр. С-813а.

свита), зона *foliaceus* (= бывшей зоне *multidens*) (с нижней подзоной *peltifer* / *antiquus lineatus* и верхней подзоной *wilsoni*) (верхи бугрышинского — низы ханхаринского горизонтов, верхи бугрышихинской свиты и низы ханхаринской свиты); катий — зона *quadrimucronatus* (с нижней подзоной *clingani* и верхней подзоной *linearis*) (верхи ханхаринского — низы техтенского горизонтов, верхи ханхаринской свиты и низы техтенской свиты), зона *supernus*, зона *ornatus*, зона *racificus* (техтенский горизонт, одноименная свита); хирнант — зона *ojsuensis* / *mirnyensis* (техтенский горизонт, одноименная свита), зона *persculptus* (лиственский горизонт, низы свиты Вторых Утесов) [Сенников, 1976, 1996, 2012, 2013; Обут, Сенников, 1984; Sennikov et al., 2008; Буколова, 2011; Сенников и др., 2011; Sennikov et al., 2011].

Кроме того, в разрезах ордовика Горного Алтая на уровне верхней части зоны *densus* и нижней части зоны *angustifolius elongatus* / *broggeri* выделяется тейль-зона *protobifidus* [Sennikov et al., 2008; Сенников, 2013] — маркер верхнего флю МСШ (см. выше раздел «Салаир»). В верхах подзоны *wilsoni* зоны *multidens* в алтайских ордовикских разрезах выделяется тейль-зона *bicornis* — маркер верхнего сандбиа МСШ (см. выше раздел «Таймыр»).

В разрезах ордовика Горного Алтая на уровне нижней части подзоны *clingani* зоны *quadrimucronatus* выделяется тейль-зона *caudatus*. Вид-индекс этой зоны — *Diplocanthograptus caudatus* (Lap.) является маркером ГСРТ-GSSP (разрез Блек Нобж Ридж в США) катийского яруса МСШ [Goldman et al., 2007]. Зона *caudatus* выделяется в ордовике Шотландии (как подзона зоны *clingani*) [Zalasiewicz et al., 2009] и Северной Америки [Loydell, 2012]. На территории Северо-Востока России (Колыма) по находкам вида *Dip. caudatus* (Lap.) [Обут, Соболевская, 1968] в низах зоны *ingens wellingtonensis* (нижняя зона катия) можно выделить слои с *Dip. caudatus*.

подавляющее число выделенных в ордовике Горного Алтая граптолитовых зон (их комплексы и виды-индексы), а также и слои, являются широко используемыми во всем мире граптолитовыми подразделениями [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012; The Geologic..., 2012]. Исключение составляют зона *balhaschensis* / *kirgisticus*, информация о которой была приведена выше (раздел «Салаир») и зона *jakovlevi* / *coelatus*. Информация о виде *Expansograptus jakovlevi* (Kel.), встречающемся на Салаире с таксоном *Didymograptus geminus* (His.), рассмотрена выше (см. раздел «Салаир»). Видовой таксон *Amplexograptus coelatus* (Lap.) известен в ордовике Великобритании [Elles, Wood, 1901—1918; Strachan, 1996, 1997; Zalasiewicz et al., 2009], где встречается в зоне *murchisoni* (предположительно, также в самых верхах нижележащей зоны *artus* (бывшая зона *bifidus*)) и проходит в вышележащие зоны. На Алтае вид *Am. coelatus* (Lap.) и сопутствующий ему комплекс видов встречаются в многочисленных разрезах стратиграфически ниже комплекса зоны *teretiusculus* [Sennikov et al., 2008].

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СИБИРИ ПО КОНОДОНТАМ

Понятийная база, закладываемая в создание биостратиграфической шкалы по конодонтам, регламентируется [Стратиграфический..., 2006]. Ранг выделяемых подразделений определяется степенью обоснованности их границ, которая, в свою очередь, зависит от изученности распределения фауны в

разрезах и полной сохранности осадочной последовательности. Наивысшим рангом подразделений биостратиграфической шкалы по конодонтам являются зоны, низшим — слои с конодонтами. Комплексы конодонтов, характеризующие изученные местные стратона, выделяются при первичном обобщении изучения фауны в регионе как первый шаг к созданию биостратиграфической шкалы.

Зональные последовательности, предложенные в разных регионах по разным типам осадочных толщ, отличаются степенью «смыкаемости» и, соответственно, степенью обоснованности зональных границ и разным стратиграфическим объемом зональных подразделений. Для терригенно-карбонатных толщ и других отложений некомпенсированных бассейнов с высокой скоростью осадконакопления, где конодонты встречаются спорадически на отдельных стратиграфических уровнях, «смыкаемость» обосновывается фиксированием соседних зональных комплексов в непрерывных разрезах. Кроме того, решающим для установления зональных границ в таких отложениях является сравнение с зональными шкалами, предложенными для других регионов.

Разрешающая способность конодонтовых шкал в разных регионах колеблется от возможности определять (и маркировать) части горизонтов, что характерно для местных и региональных биостратиграфических шкал эпиконтинентальных бассейнов, до определения только ярусных подразделений. Последнее характерно для глобальной биостратиграфической шкалы, разработанной для глубоководных отложений по таксонам пелагических конодонтов широкого географического распространения. Конодонтовые зоны ордовика традиционно основаны либо на первом появлении видов-индексов, либо на их массовом появлении (акмезоны), при этом по мере детализации изученности конодонтов в регионах наблюдается постепенное отступление от последнего подхода.

Таймырская складчатая система. Ордовикские отложения на Таймыре очень слабо охарактеризованы конодонтами, в связи с чем выделение биостратиграфических подразделений по этой группе фауны, даже в ранге слоев с фауной, там преждевременно [Атлас..., 2003] (рис. 4, 5). Наиболее древний комплекс с раннетремадокскими представителями рода *Cordylodus* (*C. cf. C. caseyi* Druce et Jones) был найден в разрезе широкинской свиты грустинского горизонта. Позднетремадокский комплекс конодонтов, включающий *Drepanodus* sp., *Paroistodus* cf. *P. proteus* Pand., *Scandodus* sp., обнаружен в грустинской толще одноименного горизонта. В многовершининской свите толлевского горизонта найден комплекс, состоящий преимущественно из конических элементов, близких к конодонтам кимайского горизонта Сибирской платформы. В верхах многовершининской свиты найдены *Ansella* sp., *Periodon aculeatus* Had., *Drepanoistodus* sp., *Protopanderodus* sp., *Walliserodus?* sp., *Drepanodistacodus victrix* (Mosk.), *Panderodus* sp., *Pseudooneotodus mitratus* (Mosk.), *Phragmodus flexuosus* Mosk. и *Pand. gracilis* (Br. et M.) средне- и верхнедарривильского стратиграфического интервала.

Наиболее хорошо охарактеризован конодонтами барковский горизонт (мутнинская и барковская свиты), где встречаются *Belodina compressa* (Br. et M.), «*B.*» *repens* (Mosk.), *Yaoxianognathus? tunguskaensis* (Mosk.), *Ph. undatus* Br. et M., *Pand. gracilis* (Br. et M.), *Ozarkodina? dolboricus* Mosk., *Drepanodistacodus victrix* (Mosk.), *Drepanoistodus suberectus* (Br. and M.), позволяющие сопоставить отложения с долборским горизонтом Сибирской платформы. Самый молодой комплекс с *Periodon grandis* (Eth.), *Protopanderodus liripipus* Br. et M., *Scabardella altipes* Nen. и *Costiconus* sp. был обнаружен в мутнинской свите.

Сибирская платформа. Целенаправленное изучение конодонтов в ордовикских отложениях на платформе началось более 50 лет назад. В настоящее время этот регион — один из наиболее хорошо изученных на территории России [Москаленко, 1967, 1973, 1982, 1994; Абаимова, 1971, 1975, 1984; Ордовик..., 1984; Тесаков и др., 2003]. В настоящее время в ордовике Сибирской платформы выделены 15 конодонтовых зон (см. рис. 4, 5): на нижний ордовик приходится четыре зоны, на средний — пять и на верхний — шесть зон [Moskalenko, 1983; Абаимова, 1990; Москаленко, 1994; Каньгин и др., 2007].

Зональное расчленение достаточно полно обосновано данными по распространению конодонтов в многочисленных и разнофациальных разрезах по всей Сибирской платформе, а выделение форм базируется на многочисленных коллекциях. Однако в выборе зональных видов проявляется отчетливый дуализм — с одной стороны, были выбраны эндемичные, характерные для выделенных биоэкологических подразделений таксоны, такие как *Histiodellella? angulata* Mosk., *Polyplacognathus? angarensis* Mosk., *Culumbodina mangazeica* Mosk. С другой стороны, часть зональных видов представлена широко распространенными и на других континентах формами *Scandodus* (= *Scolopodus*) *wardensis*, *Cahabagnathus sweeti* Bergst., *Loxodus bransoni*, *Belodina compressa* Br. et M. и др. Эти виды, вероятно, были введены как связующее звено региональной зональной шкалы и зональных шкал других континентов для более точной привязки региональной шкалы Сибири к шкале геологического времени. Однако обозначенная таким образом зональная последовательность становится противоречивой, так как большинство из приведенных космополитных зональных таксонов не соответствует интервалу своего стратиграфического распространения в мире. Так, например, *Cah. sweeti* характерен для верхней части дарривильского и нижней части сандбийского яруса [Bergström, 1971; Lehnert et al., 2005]. В шкале же Сибирской плат-

Система	Отдел	Ярус	МШШ, 2008/ОСШ, 2012		
			Хпр-Нант	Верхний	
Орловская	Верхний	Байр-Байский	Таймырская складчатая система		
			Корреляция ярусов МШШ/ОСШ, горизонтов и зональных подразделений	Горизонт	Комплексы с конодонтами [Атлас., 2003] с изменениями
			?	Не выделен	Зоны по конодонтам [Москаленко, 1973, 1994; Толмашева, Аваимова, 2009] с изменениями
			Основание катия	Барковский	<i>Periodon gradis</i> , <i>Protopanderodus liripipus</i> , <i>Scabardella alipes</i>
				Толмачевский	<i>Belodina compressa</i> , «В.» <i>repens</i> , <i>Yaohianognathus? tunguskaensis</i> , <i>Ph. undatus</i> , <i>Panderodus gracilis</i> , <i>Ozarkodina? dolborica</i> , <i>Drepanodistacodus victrix</i>
			Основание флю	Толмачевский	<i>Ansella</i> sp., <i>Periodon aculeatus</i> , <i>Phragmodus flexuosus</i> , <i>Panderodus gracilis</i> , <i>Scandodus? serratus</i> , <i>Drepanodistacodus victrix</i>
				Толпецкий	<i>Aloxonus stauferi</i> , <i>Drepanodus</i> sp.
			Основание Тремадока	Толпецкий	<i>Drepanodus</i> sp., <i>Paroistodus cf. proteus</i> , <i>Scandodus</i> sp.
				Трутинский	<i>Cordylodus cf. C. caseyi</i>
			Алтае-Саянская складчатая область	Верхний	Тупойский
Корреляция ярусов МШШ/ОСШ, горизонтов и зональных подразделений	Горизонт	Зоны по конодонтам [Москаленко, 1973, 1994; Толмашева, Аваимова, 2009] с изменениями			
?	Не выделен	?			
Основание катия	Бурский	<i>Arheolognathus pyramidalis</i>			
	Нирундинский	<i>Acanthodina nobilis</i>			
Основание флю	Долборский	<i>Ozarkodina dolborica</i> , <i>Acanthocordylodus festus</i>			
	Баксанский	<i>Culumbodina mangazeica</i>			
Основание Тремадока	Чертовской	<i>Phragmodus inflexus</i>			
	Киренско-Кудринский	<i>Phylacodus? anomalis</i>			
Основание флю	Волгинский	<i>Phragmodus flexuosus-Ph. polonicus</i>			
	Муктэйский	<i>Cardiodella lyrata</i> - <i>Polyblastocagn. aligarensis</i>			
Основание флю	Вихоревский	<i>Coleodus mirabilis</i>			
	Кимайский	<i>Histiodella? angulata</i>			
Основание флю	Угорский	<i>Scolopodus warendensis</i> - <i>Glyptocodus</i> sp.			
	?	<i>Loxodus branstoni</i> , <i>Cordylodus angulatus</i>			
Основание Тремадока	Ныйский	?			
	Лопарский	<i>Cord. prolinidstromi</i> , <i>Cordylodus caseyi</i> , <i>Cordylodus proavus</i> , <i>Cambroistodus minutus</i> , <i>Proscopodontus</i>			
Кембри-ская	Верхний	Байр-Байский	Алтае-Саянская складчатая область		
			Корреляция ярусов МШШ/ОСШ, горизонтов и зональных подразделений	Горизонт	Слои с конодонтами, зоны по конодонтам [Seppikov et al., 2008; Сенников и др., 2014]
			Листвянский	Слой с <i>Protopanderodus liripipus</i>	
			Основание катия	Ханхиринский	Слой с <i>Phragmodus undatus</i> - <i>Belodina compressa</i>
				Пугрышхинский	Слой с <i>Eoplacognathus pseudoplanus</i>
			Основание флю	Костинский	[Слой с <i>Semiasconitodus? asymmetricus</i>
				Куйбышевский	Слой с <i>Periodon flabellum-Protopanderodus striatus</i>
			Основание флю	Тупойский (=Лебедский)	Слой с <i>Oepikodus evae</i>
				Тупойский (=Верхне-Танзанский)	Слой с <i>Paroistodus proteus</i>
			Основание Тремадока	Тупойский (=Верхне-Танзанский)	Зона <i>Cordylodus angulatus</i>
Нижне-Танзанский	Зона <i>laretognathus-laretonudus</i> , Зона <i>Cordylodus caseyi</i>				

Рис. 4. Корреляция сибирских ордовикских конодонтовых зон и слоев с фауной.

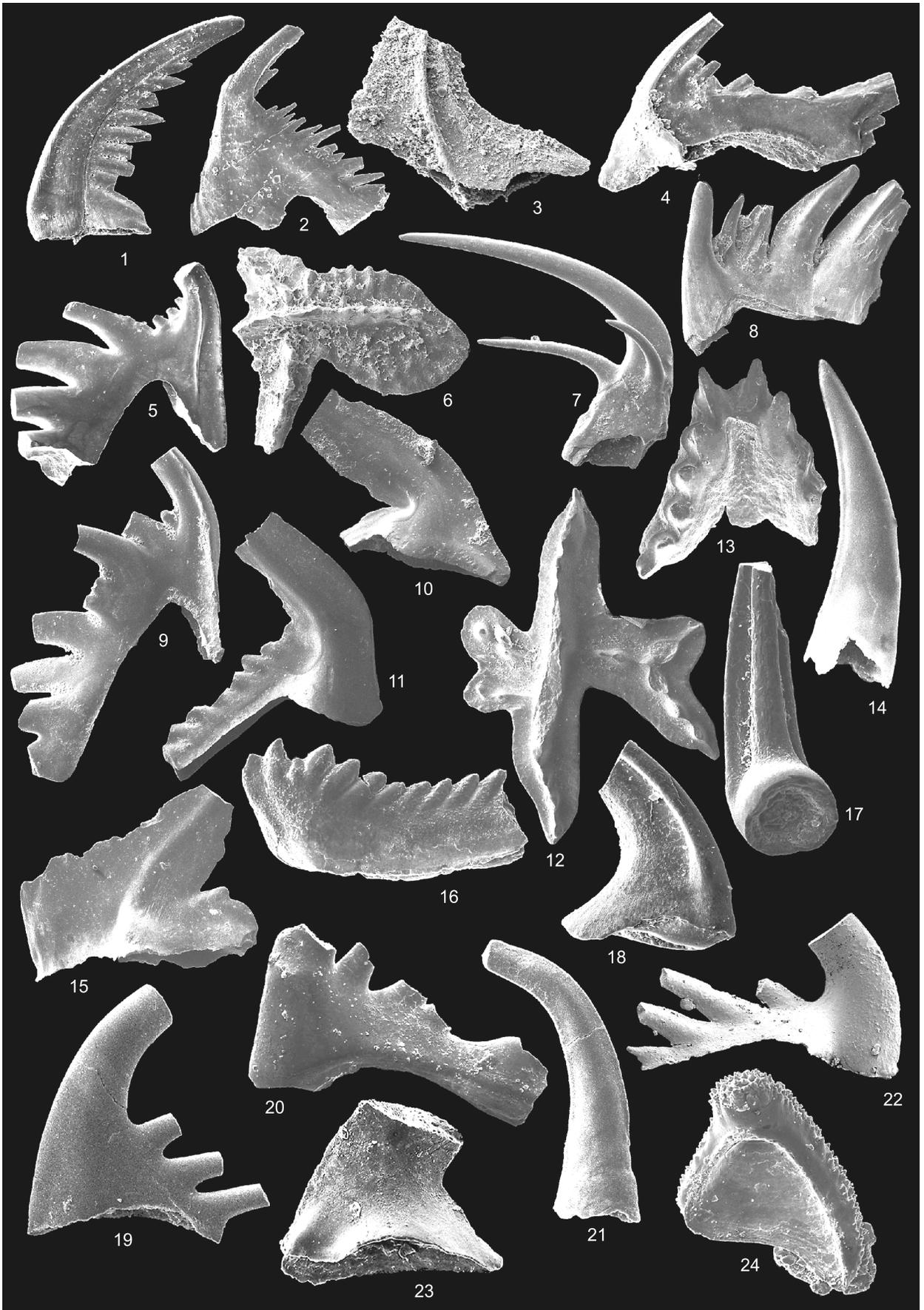


Рис. 5. Некоторые ключевые для корреляции таксоны конодонтов ордовика Сибири.

Местонахождения: 1, 4—24 — Сибирская платформа, 2 — Горный Алтай, 3 — Таймыр.

- 1 — *Belodina compressa* (Branson and Mehl): р. Подкаменная Тунгуска, баксанский горизонт, обр. 210, ×68;
- 2 — *Periodon grandis* (Ethington): Sc элемент, р. Суетка, обр. 2, техеньский горизонт, ×50;
- 3 — *Protopanderodus liripipus* (Branson and Mehl): барковский горизонт, обр. 183038/25, ×57;
- 4 — *Periodon aculeatus* Hadding: р. Подкам. Тунгуска, чертовской горизонт, обр. Т-11, ×58;
- 5 — *Phragmodus inflexus* Stauffer: р. Подкам. Тунгуска, чертовской горизонт, обр. Т-11, ×58;
- 6 — *Cahabagnathus sweeti* (Bergstrom): р. Подкам. Тунгуска, чертовской горизонт, обр. Т-11, ×58;
- 7 — *Ptiloconus? anomalis* (Moskalenko): р. Подкам. Тунгуска, киренско-кудринский горизонт, обр. Т-6, ×58;
- 8 — *Coleodus mirabilis* Moskalenko: р. Ангара, муктэйский горизонт, обр. А-4, ×47;
- 9, 11 — *Phragmodus flexuosus* Moskalenko: р. Подкам. Тунгуска, волгинский горизонт, обр. 208, 9 — Sa элемент, ×64, 11 — M элемент, ×70;
- 10 — *Phragmodus polonicus* Dzik, M элемент, р. Подкам. Тунгуска, волгинский горизонт, обр. 208, ×74;
- 12 — *Polyplacognathus angarensis* Moskalenko: р. Ангара, муктэйский горизонт, обр. А-4, ×43;
- 13 — *Cardiodella lyrata* Moskalenko: р. Ангара, муктэйский горизонт, обр. А-4, ×55;
- 14 — *Proconodontus muelleri* Miller: CM 1/23105, из [Tolmacheva, Abaimova, 2009], р. Кулюмбе, лопарский горизонт, ×96;
- 15 — *Histiodelle? angulata* Moskalenko: P элемент, р. Ангара, кимайский горизонт, обр. А-1, ×70;
- 16 — *Loxodus bransoni* Furnish: CM 120/23105, из [Tolmacheva, Abaimova, 2009], р. Кулюмбе, няйский горизонт, ×120;
- 17 — *Semiacontiodus iowensis* (Furnish): Sa элемент, CM 107/23105, р. Кулюмбе, няйский горизонт, ×113;
- 18 — *Glyptoconus* sp.: асимметричный элемент, р. Мойеро, обр. К-Х-1, угорский горизонт, ×95;
- 19 — *Cordylodus proavus* Müller: CM 110/23105, р. Кулюмбе, лопарский горизонт, ×64;
- 20 — *Cordylodus prolindstromi* Nicoll: CM 119/23105, р. Кулюмбе, няйский горизонт, ×86;
- 21 — *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller): P элемент, CM 8/23105, р. Кулюмбе, лопарский горизонт, ×133;
- 22 — *Cordylodus caseyi* Druce et Jones: CM 117/23105, р. Кулюмбе, няйский горизонт, ×80;
- 23 — *Cambroistodus minutus* (Miller): геникулятный элемент, CM 11/23105, р. Кулюмбе, лопарский горизонт, ×144;
- 24 — *Hispidodontus kulumbense* Tolmacheva et Abaimova: Sd элемент, CM 60/23105, р. Кулюмбе, лопарский горизонт, ×57.

формы он зафиксирован в качестве вида-индекса зоны *Cahabagnathus sweeti* — *Phragmodus inflexus* чертовского горизонта, который сопоставляется с нижней частью сандбийского яруса.

Таким образом, остается неясным, либо на Сибирской платформе наблюдается более позднее фациально-зависимое появление космополитных таксонов, чем в других палеобассейнах, либо нечетко определен возраст части горизонтов, который обоснован в настоящее время бентосными группами — трилобитами, брахиоподами, остракодами. В частности, если рассматривать появление зонального комплекса *Cahabagnathus sweeti* — *Phragmodus inflexus* как его первое появление, то чертовский горизонт должен рассматриваться как позднедарривильский — раннесандбийский. Это касается также угорского, баксанского и бурского горизонтов. Надо отметить, что детальное переизучение распространения конодонтов в разрезах няйского горизонта выявило неточность его ранее предполагаемого возраста [Tolmacheva, Abaimova, 2009].

Самое начало тремадокского яруса на Сибирской платформе, по сути, не охарактеризовано конодонтами. Вид-индекс *Japetognathus fluctivagus*, определяющий нижнюю границу ордовикской системы в МСШ [Cooper et al., 2001], здесь не найден, так же как и не обнаружен сопутствующий ему таксон *Cor. lindstromi*. Различные на этом стратиграфическом уровне конические формы рода *Semiacontiodus* и других родов требуют отдельного изучения. Первыми известными формами в ордовикских отложениях Сибирской платформы, которые и были выбраны в качестве зональных видов, являются таксоны *Cor. angulatus* и *Loxodus bransoni*, позволяющие сопоставлять вмещающие их отложения с одноименными зонами верхнего тремадока МСШ/ОСШ.

Зона *Scandodus warendensis* — *Scandodus pseudoquadratus*, выделяемая в объеме угорского горизонта флоского яруса нижнего ордовика, является одной из самых плохо обоснованных зональных подразделений благодаря слабой изученности конодонтов на этом стратиграфическом уровне, все виды которых, в том числе и зональные таксоны, нуждаются в ревизии. *Scandodus* (= *Scolopodus*) *warendensis*, как и *Scandodus* (? *Glyptoconus*) *pseudoquadratus*, характерны для позднего тремадока — самых низов флоского яруса [Seo et al., 1994]. Это заостряет проблему определения возраста горизонта. Если при переизучении угорского горизонта выявится более раннее появление зональных таксонов, чем это считалось, то будет необходимо выбрать другие виды-индексы.

Зона *Histiodelle angulata*, определенная в кимайском горизонте дапинского яруса среднего ордовика, характеризуется комплексом эндемичных таксонов. Эндемиком является и зональный вид. Формы, которые дают возможности корреляции с МСШ/ОСШ, здесь определяются с большой долей неуверенности, однако показывают, что, по крайней мере, нижняя часть зоны, вероятно, относится к нижней части флю [Dzik, 2010].

В зонах *Coleodus mirabilis* и *Cardiodella lyrata* — *Polyplacognathus angarensis* вихоревского и муктэйского горизонтов виды широкого распространения, позволяющие более точное сопоставление этих

региональных подразделений с МСШ/ОСШ, также неизвестны. Однако выбранные зональные таксоны хорошо распознаются в пределах Сибирской платформы и служат хорошими индикаторами соответствующих горизонтов.

Волгинский горизонт характеризуется видами *Phragmodus flexuosus* и *Ph. polonicus*, встречающимися на других континентах в верхнем дарривилии [Dzik, 1976; Bauer, 1987; Толмачева и др., 2013]. В настоящее время это единственный стратиграфический уровень среднего и верхнего ордовика, хорошо привязанный к шкале геологического времени.

Зона *Ptilosonus? anomalis* киренско-кудринского горизонта, сопоставляемая с поздним дарривилием, хорошо прослеживается только в пределах Сибирской платформы. Виды широкого распространения здесь не изучены, в частности, не отражено возможное появление здесь первых *Ph. inflexus* — зонального вида вышележащей зоны чертовского горизонта.

Вид *Sahabagnathus sweeti* в биоzoneальном подразделении, выделяемом в объеме чертовского горизонта, не может фигурировать в качестве вида-индекса, так как не соответствует своему стратиграфическому положению в принятой корреляции горизонта с сандбийским ярусом МСШ/ОСШ. Вероятно, это же касается и вида *Ph. inflexus*. Отмеченные особенности требуют продолжения изучения таких материалов для дальнейшего уточнения их стратиграфического положения. Необходим выбор характерного для чертовского горизонта регионально-эндемичного зонального таксона.

Зональные подразделения баксанского, долборского и нирундинского горизонтов основаны на регионально-эндемичных таксонах, однако в комплексах присутствуют *Belodina compressa*, *Yaoxianognathus? tunguskaensis*, *Periodon grandis*, *Panderodus gracilis* и другие виды широкого географического распространения, точное стратиграфическое распространение которых пока не установлено. Исследования конодонтов этого стратиграфического уровня проводились давно [Москаленко, 1973] и, безусловно, требуют нового переосмысления имеющегося материала. В отношении возрастной привязки бурского горизонта следует отметить, что его зональный таксон — маркер *Aphelognathus pyramidalis* имеет продолжительное стратиграфическое распространение [Sweet, Bergström, 1976], но характерен этот таксон для более низкого уровня, чем предполагает принятая корреляция бурского горизонта с верхней частью катия.

АССО, Горный Алтай. Первые данные по конодонтам из отложений ордовика Горного Алтая появились относительно недавно [Москаленко, 1977], однако степень их изученности в настоящее время [Ивата и др., 1997; Изох и др., 2003, 2005] сопоставима с изученностью конодонтов в таких складчатых регионах, как Урал и Казахстан (см. рис. 4, 5). При недостаточной монографической изученности ордовикских алтайских конодонтов [Толмачева, 2013] и нечеткой идентификации редких и малочисленных видов, биостратиграфические подразделения базируются на видах широкого географического распространения и космополитных таксонах, что позволяет все же проводить прямое сопоставление разработанной шкалы с зональными подразделениями МСШ/ОСШ.

Горный Алтай является единственным в России регионом, где обнаружены элементы зонального таксона *Iapetognathus* и сопутствующего ему рода *Iapetonodus* [Сенников и др., 2014], определяющих основание ордовика в типовых разрезах Северной Америки [Cooper et al., 2001]. Появление элементов *Cordylodus angulatus* в верхней части камлакской свиты определяет нижнюю границу вышележащей зоны.

Слои с *Paroistodus proteus* выделены в кремнях верхней части талицкой свиты (засурьинская серия) такошкинского горизонта и в кремнях марчетинской свиты (засурьинская серия) тулойского горизонта в ее стратотипе. В комплекс слоев входят *Paroistodus cf. proteus* (Lind.), *Paracordylodus gracilis*, *Cornuodus longibasis*, *Drepanodus reclinatus*, *Oneotodus* sp. и некоторые другие виды, определенные в открытой номенклатуре. Установленный комплекс конодонтов позволяет датировать этот интервал поздним тремадоком — нижней частью флю.

В кремнях верхней части марчетинской свиты (засурьинская серия) тулойского горизонта установлены слои с *Oepikodus evae*. Комплекс конодонтов слоев включает *O. evae*, *Periodon cf. flabellum*, *Prioniodus cf. P. elegans*, *Baltoniodus* sp., *Drepanoistodus* sp. Слои сопоставляются с одноименной зоной верхней части флю.

В верхней части воскресенской свиты (куйбышевский горизонт) в ее типовом разрезе выделены слои с *Periodon flabellum* — *Parapanderodus striatus*, в комплекс которых входят *Semiacontiodus? mufshanensis*, *Acodus eletsus*, *Juanognathus jaanussoni*, *Protoprioniodus* sp., *Cooperignathus* sp., *Tangshanodus tangshanensis*, *Dr. suberectus* s.l., *Triangulodus larapintinensis*, *Anodontus longus*, *Naimanodus degtiarevi*, *Panderodus? nogami* и др. Эти таксоны позволяют отнести рассматриваемые слои и куйбышевский горизонт к верхнему дапину — самым низам дарривила.

Верхняя часть воскресенской свиты костинского горизонта объединена слоями с *Eoplacognathus pseudoplanus*, в комплекс которых входят *Periodon aculeatus*, *Scolopodus* sp., *Drepanodus arcuatus*, *Ansella* sp., *Paroistodus* sp. [Изох и др., 2005]. Слои сопоставляются с одноименной зоной нижней части дарривила среднего ордовика северо-запада Восточно-Европейской платформы.

Слои с *Ph. undatus* и *Belodina compressa* выделяются в разрезе нижней и средней частей гурьяновской свиты (ханхаринский горизонт). Помимо номинальных видов, в комплекс входят *Panderodus* cf. *P. gracilis*, *Aphelognathus* sp., *B. compressa* и *Drepanoistodus suberectus*. Совместное нахождение *Ph. undatus* и *B. compressa* характерно для верхов сандбья — низов катия многих континентов, включая Северную Америку и Восточно-Европейскую платформу, и позволяет уверенно коррелировать выделенные в гурьяновской свите Горного Алтая слои с этим стратиграфическим интервалом.

Слои с *Protopanderodus liripipus* выделяются в разрезе кремнисто-терригенной толщи (техеньский горизонт) на западе региона. Там, в тонких прослоях известняков, обнаружен комплекс конодонтов, помимо номинального вида включающий *Periodon grandis*, *Panderodus* sp., *Decoriconus* sp., *Paroistodus ?mutates*, *B. compressa*, позволяющий сопоставлять выделенные слои с верхами катийского яруса.

АССО, Салаир. Из карбонатных отложений толсточижинской свиты выделены три конодонтовых комплекса [Изох и др., 2003] (см. рис. 4). Первый представлен *Prooneotodus gallatini*, *Cordylodus lindstromi*, *Stenodontus jilinensis*, *Cordylodus* sp.; второй — *Eoconodontus notchpeakensis*, *Cordylodus* aff. *proavus*, *Prooneotodus gallatini*, *Furnishina* sp., *Mamillodus* sp., *Proconodontus* sp.; третий — *Cordylodus lindstromi*. Выявленные конодонты характерны для зон *lindstromi*, *fluctivagus* и *angulatus* верхов кембрия — низов ордовика (тремадок). В дальнейшем по перечисленным таксонам возможно выделение слоев с фауной.

АССО, Тыва и Западный Саян. Первые определения конодонтов из среднего ордовика Тывы были сделаны Т.А. Москаленко [Решения..., 1983]. Позднее были получены новые данные по среднему ордовика Западного Саяна [Сенников и др., 2000a] и среднему и верхнему ордовика Тывы [Изох и др., 2003]. Коллекции конодонтов из этих регионов получены из отдельных местонахождений и представлены небольшим количеством экземпляров. Выделяются следующие слои с конодонтами (см. рис. 4).

Слои с *Semiacontiodus asymmetricus* выделяются в Тыве. Из карбонатов тарлыкской свиты определен комплекс, включающий *S. asymmetricus*, *Drepanoistodus basiovalis*, *D. suberectus*, *Drepanoistodus* sp., характерный для зоны *Eoplacognathus variabilis* — *E. suecicus*, в связи с чем выделенные слои сопоставляются с нижней частью дарривильского яруса. Вместе с ними найдены дарривильские граптолиты [Сенников и др., 2000б, 2006].

Слои с *Amorphognathus superbus* определены в Тыве, в разрезе верхней подсвиты каргинской свиты. Полученный комплекс включает *A. superbus*, *Panderodus gracilis*, *P. serratus*, *P. unicostatus*, *Belodina compressa*, характерные для одноименной зоны нижней половины катийского яруса. Стратиграфически выше в Тыве, в разрезе аламельской свиты (нижняя подсвита — хонделенские слои) выделены слои с *Icriodella superba*. Конодонтовый комплекс охарактеризован *I. superba*, *Ph. undatus*, *B. compressa*, также *P. serratus* и *P. unicostatus*, которые свидетельствуют о позднеордовикском возрасте свиты и сопоставляются с зоной *A. ordovicicus* верхнего катия — нижнего хирнанта.

В Западном Саяне в среднеордовикской манчурекской свите установлен комплекс конодонтов с *Phragmodus flexuosus*, *Phragmodus* sp., *Panderodus* sp., позволяющий сопоставлять отложения с зоной *Pygodus setta* средней части дарривильского яруса.

СПЕЦИФИКА ЗОНАЛЬНЫХ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ШКАЛ СКЛАДЧАТЫХ И ПЛАТФОРМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ СИБИРИ

Граптолиты. В настоящее время начался новый этап исследований ордовикских материалов из складчатых областей Сибири, связанный с реформированием имеющихся зональных граптолитовых шкал. Несмотря на бесспорную «ортостратиграфичность» пелагических групп и широко известный полипровинциализм граптолитов, не все из выделенных в отдельных регионах граптолитовых зон можно проследить в других палеобассейнах. В случаях, если используемые виды-индексы и сопутствующие им комплексы видов в зональных последовательностях для какого-либо региона имеют ограниченный межрегиональный потенциал и не соответствуют современным требованиям, то начинается пересмотр их комплексов с выделением из общих ассоциаций видов в разрезах региона других обособляющихся группировок таксонов граптолитов («новые» комплексные зоны или слои с фауной) с иными видами-индексами. Среди последних предпочтение отдается видам-индексам границ ярусов и неформальных подъярусов МСШ, а также видам-индексам зон в лимитотипах (ГСРТ-GSSP) — тех зон, которые подстилают границу, и тех, которые расположены стратиграфически выше нее.

Кроме того, для индексации отдельных зон в последние годы специалисты по граптолитам стали широко употреблять не один, а несколько видов-индексов. Парно встречаясь в различных регионах, такие комбинации таксонов позволяют, используя принцип «передачи коррелятивной функции», выделенный Б.С. Соколовым [1991, 2011], проследивать маркированные ими зоны от разреза к разрезу в отдельном регионе и проводить межрегиональные сопоставления [Сенников, 1996; Sennikov et al., 2008]. В последнем варианте Стратиграфического кодекса России [2006, статья VII. 12] узаконено использование двух или трех видов-индексов для одной и той же биостратиграфической зоны. Такая практика

употребления нескольких видов-индексов граптолитов в зональных шкалах нашла широкое применение [Cooper et al., 2004; Webby et al., 2004; Loydell, 2012]. Международный стратиграфический справочник [2002, глава 7, параграф Н] также допускает образование названия зоны из двух таксонов комплекса. Надо максимально стремиться к тому, чтобы корреляционный потенциал любой комплексной граптолитовой зоны, выделяемой в каком-то регионе, позволял проводить сопоставления не только внутри региона, но и между серией регионов, в том числе, расположенных на разных континентах. В полной мере реализовать эти рекомендации по материалам Сибири удастся на алтайских разрезах и в меньшей степени на таймырских. Из 11 предложенных для ордовика Сибири корреляционных уровней с подразделениями МСШ/ОСШ девять известны в алтайских разрезах и шесть в таймырских (см. рис. 2).

В ордовике Сибирской платформы, сложенном пестроцветными, терригенными и карбонатными образованиями мелководных фаций, неблагоприятных для существования пелагических граптолитовых сообществ, трудно предполагать выделение какой-то последовательности биостратиграфических подразделений по граптолитам. Местные эндемичные таксоны граптолитов, встреченные в глинисто-карбонатных породах, служат только одним из дополнительных элементов к палеонтологической характеристике горизонтов, основанных на комплексах бентосных групп.

Конодонты. Конодонты в ордовике Сибирской платформы традиционно являются региональной группой и используются только для внутрирегионального расчленения и корреляции вмещающих их осадочных образований. Горизонты здесь выделяются по рубежам смены типов седиментации в палеобассейне и этапам развития бентосных групп фауны. По комплексам последних осуществляются и все межрегиональные и глобальные корреляции. Низкая оценка корреляционного потенциала ордовикских конодонтов Сибирской платформы может быть объяснена преимущественно мелководным характером бассейна и палеогеографической удаленностью морского бассейна Сибирской платформы в ордовикское время от палеобассейнов на других палеоконтинентах. В результате там была развита специфичная конодонтовая фауна с количественным доминированием эндемичных форм и редкими таксонами широкого географического распространения. Появление последних в ордовикском бассейне Сибирской платформы часто связано с региональными трансгрессиями. Это одна из немногих, если не единственная, возможность объяснения проникновения пелагической конодонтовой фауны в экстремально мелководный палеобассейн. Находки конодонтов в разрезах не всегда отражают их первое эволюционное появление — FAD. А именно такой постулат, что FAD таксона в регионе фиксирует его первое эволюционное появление, является критерием оценки одновозрастности отложений при межрегиональных корреляциях. Более того, виды конодонтов широкого географического распространения в ордовикских коллекциях Сибирской платформы встречаются часто в единичных экземплярах и не могут быть уверенно идентифицированы. В результате на современном уровне изученности ордовика Сибирской платформы конодонты только на отдельных стратиграфических уровнях дают возможность межрегиональной корреляции и, следовательно, позволяют провести достоверное сопоставление с подразделениями ордовика МСШ/ОСШ. В целом же разработанная для региона конодонтовая зональность в настоящее время является узкорегionalной и показывает исключительную точность при расчленении и корреляции отложений, но в пределах только одного конкретного палеобассейна. Разрешающая способность конодонтовой шкалы, как и для других фаунистических групп, незначительно превышает разрешающую способность последовательности выделенных для Сибирской платформы региональных подразделений (горизонтов). Но она представляется достаточно дробной шкалой для небольших по мощности эпиконтинентальных отложений ордовика на Сибирской платформе.

В настоящее время стало очевидно, что расчленение горизонтов, в том числе определение их нижних границ и внутрирегиональная корреляция отложений более надежно осуществляется с использованием эндемичных таксонов конодонтов Сибирского палеобассейна, чем с применением видов широкого географического распространения. Возраст же конкретных местных стратонтов может доказываться только привязкой региональной зональной шкалы к последовательности космополитных видов, распространение которых в разрезах платформы пока изучено слабо. В идеальном случае, зональная шкала должна интегрировать оба типа форм конодонтов.

Большинство конодонтовых зон ордовика Сибирской платформы по своему объему полностью соответствуют горизонтам, за исключением найского и долборского горизонтов, в пределах которых выделяются три и две зоны соответственно. Границы конодонтовых зон совпадают с границами горизонтов. Таким образом, конодонтовая зональная последовательность, вслед за последовательностями по бентосным группам фауны, отражает историческое развитие ордовикского бассейна Сибирской платформы и формально является конодонтовой характеристикой региональных подразделений.

В ордовике Таймыра, в ряде местонахождений обнаружены конодонты, которые дают возможность определения возраста вмещающих отложений путем сопоставления с конодонтовыми комплексами зональных шкал МСШ или Сибирской платформы. Особенностью современного уровня изученности конодонтов Таймыра является то, что таксономически богатые и представительные их коллекции

получены из относительно глубоководных отложений, где встречаются главным образом виды космополитного распространения, такие как *Phragmodus flexuosus* Mosk., *Yaoxianognathus? tunguskaensis* Mosk., *Belodina compressa* (Br. et M.), *Periodon aculeatus* Had., дающие возможность широкой корреляции с другими палеоакваториями. Такие находки позволяют точно определять возраст местных стратонтов, но в относительно широком возрастном диапазоне, поскольку большинство из космополитных форм представлены «долгоживущими» таксонами. Виды, характерные только для соседнего палеобассейна Сибирской платформы, которые потенциально могли бы позволить провести более точные сопоставления отложений этих близких палеоакваторий, встречаются на Таймыре в единичных экземплярах, что затрудняет их таксономическую идентификацию.

В складчатых регионах Алтае-Саянской области нечасто удается наблюдать какие-либо продолжительные по времени разрезы в карбонатных фациях. В преимущественно терригенных осадочных последовательностях ордовика Горного Алтая известняки, в которых встречаются конодонты, часто связаны с трансгрессивными событиями и появляются спорадически, только на некоторых стратиграфических уровнях. В алтайских мелководных и тепловодных известняках, для которых характерны высокие скорости осадконакопления, конодонты крайне редко встречаются в значительных количествах. Бедность коллекции не позволяет четко идентифицировать редкие виды, а отсутствие «смыкаемости» границ разных конодонтовых комплексов определяет низкий ранг выделяемых в регионе биостратиграфических подразделений по конодонтам. В качестве зон могут рассматриваться только подразделения аксайского и тремадокского ярусов, выделенные в пограничных кембро-ордовикских разрезах, тогда как для более молодых ордовикских толщ, могут быть предложены только слои с конодонтами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По сибирским региональным граптолитовым и конодонтовым пелагическим зональным последовательностям возможно проведение точных сопоставлений границ местных и региональных подразделений (или их частей) с ярусными границами ордовика МСШ/ОСШ — так называемые, «прямые» корреляции с ярусными границами по FAD одноименных видов-индексов. Это показывает высокую эффективность применения зональных пелагических последовательностей для целей хроностратиграфии.

2. В складчатых областях Сибири, где в терригенных отложениях встречаются граптолиты, а в карбонатных — относительно глубоководные комплексы конодонтов, установление стратиграфического положения ярусных границ МСШ/ОСШ не представляет трудностей. Аналогичная процедура определения положения ярусных границ МСШ/ОСШ в мелководных отложениях на Сибирской платформе в настоящее время невозможна — для этого требуется дальнейшая работа по выявлению переходных (смешанных мелководно-мелководных) комплексов конодонтов и поиску космополитных таксонов пелагических форм граптолитов.

Работа выполнена при поддержке программы РАН «Биосфера».

ЛИТЕРАТУРА

Абаимова Г.П. Новые раннеордовикские конодонты юго-востока Сибирской платформы // Палеонтол. журнал, 1971, № 4, с. 74—81.

Абаимова Г.П. Раннеордовикские конодонты среднего течения р. Лены. Новосибирск, Изд-во Наука, 1975, 140 с.

Абаимова Г.П. Положение границы кембрия и ордовика в разрезах устькутской свиты и ее аналогов на Сибирской платформе // Проблемы ярусного расчленения систем фанерозоя Сибири. Новосибирск, Изд-во Наука, 1984, с. 27—31.

Абаимова Г.П. Конодонтовые зоны верхнего кембрия и нижнего ордовика Сибирской платформы // Стратиграфия и палеонтология докембрия и фанерозоя Сибири. Новосибирск, 1990, с. 57—65.

Атлас палеозойской фауны Таймыра. Ч. I. Брахиоподы, остракоды, конодонты / Ред. Р.Ф. Соболевская. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2003, 240 с.

Буколова Е.В. Лито- и биостратиграфия среднего ордовика северо-восточной части Горного Алтая // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (9), с. 1242—1255.

Ивата К., Сенников Н.В., Буслов М.М., Обут О.Т., Шокальский С.П., Кузнецов С.А., Ермиков В.Д. Позднекембрийско-раннеордовикский возраст базальтово-кремнисто-терригенной засурьинской свиты (северо-западная часть Горного Алтая) // Геология и геофизика, 1997, т. 38 (9), с. 1427—1444.

Изох Н.Г., Обут О.Т., Ивата К., Сенников Н.В. Ассоциации конодонтов в ордовике Алтае-Саянской складчатой области // Вестник Томского государственного университета. Серия Науки о Земле (геология, география, метеорология, геодезия). Приложение № 3 (II). Проблемы геологии и географии Сибири. Томск, Изд-во Том. ун-та, 2003, с. 88—90.

Изох Н.Г., Сенников Н.В., Обут О.Т. Находка на Горном Алтае нового уровня в зональной ордовикской конодонтовой шкале Алтае-Саянской складчатой области. Эволюция жизни на Земле. Материалы III Международного симпозиума. Томск, Изд-во Том. ун-та, 2005, с. 125—127.

Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Сычев О.В. Ордовик Сибирской платформы. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Новосибирск, Академ. изд-во «Гео», 2007, 267 с.

Келлер Б.М. Описание граптолитов караканского горизонта и смежных с ним отложений // Караканский горизонт ордовика. Ордовик Казахстана. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 48—98.

Келлер Б.М. Граптолиты ордовика Чу-Илийских гор // Ордовик Казахстана. Часть II. М., Изд-во АН СССР, 1956, с. 50—102.

Корень Т.Н., Толмачева Т.Ю., Соболевская Р.Ф., Раевская Е.Г., Обут О.Т. Ордовикская система // Зональная стратиграфия фанерозоя России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, с. 31—47.

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.

Международный стратиграфический справочник: сокращенная версия / Под ред. М.А. Мёрфи, А. Сальвадора. М., Изд-во ГЕОС, 2002, 38 с.

Москаленко Т.А. Конодонты чуньского яруса (нижний ордовик) рек Мойеро и Подкаменная Тунгуска // Новые данные по биоистратиграфии рек нижнего палеозоя Сибирской платформы. М., 1967, с. 98—116.

Москаленко Т.А. Конодонты среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1973, 143 с.

Москаленко Т.А. Ашгильские конодонты на Горном Алтае. Проблемы стратиграфии ордовика и силура Сибири. Новосибирск, Наука, 1977, с. 74—83.

Москаленко Т.А. Конодонты // Ордовик Сибирской платформы (опорный разрез на р. Кулюмбе) / Ред. Б.С. Соколов. М., Наука, 1982, с. 100—144.

Москаленко Т.А. Зональное распределение конодонтов в среднем и верхнем ордовике Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1994, т. 35 (4), с. 36—43.

Обут А.М. Отдел Гемихордовые // Основы палеонтологии. Иглокожие, гемихордовые. М., Недра, 1964, с. 279—337.

Обут А.М., Соболевская Р.Ф. Граптолиты раннего ордовика на Таймыре // Труды НИИГА. Л., 1962, т. 127, вып. 3, с. 65—85.

Обут А.М., Соболевская Р.Ф. Граптолиты ордовика Таймыра. М., Наука, 1964, 92 с.

Обут А.М., Зубцов Е.И. Стратиграфия и граптолиты ордовика горного обрамления Нарынской впадины // Стратиграфия и палеонтология палеозоя азиатской части СССР. М., Изд-во АН СССР, 1965, с. 13—32.

Обут А.М., Соболевская Р.Ф. Некоторые стереостолонаты позднего кембрия и ордовика Норильского района // Новые данные по биоистратиграфии нижнего палеозоя Сибирской платформы. М., Наука, 1967, с. 45—64.

Обут А.М., Соболевская Р.Ф. Класс Graptoloidea — граптолоидеи // Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. Магадан, Магадан. кн. изд-во, 1968, с. 128—134.

Обут А.М., Сенников Н.В. О зональной шкале ордовика по граптолитам // Граптолиты и стратиграфия. Таллин, 1976, с. 128—134.

Обут А.М., Сенников Н.В. Граптолиты и зональное расчленение нижнего ордовика Горного Алтая // Стратиграфия и фауна нижнего ордовика Горного Алтая. М., Наука, 1984, с. 53—106.

Обут А.М., Сенников Н.В., Дмитровская Ю.Е. Комплексы граптолитов в ордовике Ленинградской области // Изв. АН СССР, Сер. геологич., 1991, № 4, с. 14—20.

Обут О.Т. Палеозойские радиолярии Горного и Рудного Алтая (состояние изученности, фациальная приуроченность и таксономический состав) // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Урала и Западной Сибири (девонская и каменноугольная системы). Екатеринбург, УрО РАН, 2011, с. 45—57.

Ордовик Сибирской платформы. Палеонтологический атлас. Новосибирск, Наука, 1984, 242 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Л., Изд-во ВСЕГЕИ, 1976, вып. 16, 129 с.; 2006, вып. 36, 63 с.; 2012, вып. 41, 44 с.

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.

Сенников Н.В. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура Горного Алтая. М., Наука, 1976, 270 с.

Сенников Н.В. Комплексы граптолитов в ордовике Сибирской платформы // Актуальные проблемы региональной геологии Сибири (стратиграфия, тектоника, палеогеография, минерагения). Труды СНИИГГиМС. Новосибирск, 1992, с. 25—26.

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

Сенников Н.В. Новые таксоны граптолитов из среднего кембрия и ордовика Средней Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 1: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 1998, с. 15—31.

Сенников Н.В. Новые данные по зональному расчленению катийского и хирнантского ярусов (ордовик) Горного Алтая по граптолитам // Палеонтология и стратиграфические границы. Материалы LVIII сессии Палеонтологического общества. СПб., 2012, с. 122—123.

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

Сенников Н.В., Обут О.Т. Тестирование зональной последовательности по хитинозомам на базе граптолитовых зон (ордовик, Горный Алтай и Московская синеклиза) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 5: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2002, т. 43, с. 51—63.

Сенников Н.В., Буколова Е.В. Динамика таксономического разнообразия граптолитов в Алтайском и Салаирском ордовикских бассейнах // Эволюция органического мира и биотические кризисы (LVI сессия Палеонтологического общества). СПб., Изд-во «Элексис», 2010, с. 100—102.

Сенников Н.В., Айнсаар Л. Первые данные по изотопам углерода в хирнанте Горного Алтая // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2012, с. 205—207.

Сенников Н.В., Елкин Е.А., Изох Н.Г., Клец А.Г. Ордовикский молассовый комплекс юго-западной части Западного Саяна (манчурекская свита) // Геология и геофизика, 2000а, т. 41 (1), с. 35—49.

Сенников Н.В., Хлебникова Т.В., Алексеенко А.А., Изох Н.Г., Клец А.Г. Находка рода *Paraglossograptus* (граптолиты) в тарлыкской свите среднего ордовика Тувы (юг Западной Сибири) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 2—3: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2000б, т. 41, с. 182—187.

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., 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., Толмачева Т.Ю., Обут О.Т. Новый ярусный стандарт ордовикской системы в МСШ и проблемы его использования на территории России. Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. М., Изд-во Лема, 2013а, с. 101—112.

Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю., Обут О.Т. Биозональные шкалы ордовика и распознавание границ нового ярусного стандарта на территории России // Систематика организмов. Ее значение для биостратиграфии и палеобиогеографии. Материалы LIX сессии Палеонтологического общества. СПб., 2013б, с. 108—111.

Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю., Изох Н.Г., Обут О.Т. О положении границы кембрия и ордовика на Горном Алтае // ДАН, 2014, т. 457, № 2, с. 1—4.

Соболевская Р.Ф. Атлас палеозойской фауны Таймыра. Часть II. Граптолиты ордовика и силура. СПб., Изд-во ВНИИОкеангеология, 2011, 282 с.

Соколов Б.С. Стратиграфия и геологическая картография // Изв. АН СССР, 1991, № 12, с. 3—12.

Соколов Б.С. Хроностратиграфическое пространство литосферы и венд как геоисторическое подразделение неопротерозоя // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (10), с. 1334—1348.

Стратиграфический кодекс России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, 96 с.

Тесаков Ю.И., Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Симонов О.Н., Сычев О.В., Абаимова Г.П., Дивина Т.А., Москаленко Т.А. Ордовик северо-запада Сибирской платформы. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003, 259 с.

Толмачева Т.Ю. Новый представитель конодонтов из среднего ордовика Центрального Казахстана, Киргизии и Алтая // Палеонтологический журнал, 2013, № 2, с. 55—59.

Толмачева Т.Ю., Зайцев А.В., Алексеев А.С. Конодонты среднего и верхнего ордовика Московской синеклизы: новые данные по биостратиграфическому расчленению скв. Гаврилов-Ям-1 // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2013, т. 21, № 4, с. 52—77.

- Цай Д.Т.** Граптолиты раннего ордовика Казахстана. М., Наука, 1974, 127 с.
- Цай Д.Т.** Граптолитовая зональная шкала Тихоокеанской провинции // Геология и геофизика, 1982 (4), с. 9—19.
- Bauer J.A.** Conodonts and conodont biostratigraphy of the McLish and Tulip Creek Formations (Middle Ordovician) of South-Central Oklahoma // Oklahoma Geol. Surv. Bull., 1987, v. 141, p. 1—58.
- Bergström S.M.** Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and Eastern North America / Eds. W.C. Sweet, S.M. Bergström. Symposium on conodont biostratigraphy // Geol. Soc. America, Mem., 1971, v. 127, p. 83—161.
- Bergström S.M., Chen X., Gutiérrez-Marco J.C., Dronov A.** The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy // Lethaia, 2009, v. 42, p. 97—107.
- Berry W.B.N.** Graptolite faunas of the Marathon region, West Texas. Publ. Univer. Texas, 1960, 179 p.
- Chen Xu, Rong Jiayu, Fan Junxuan, Zhan Renbin, Mitchell Ch.E., Harper D.A.T., Melchin M.J., Peng Ping'an, Finney S.C., Wang Xiaofeng.** The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Hirnantian Stage (the uppermost of the Ordovician System) // Episodes, 2006, v. 29, № 3, p. 183—196.
- Cooper R.A.** Ordovician geology and graptolite faunas of the Aorangi Mine area, north-west Nelson, New Zealand. N. Z. Geol. Surv. «Paleontol. Bull.», 1979, № 47, 146 p.
- Cooper R.A., Nowlan G.S., Williams S.H.** Global Stratotype Section and Point for base of the Ordovician System // Episodes, 2001, v. 24, № 1, p. 19—28.
- Cooper R.A., Maletz J., Taylor L., Zalasiewicz J.** Graptolites: Patterns of diversity across Paleolatitudes // The great Ordovician biodiversification event / Eds. B. Webby, F. Paris, M.L. Droser, I.G. Percival. Columbia University Press, New York, 2004, p. 281—293.
- Dzik J.** Remarks on the evolution of Ordovician conodonts // Acta Palaeontol. Pol., 1976, v. 21, p. 395—455.
- Dzik J.** Brachiopod identity of the alleged monoplacophoran ancestors of cephalopods // Malacologia, 2010, v. 52, № 1, p. 97—113.
- Elles G.L., Wood E.M.R.** Monograph of British graptolites // Palaeontol. Soc. London. 1901—1918, 539 p.
- Fortey R.A., Harper D.A.T., Ingham J.K., Owen A.W., Parkes M.A., Rushton A.W.A., Woodcock N.H.** A revised correlation of Ordovician rocks in the British Isles. Geol. Soc. Spec. Report, 2000, № 24, 78 p.
- Goldman D., Leslie S.A., Nolvak J., Young S., Bergström S.M., Huff W.D.** The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Katian Stage of the Upper Ordovician Series at Black Knob Ridge, Southeastern Oklahoma, USA // Episodes, 2007, v. 30, № 4, p. 258—270.
- Jenkins C.J.** *Isograptus gibberulus* (Nicholson) and isograptids of the Arenig Series (Ordovician) of England and Wales // Proceedings of the Geological Society of Yorkshire, 1982, v. 44, № 2, p. 219—248.
- Lapworth C.** On the geological distribution of the Rhabdophora // Annals and Magazine of Natural History, 5th ser., III (1879), p. 245—257, p. 449—455; IV (1879), p. 333—341; V (1880), p. 45—62, p. 273—285, p. 358—369; VI (1880), p. 16—29, p. 185—207.
- Lehnert H., Watling L., Stone R.** *Cladorhiza corona* sp.n. (Porifera: Demospongiae: Cladorhizidae) from the Aleutian Islands (Alaska) // J. Marine Biol. Association of the United Kingdom, 2005, v. 85, p. 1359—1366.
- Lenz A.C., Jackson D.E.** Arenig and Llanvirn graptolite biostratigraphy, Canadian Cordillera. Paleoecology and Biostratigraphy of Graptolites // Geol. Soc. Spec. Publ., 1986, № 20, p. 27—45.
- Loydell D.K.** Graptolite biozone correlation charts // Geol. Mag., 2012, v. 149, p. 124—132.
- Moskalenko T.A.** Conodonts and biostratigraphy in the Ordovician of the Siberian Platform // Fossils and Strata, 1983, № 15, p. 87—94.
- Paris F., Achab A., Verniers J., Asselin E., Chen X., Granh Y., Nolvak J., Obut O., Samuelsson J., Sennikov N., Vecoli M., Verniers J., Wang X., Winchester-Seeto T.** Chitinozoans // The great Ordovician biodiversification event / Eds. B. Webby, F. Paris, M.L. Droser, I.G. Percival. Columbia University Press. New York, 2004, p. 294—311.
- Ross R.J., Berry W.B.N.** Ordovician graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada, Utah, Idaho. Geol. Surv. Bull., № 1134, Washington, 1963, 177 p.
- Ruedemann R.** Graptolites of North America // Quart. Geol. Soc. Amer. Mem., 1947, № 19, 652 p.
- Sennikov N.V., Yolkin E.A., Petrunina Z.E., Gladkikh L.A., Obut O.T., Izokh N.G., Kipriyanova T.P.** Ordovician-Silurian biostratigraphy and paleogeography of the Gorniy Altai. Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 2008, 154 p.

Sennikov N.V., Obut O.T., Bukolova E.V. Ordovician regional chronostratigraphic scheme of the Gorny Altai / Eds. J.C. Gutierrez-Marco, I. Rabano, D. Garcia-Bellido // Ordovician of the World. Cuadernos del Museo Geominero, № 14. Instituto Geologico y Minero de Espana, Madrid, 2011, p. 547—551.

Seo K.S., Lee H.Y., Ethington R.L. Early Ordovician conodonts from the Dumugol Formation in the Baegunsan Syncline, eastern Yeongweol and Samcheog areas, Kangweon-Do, Korea // J. Paleontol., 1994, v. 68, p. 599—616.

Strachan I.A. Bibliographic index of British graptolites (Graptoloidea). The Palaeontographical Society, London, 1996, part 1, p. 1—40; 1997, part 2, p. 41—155.

Suyrkova A.A., Koren T.N. Advances in the Ordovician graptolite biostratigraphy of the St. Petersburg area, Russia // Estonian J. Earth Sci., 2009, v. 58, № 1, p. 3—9.

Sweet W.C., Bergström S.M. Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of the United States midcontinent // Ed. M.G. Basset. The Ordovician system. Proceedings Pal. Ass. Symposium, 1976, p. 121—151.

The concise Geologic Time Scale / Eds. J.G. Ogg, G. Ogg, F.M. Gradstein. Cambridge University Press, 2008, 177 p.

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

Tolmacheva T.Yu., Abaimova G.P. Late Cambrian and Early Ordovician conodonts from the Kulumbe River section, northwest Siberian Platform // Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists, 2009, v. 37, p. 427—451.

Tullberg S.A. On the graptolites described by Hisinger and older Swedish authors // Bih. K. Svenska Vetensk Akad. Handl. 1882, v. 6 (13), p. 1—23.

Webby B., Cooper R., Bergström S.M., Paris F. Stratigraphic framework and time scales // The great Ordovician biodiversification event / Eds. B. Webby, F. Paris, M.L. Droser, I.G. Percival. Columbia University Press. New York, 2004, p. 41—47.

Xiao Chengxie, Chen Hoge. Some graptolite faunas of the Lower and Middle Ordovician from Gucheg area, Yushan // Geol. Jiangxi, 1990, v. 4, № 2, 243 p.

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

*Поступила в редакцию
9 июня 2014 г.*