

УДК 551.732:565.393: 571.5

КОМПЛЕКСЫ ТРИЛОБИТОВ И ЯРУСНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ КЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

И. В. Коровников^{1,2}¹Новосибирский государственный университет; ²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Анализ основных монографических работ, посвященных описанию кембрийских трилобитов Сибирской платформы, позволил выявить 969 видов трилобитов из многочисленных разрезов. На основе стратиграфического распространения этих видов установлено девять этапов развития трилобитовых комплексов сибирского палеобассейна. Выделенные этапы немного расходятся с современной шкалой ярусного расчленения кембрия. Учитывая выявленные особенности развития трилобитов в кембрии Сибирской платформы, можно предложить иной вариант ярусного расчленения кембрийских отложений начиная с атдабанского века.

Ключевые слова: кембрий, Сибирская платформа, трилобиты, ярусное расчленение.

TRILOBITE COMPLEXES AND STAGE BREAKDOWN OF THE CAMBRIAN OF THE SIBERIAN PLATFORM

I. V. Korovnikov^{1,2}¹Novosibirsk State University; ²A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

The analysis of the main monographic works devoted to the description of Cambrian trilobites of the Siberian Platform allowed scientists to reveal 969 species of trilobites, which are described from numerous sections. Based on the stratigraphic distribution of these species, 9 developmental stages of trilobite complexes of the Siberian paleobasin have been established. Distinguished stages slightly discord with the modern scale of the Cambrian stage breakdown. Taking into account the revealed features of the trilobite development in the Cambrian of the Siberian Platform, it is possible to propose an other version of the stage breakdown of Cambrian sediments, starting from the Atdabanian.

Keywords: Cambrian, Siberian Platform, trilobites, stage breakdown.

DOI 10.20403/2078-0575-2022-11c-3-12

В настоящее время кембрийская система в Общей стратиграфической шкале России (ОСШ) подразделяется на три отдела (нижний, средний и верхний). Ярусы, установленные для ниже- и среднекембрийских отложений Сибирской платформы, являются стратотипами ярусов ОСШ [6, 10 и др.]. Для верхнего кембрия ОСШ с 1982 г. используются ярусы, выделенные в горах Малого Каратау (Казахстан). До недавнего времени ярусное расчленение кембрия Сибирской платформы имело следующий вид (рис. 1): нижний кембрий подразделялся на четыре яруса (томмотский, атдабанский, ботомский, тойонский); средний – на два (амгинский, майский); верхний до 1997 г. – на три (аюсокканский, сакский, аксайский), после добавлен четвертый (батырбайский) [7].

Относительно недавно ярусное расчленение Сибирской платформы претерпело изменения [8]. В настоящее время аюсокканский ярус, который ранее был первым ярусом верхнего кембрия, отнесен к среднему кембрию. Нижняя граница майского яруса среднего кембрия опущена на одну зону ниже. Терминальная зона амгинского яруса *Tomagnostus fissus* – *Acadoradoxides sacheri* стала первой зоной майского. Изменилось и зональное расчленение ярусов кембрия Сибирской платформы, особенно верхнего кембрия.

При выделении ярусов для ОСШ принят критерий этапности органического мира, что отраже-

но во всех изданиях Стратиграфического кодекса, в том числе в его последней версии: «Статья III.7. Ярус – основная таксономическая единица Общей стратиграфической шкалы, подчиненная отделу. Устанавливается по биостратиграфическим данным, отражающим эволюционные изменения и (или) этапность развития органического мира, и представляет собой совокупность хронозон, объединяемых по какому-либо определенному признаку» [9]. Для кембрийских отложений Сибирской платформы начиная с атдабанского яруса руководящей группой фауны являются трилобиты, а этапы в развитии этой группы следует рассматривать как потенциальные интервалы для установления ярусов ОСШ.

В предлагаемой статье установлены и описаны этапы развития трилобитов. Показано соотношение этапов с современными ярусами ОСШ и Международной стратиграфической шкалы (МСШ). Предложен возможный вариант схемы ярусного расчленения кембрия Сибирской платформы, основанный на установленной этапности в развитии трилобитовых комплексов.

Материал

Были проанализированы основные работы, посвященные монографическому описанию кембрийских трилобитов Сибирской платформы. Выявлено 969 видов трилобитов, которые указаны в многочисленных публикациях Е. В. Лермонтовой,



ISC [13]			ОСШ [8]		ОСШ [6,7]			Возможный вариант ярусного расчленения	
System	Series	Stage	Отдел	Ярус	Отдел	Ярус	Зона/горизонт	Отдел	Ярус
CAMBRIAN	Furongian	Stage 10	Верхний	Батырбайский	Верхний	Батырбайский	Лопарский горизонт	Верхний	Ярус 9
		Jangshanian		Аксайский		Аксайский	Мансийский горизонт		
				Сакский		Сакский	Parabolinites rectus		
							Plicatolina perlata		
		Paibian		Сакский		Сакский	Cedarellus felix		
		Guzhangian					Аюсокканский		Аюсокканский
	Drumian		Майский	Майский	Glyptagnostus reticulatus				
		Wuliuan			Амгинский	Амгинский	Glyptagnostus stolidotus		
	Stage 4		Тойонский	Тойонский			Agnostus pisiformis		
		Stage 3			Атдабанский	Атдабанский	Lejopyge laevigata		
	Stage 2		Томмотский	Томмотский			Anomocarioides limbataeformis		
		Fortunian			Томмотский	Томмотский	Cor. perforatus – Anop. henrici		
	Series 2		Ботомский	Ботомский			Tom. fissus – Acad. sacheri		
		Stage 3			Атдабанский	Атдабанский	Triplagnostus gibbus		
	Stage 4		Тойонский	Тойонский			Kounamkites		
		Stage 5			Амгинский	Амгинский	Oryctocara (Ovatoryctocara)		
	Stage 6		Майский	Майский			Anabaraspis splendens		
		Stage 7			Аюсокканский	Аюсокканский	Lermontovia grandis		
	Stage 8		Сакский	Сакский			Bergeroniellus ketemensis		
		Stage 9			Аксайский	Аксайский	Bergeroniaspis ornata		
Stage 10	Батырбайский		Батырбайский	Bergeroniellus asiaticus					
		Stage 11		Верхний	Верхний	Bergeroniellus gurarii			
Stage 12	Верхний		Верхний			Bergeroniellus micmaciformis – Erbiella			
		Stage 13		Верхний	Верхний	Judomia – Uktaspis (Prouktaspis)			
Stage 14	Верхний		Верхний			Pagetiellus anabarus – Nevadella			
		Stage 15		Верхний	Верхний	Fallotaspis			
Stage 16	Верхний		Верхний			Profallotaspis			
		Stage 17		Верхний	Верхний				
Stage 18	Верхний		Верхний						
		Stage 19		Верхний	Верхний				
Stage 20	Верхний		Верхний						
		Stage 21		Верхний	Верхний				
Stage 22	Верхний		Верхний						
		Stage 23		Верхний	Верхний				
Stage 24	Верхний		Верхний						
		Stage 25		Верхний	Верхний				
Stage 26	Верхний		Верхний						
		Stage 27		Верхний	Верхний				
Stage 28	Верхний		Верхний						
		Stage 29		Верхний	Верхний				
Stage 30	Верхний		Верхний						
		Stage 31		Верхний	Верхний				
Stage 32	Верхний		Верхний						
		Stage 33		Верхний	Верхний				
Stage 34	Верхний		Верхний						
		Stage 35		Верхний	Верхний				
Stage 36	Верхний		Верхний						
		Stage 37		Верхний	Верхний				
Stage 38	Верхний		Верхний						
		Stage 39		Верхний	Верхний				
Stage 40	Верхний		Верхний						
		Stage 41		Верхний	Верхний				
Stage 42	Верхний		Верхний						
		Stage 43		Верхний	Верхний				
Stage 44	Верхний		Верхний						
		Stage 45		Верхний	Верхний				
Stage 46	Верхний		Верхний						
		Stage 47		Верхний	Верхний				
Stage 48	Верхний		Верхний						
		Stage 49		Верхний	Верхний				
Stage 50	Верхний		Верхний						
		Stage 51		Верхний	Верхний				
Stage 52	Верхний		Верхний						
		Stage 53		Верхний	Верхний				
Stage 54	Верхний		Верхний						
		Stage 55		Верхний	Верхний				
Stage 56	Верхний		Верхний						
		Stage 57		Верхний	Верхний				
Stage 58	Верхний		Верхний						
		Stage 59		Верхний	Верхний				
Stage 60	Верхний		Верхний						
		Stage 61		Верхний	Верхний				
Stage 62	Верхний		Верхний						
		Stage 63		Верхний	Верхний				
Stage 64	Верхний		Верхний						
		Stage 65		Верхний	Верхний				
Stage 66	Верхний		Верхний						
		Stage 67		Верхний	Верхний				
Stage 68	Верхний		Верхний						
		Stage 69		Верхний	Верхний				
Stage 70	Верхний		Верхний						
		Stage 71		Верхний	Верхний				
Stage 72	Верхний		Верхний						
		Stage 73		Верхний	Верхний				
Stage 74	Верхний		Верхний						
		Stage 75		Верхний	Верхний				
Stage 76	Верхний		Верхний						
		Stage 77		Верхний	Верхний				
Stage 78	Верхний		Верхний						
		Stage 79		Верхний	Верхний				
Stage 80	Верхний		Верхний						
		Stage 81		Верхний	Верхний				
Stage 82	Верхний		Верхний						
		Stage 83		Верхний	Верхний				
Stage 84	Верхний		Верхний						
		Stage 85		Верхний	Верхний				
Stage 86	Верхний		Верхний						
		Stage 87		Верхний	Верхний				
Stage 88	Верхний		Верхний						
		Stage 89		Верхний	Верхний				
Stage 90	Верхний		Верхний						
		Stage 91		Верхний	Верхний				
Stage 92	Верхний		Верхний						
		Stage 93		Верхний	Верхний				
Stage 94	Верхний		Верхний						
		Stage 95		Верхний	Верхний				
Stage 96	Верхний		Верхний						
		Stage 97		Верхний	Верхний				
Stage 98	Верхний		Верхний						
		Stage 99		Верхний	Верхний				
Stage 100	Верхний		Верхний						

Рис. 1. Схема сопоставления возможного варианта ярусного расчленения кембрия Сибирской платформы с Международной стратиграфической шкалой и Общей стратиграфической шкалой России

Н. Е. Чернышевой, Н. П. Суворовой, И. А. Соловьева, Л. Н. Репиной, А. В. Розовой, Л. В. Огиенко, Н. П. Лазаренко, Л. И. Егоровой, Т. В. Пегель, Ю. Я. Шабанова, А. И. Варламова, С. Ю. Гариной и др. Практически вся территория Сибирской платформы охарактеризована находками трилобитов, описанными в этих публикациях.

За основу распределения родов по семействам принята систематика, описанная в работе [14], за исключением лишь семейства Protolenidae, пред-

ставители которого в указанной публикации были включены в состав семейства Ellipsocephalidae.

Зональное расчленение кембрийских отложений Сибирской платформы принято по региональной стратиграфической схеме, утвержденной Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) в 1982 г. [6] (см. рис. 1).

В графических построениях данной работы нами сделано следующее допущение: появление всех таксонов, впервые встреченных в какой-либо

зоне, показано от ее подошвы. В действительности далеко не все таксоны встречаются впервые начиная с самых низов зоны. Поэтому реальные границы смены комплексов трилобитов должны быть «размазаны» в интервале зоны. Тем не менее при таком допущении общая картина обновления комплексов искажается несущественно и основные тенденции развития сообществ трилобитов в кембрии Сибирской платформы вполне распознаваемы.

Этапы таксономического развития трилобитов кембрия Сибирской платформы

Анализ стратиграфического распространения трилобитов в кембрийских отложениях Сибирской платформы позволяет выделить три группы семейств.

Первая группа включает 39 семейств (рис. 2), которые появляются в раннем кембрии, причем большая часть – в агдабанском и ботомском веках

(31 семейство). Начиная с тойонского века количество семейств сокращается и до позднего кембрия доживают представители лишь четырех.

Вторая группа включает 21 семейство (рис. 3). Восемь из них появляются в начале амгинского века. Число семейств увеличивается в конце амгинского века и в майском, в конце которого исчезают 12 семейств. Остальные существуют и в позднем кембрии, а до его конца доживают три.

Третья группа состоит из 26 семейств (см. рис. 3). Восемь появляется в конце майского века (время *Lejopyge laevigata*), тогда же исчезают несколько среднекембрийских семейств. В начале аюсокканского века возникают четыре семейства, в начале сакского века шесть.

Эти три группы некоторым образом характеризуют три отдела кембрия Сибирской платформы. Появление семейств первой группы приурочено к ран-

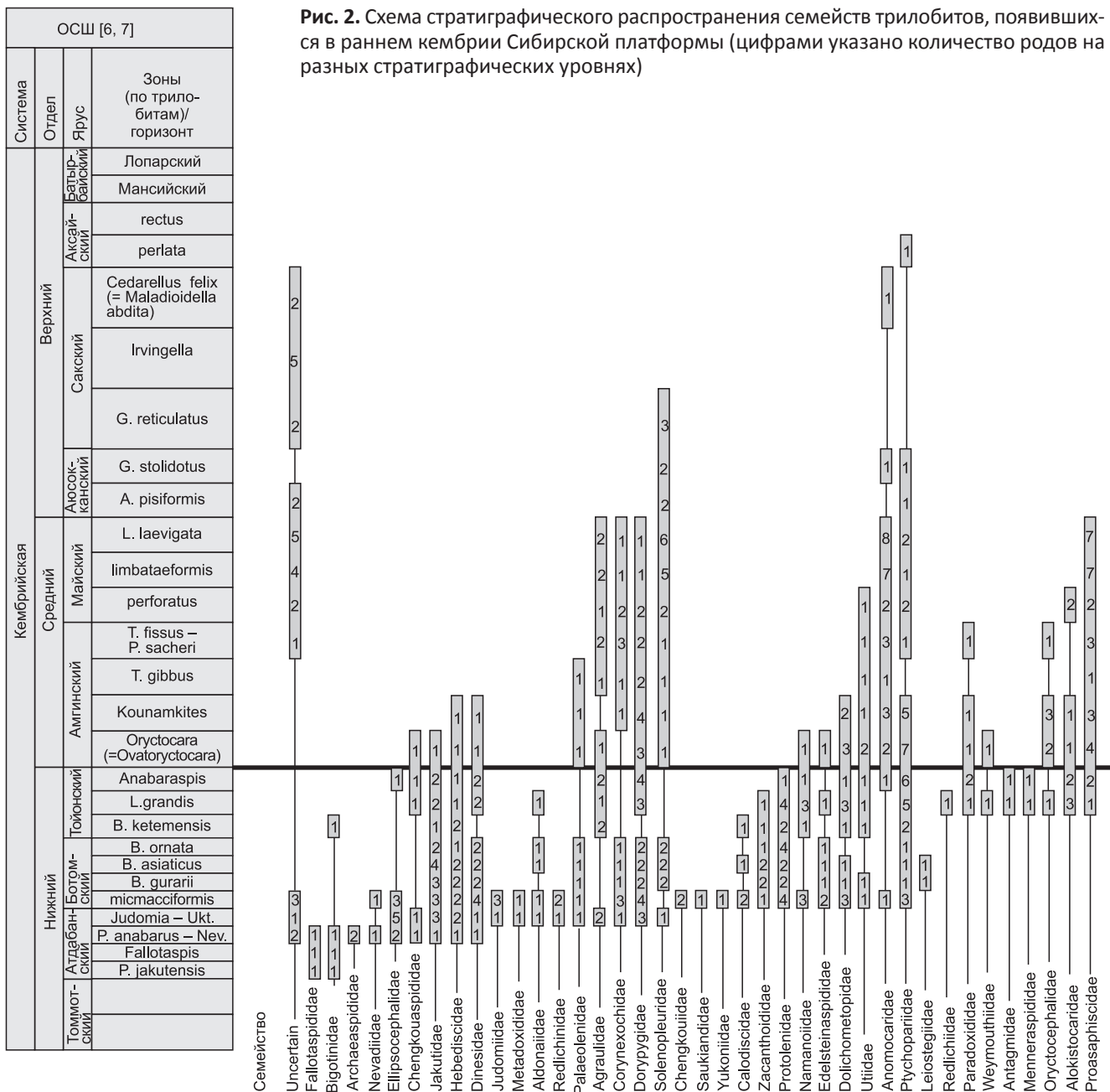
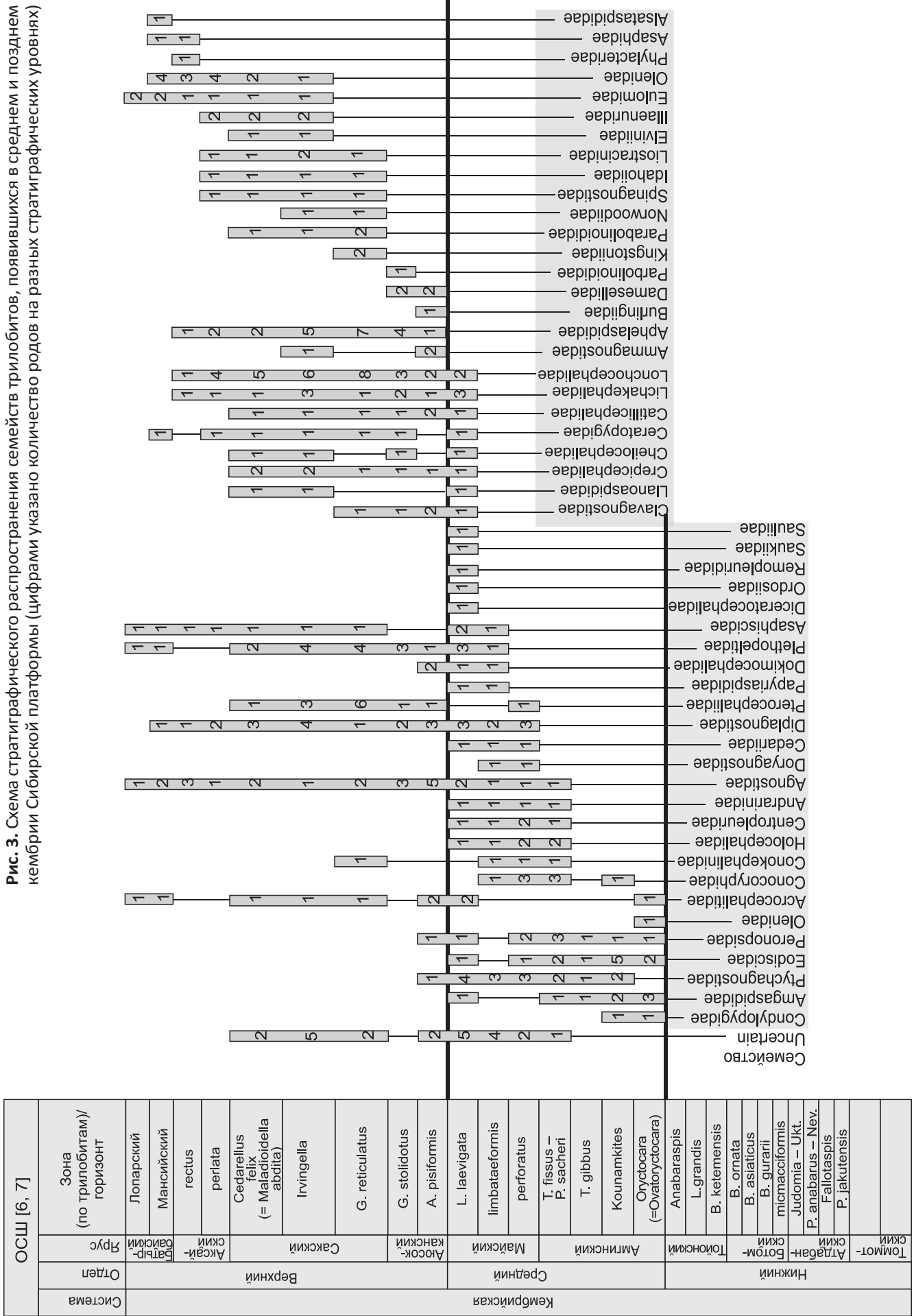


Рис. 2. Схема стратиграфического распространения семейств трилобитов, появившихся в раннем кембрии Сибирской платформы (цифрами указано количество родов на разных стратиграфических уровнях)



Рис. 3. Схема стратиграфического распространения семейств трилобитов, появившихся в среднем и позднем кембрии Сибирской платформы (цифрами указано количество родов на разных стратиграфических уровнях)



нему кембрию, семейства второй группы почти все появляются в среднем кембрии в амгинском и майском веках, а многие из них существовали и в позднем кембрии. Семейства третьей группы в основном были распространены в позднем кембрии, но, как уже указывалось, восемь возникли еще в конце среднего. Таким образом, реальная граница между средним и верхним отделами, основанная на эволюции развития трилобитов на Сибирской платформе, возможно, должна быть установлена в верхах майского яруса. Следует ли включать переходную зону *Lejopyge laevigata* в верхний кембрий или оставить ее в майском ярусе среднего кембрия – вопрос дискуссионный и требующий дальнейшего рассмотрения.

Первый кембрийский ярус ОСШ (томмотский) не охарактеризован трилобитами и отражает этап становления и массового распространения таких групп скелетной фауны, как археоциаты, древнейшие брахиоподы и различные группы мелкораконной фауны. Все вышележащие ярусы кембрия Сибирской платформы охарактеризованы трилобитами и в какой-то мере отражают этапы эволюционного развития этой группы. Рассмотрим основные этапы развития и рубежи, на которых происходят существенные биотические изменения в комплексах трилобитов, т. е. рубежи значительных исчезновений и появлений новых таксонов на уровне семейств и родов (рис. 4).

1-й этап. Трилобиты появляются в начале атдабанского века и бурно развиваются со второй половины. Смена комплексов трилобитов в течение первой половины этого века позволила установить две зоны по трилобитам. В Анабаро-Синском фациальном регионе (внешний шельф) установлены зоны *Profallotaspis* и *Fallotaspis* [6], представленные самыми древними трилобитами на Сибирской платформе – единичными видами родов *Profallotaspis* и *Repinaella* (семейство *Fallotaspidae*). Их находки отмечены в нескольких разрезах: на р. Лена (среднее течение, нижнее течение, Хараулахские горы), на Оленекском поднятии, в западном Прианабаре, на юге платформы на рр. Джанда и Сэлиндэ [1, 4, 5, 11, 12].

2-й этап. Характеризуется увеличением таксономического разнообразия трилобитов. На этом уровне полностью исчезают все виды, существовавшие в начале века. Появляется восемь новых семейств (*Archaeaspididae*, *Nevadiidae*, *Ellipsoscephalidae* и др.), а также отмечены первые представители отряда *Agnostida*. В середине атдабанского века число родов достигает 13, видов – 17, а к концу века – 19 и 54 соответственно. С этого рубежа трилобиты расселяются по всей Сибирской платформе и их находки отмечены повсеместно. На основании смены комплексов трилобитов во второй половине атдабанского яруса выделяются две зоны: *Pagetiellus anabarus*–*Nevadella* и *Judomia*–*Uktaspis* (*Prouktaspis*) [6].

3-й этап. Начинается с возникновения протоленидных трилобитов, которые становятся типичными представителями комплексов. Наиболее многочисленны и разнообразны *Protolenus*, *Bergeroniellus*, *Bergeroniaspis*. Одновременно с ними появляются 12 новых семейств (*Saukiandidae*, *Calodiscidae*, *Zacanthoididae*, *Dolichometopidae*, *Utiidae* и др.), а также широко распространенные *Calodiscus*, *Serrodiscus*, представители рода *Hebediscus*, которые имеют большое значение для межрегиональной корреляции. При этом в самом начале ботомского века продолжают существовать представители семейств, которые обитали в Сибирском палеобассейне в конце атдабанского века. Но вскоре представители «бесшовных» трилобитов (семейства *Judomiidae*, *Nevadiidae*) вымирают, а остальные продолжают существовать до конца амгинского века.

4-й этап. Начало этапа приходится на время *Lermontovia grandis* тойонского века, когда происходит обновление доминирующих таксонов трилобитов: исчезают представители родов *Bergeroniellus*, *Bergeroniaspis*, появляются роды *Lermontovia*, *Paramicmacca*, а кроме того, восемь новых семейств (*Redlichiiidae*, *Paradoxidae*, *Weymouthiidae*, *Oryctocephalidae*, *Alokistocaridae* и др.). Исчезают представители только двух семейств – *Bigotinidae*, *Calodiscidae*, остальные продолжают существовать, но в их составе появляются новые роды и виды.

5-й этап. Начало совпадает с началом среднего кембрия по ОСШ. В пределах первой зоны амгинского яруса (зона *Ovatoryctocara*) отмечаются находки представителей новых шести семейств (*Condylopygidae*, *Amgaspididae*, *Eodiscidae*, *Peronopsidae*, *Olenidae*, *Acrocephalitidae*). Полностью исчезают протоленидные трилобиты, которые доминировали в комплексах в течение всей второй половины раннего кембрия. Впервые появляются представители рода *Paradoxides*. Наступает расцвет ориктоцефалидных трилобитов, которые возникли ранее, но с этого рубежа получили широкое распространение.

6-й этап. Его начало определить несколько проблематично. Со времени *Tomagnostus fissus*–*Paradoxides sacheri* и до конца времени *Anomocarioides limbataeformis* происходит постепенное появление новых семейств. Так, во время *Tomagnostus fissus*–*Paradoxides sacheri* появляются *Conocephalinidae*, *Holocephalidae*, *Centropleuridae*, *Andrarinidae*, *Agnostidae*; во время *Corynexochus perforates* – *Anopolenus henrici*–*Doryagnostidae*, *Cedariidae*, *Diplagnostidae*, *Pterocephaliidae*, *Papyriaspidae*; во время *Anomocarioides limbataeformis* – еще четыре новых семейства. Возникшие во время *Tomagnostus fissus*–*Paradoxides sacheri* представители новых семейств не стали доминирующими в комплексах трилобитов, по-прежнему преобладали существовавшие ранее виды. Поэтому породы, характеризующие этот временной интервал, ранее относились к последней зоне амгинского яруса среднего кембрия (зона *Tomagnostus fissus*–*Paradoxides sacheri*)

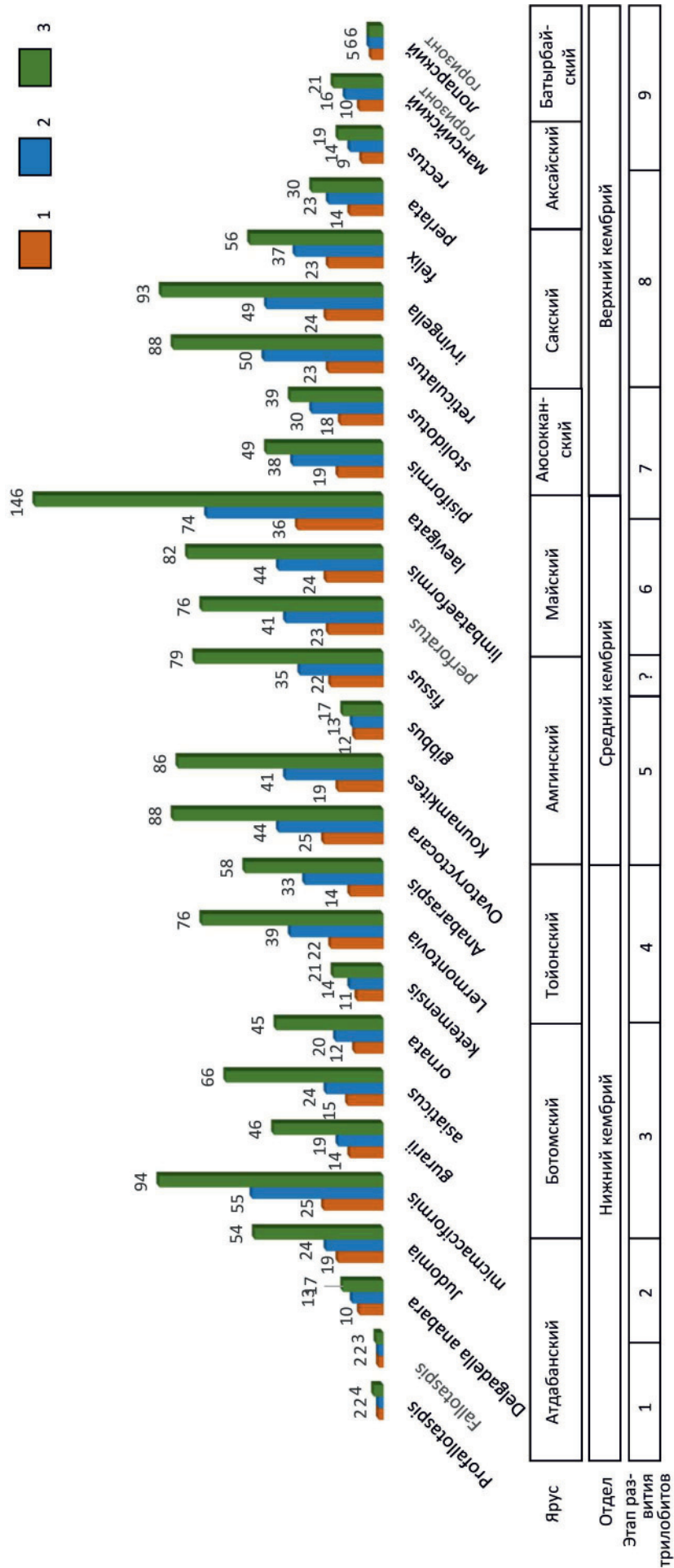


Рис. 4. Схема, показывающая количество семейств, родов и видов трилобитов по зонам в кембрии Сибирской платформы (цифрами указано количество семейств, родов, видов)

1 – семейства; 2 – роды; 3 – виды

[6]. Во время *Corynexochus perforates*–*Anopolenus henrici* доминирующими стали новые таксоны (роды, виды) семейств, которые появились ранее (семейства *Anomocaridae*, *Proasaphiscidae*, *Agnostidae*, *Conocoryphoidea* и др.). Они определили облик трех трилобитовых зон, характеризовавших майский ярус среднего кембрия.

7-й этап. Характеризуется появлением в конце майского века 12 новых семейств, а также исчезновением 11. Пять новых семейств просуществовали только до конца майского века. Как и на предыдущем этапе, здесь наиболее распространены представители семейств *Agnostidae*, *Anomocaridae*, *Solenopleuridae*, *Proasaphiscidae*, а из новых – представители *Lichakephalidae*, *Lonchocerphalidae*. Таксоны, появившиеся во время *Lejopyge laevigata*–*Aldanaspis truncata*, но не имевшие сначала широкого развития, становятся многочисленными в комплексах в аюсокканском веке (*Catillicerphalidae*, *Lonchocerphalidae*). Также возникли новые семейства, роды и виды которых становятся распространенными (*Aphelaspididae*, *Ammagnostidae*). Представители этих семейств определяют облик комплексов данного этапа, но его начало было заложено в конце майского века во время *Lejopyge laevigata*–*Aldanaspis truncata*.

8-й этап. Начало этапа приурочено ко времени *Gliptagnostus reticulatus* сакского века, когда появилось шесть новых семейств (*Kingstoniidae*, *Parabolinoiidae*, *Norwoodiidae*, *Spinagnostidae*, *Idahoiidae*, *Liostracinidae*). Из существовавших ранее семейств исчезли только два, остальные продолжали существовать, но их таксономическое разнообразие уменьшилось. Позднее (во время *Irvingella*) возникли еще четыре новых семейства, которые, вместе с появившимися ранее, доминировали до конца времени *Plicatolina perlata* аксайского века. Наиболее распространены были представители родов *Gliptagnostus*, *Aspidagnostus*, *Eugonocare*, *Parakoldinia*, *Kuraspis*, *Irvingella*, *Parabolina* и др.

9-й этап. Характеризуется существенным уменьшением таксономического состава трилобитов. Начало приурочено ко времени *Parabolinites rectus*–*Acerocare tullbergi* аксайского века. К концу времени *Plicatolina perlata* аксайского века исчезли представители восьми семейств, возникших на Сибирской платформе во время предыдущего этапа. К этому уровню исчезли представители шести семейств, которые появились на ранних этапах. В дальнейшем до конца позднего кембрия прекратилось существование еще девяти семейств. На Сибирской платформе впервые появились и исчезли в течение этого этапа три семейства – *Phylacteridae*, *Asaphidae*, *Alsataspididae*. До конца кембрия дожили представители четырех семейств, пять родов которых характеризуют комплекс трилобитов лопарского горизонта.

Таким образом, в развитии трилобитов кембрия Сибирской платформы выделяется девять этапов. Первый характеризуется появлением и на-

чалом развития этой группы фауны в атдабанском веке раннего кембрия, остальные, кроме последнего, характеризуются существенными обновлениями таксономического состава на уровне семейств, а последний этап – время исчезновения большого количества семейств. Появившиеся новые три семейства также исчезают на этом этапе.

Предлагаемое ярусное расчленение кембрия Сибирской платформы и корреляция с МСШ

Описанные этапы развития комплексов трилобитов в разной степени отражены в шкале ярусного расчленения кембрийских отложений Сибирской платформы начиная с атдабанского яруса. Некоторые рубежи точно совпадают с границами, некоторые – нет. Если следовать принципу выделения ярусов по их соответствию эволюционным изменениям и (или) этапности развития органического мира, в данном случае – этапности руководящей группы (трилобитов), то для кембрия Сибирской платформы можно предложить следующий вариант ярусного расчленения кембрийских отложений (см. рис. 1).

Ярус 1 (атдабанский ярус, первая половина). Современный объем атдабанского яруса отвечает двум существенным этапам в развитии трилобитов. Следовательно, вполне допустимо установление двух ярусов, отвечающих требованиям Стратиграфического кодекса в данном стратиграфическом интервале нижнего кембрия Сибирской платформы. В начале атдабанского века появились и распространились на территории Сибирского палеобассейна представители семейства *Fallotaspididae* (роды *Profallotaspis* и *Repinaella*). Этот интервал разреза соответствует первому этапу развития трилобитовых сообществ. Нижняя граница атдабанского яруса ОСШ в настоящее время установлена в разрезе «Журинский мыс» в среднем течении р. Лена в пестроцветной свите по подошве слоя 4, в 2,6 м от которого сделаны первые находки древнейших на Сибирской платформе трилобитов *Profallotaspis* sp. [2]. При сопоставлении этого уровня с МСШ можно отметить, что он примерно соответствует нижней границе разрабатываемого в настоящее время третьего яруса МСШ (Stage 3).

Ярус 2 (атдабанский ярус, вторая половина). Соответствует 2-му этапу развития трилобитов на платформе. Появилось восемь новых семейств, выросло таксономическое разнообразие трилобитов. Кроме существенных изменений в комплексах трилобитов, на этом уровне отмечены изменения в составе комплексов других групп фауны (археоциаты, брахиоподы, мелкораконная фауна). Этот ярус можно сопоставить со второй половиной разрабатываемого в настоящее время третьего яруса МСШ (Stage 3).

Ярус 3 (ботомский ярус). Начало ботомского яруса связано с новым этапом (этап 3) в развитии трилобитовых сообществ на Сибирской платформе. В начале ботомского века появились протоленидные трилобиты, доминирование ко-



торых продолжалось и в начале тойонского века (во время *Bergeroniellus ketemensis*). Большинство представителей зоны *Bergeroniellus ketemensis* (11 видов из 17) встречаются в верхах ботомского яруса. Среди них многочисленные представители родов *Bergeroniellus* и *Bergeroniaspis*. Это позволяет говорить о том, что целесообразно рассматривать зону *Bergeroniellus ketemensis* в составе зоны *Bergeroniaspis ornata*, т. е. включить этот интервал разреза в верхнюю часть ботомского яруса [3]. Также к началу ботомского века приурочен первый рубеж максимума таксономического разнообразия трилобитов (см. рис. 4). При сопоставлении ботомского яруса ОСШ с МСШ можно говорить о том, что его нижняя граница потенциально сопоставляется с нижней границей четвертого яруса МСШ.

Ярус 4 (тойонский ярус). Существенные изменения в комплексах происходят начиная с зоны *Lermontovia grandis* тойонского яруса (4-й этап). Полностью обновился состав протоленидных трилобитов. Появились роды *Lermontovia*, *Paramictacca*, а также восемь новых семейств. После минимума численности таксонов в зоне *Bergeroniellus ketemensis* значительно увеличивается число видов, родов и семейств. Эта ситуация характерна и для зоны *Anabaraspis splendens* тойонского яруса. Таким образом, интервал разреза, отвечающий двум зонам тойонского яруса (зоны *Lermontovia grandis* и *Anabaraspis splendens*), представляет собой определенный этап развития трилобитов на Сибирской платформе. Ярус 4 (тойонский ярус) Сибирской платформы сопоставляется с верхами еще официально не принятого четвертого яруса МСШ (см. рис. 1).

Ярус 5 (амгинский ярус). Нижняя граница амгинского яруса среднего кембрия устанавливается по подошве зоны *Ovatoryctocara* и совпадает с началом нового этапа в развитии трилобитов на Сибирской платформе (5-й этап). В начале амгинского века появились представители шести новых семейств (*Condylopygidae*, *Amgaspididae*, *Eodiscidae*, *Peronopsidae*, *Olenidae*, *Acrocephalitidae*), полностью исчезли протоленидные трилобиты. Здесь же в зоне *Ovatoryctocara* встречены первые представители рода *Paradoxides*. Наступил расцвет ориктоцефалидных трилобитов. Также выросла численность таксонов разного ранга. В зоне *Ovatoryctocara* число семейств достигло 25, родов – 44, видов – 88. Во второй зоне амгинского яруса численность встреченных таксонов осталась примерно на том же уровне (19 семейств, 41 род, 86 видов). В первых двух зонах имеет место второй максимум таксономического разнообразия трилобитов в кембрии Сибирской платформы. Но уже в следующей, третьей зоне *Triplagnostus gibbus* таксономическое разнообразие резко сократилось: количество семейств до 12, родов – до 13, видов – до 17. В последней четвертой зоне яруса (зона *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri*) численность находок таксонов всех рангов вновь выросла почти до прежнего

уровня. Нижняя граница амгинского яруса сопоставляется с верхами официально не принятого четвертого яруса МСШ (см. рис. 1). Нижнюю границу вулюйского яруса (5-й ярус МСШ) в настоящее время сопоставляют с подошвой второй зоны амгинского яруса *Kounamkites*.

Ярус 6 (майский ярус). Нижняя граница майского яруса в настоящее время устанавливается по подошве зоны *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri* [8, 10]. Проведение нижней границы майского яруса на основе начала нового этапа в развитии трилобитов несколько проблематично. Как было указано, существенное обновление таксономического состава комплексов трилобитов происходит постепенно начиная со времени *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri* и до конца времени *Anomocarioides limbataeformis*. Однако во время *Tomagnostus fissus* – *Acadoparadoxides sacheri* доминировали таксоны, характерные для более низких горизонтов амгинского яруса. Поэтому нижнюю границу майского яруса целесообразно установить по подошве зоны *Corynexochus perforates* – *Anopolenus henrici*. В МСШ ярус 6 соответствует друмскому ярусу.

Ярус 7 (без названия). Соответствует этапу в развитии трилобитов Сибирской платформы, который характеризуется массовым появлением в конце майского века новых семейств. Появляются 12 новых семейств, 11 исчезают. Интервал разреза, включающий новые комплексы трилобитов, соответствует верхней зоне майского яруса ОСШ *Lejopyge laevigata* – *Aldanaspis truncata* и всему аюсокканскому ярусу. Со временем *Lejopyge laevigata* – *Aldanaspis truncata* связан самый большой пик таксономического разнообразия трилобитов на Сибирской платформе (146 видов, 74 рода, 36 семейств), далее их численность резко уменьшилась (до 39 видов, 30 родов, 18 семейств во время *Glyptagnostus stolidotus*). Ярус 7 соответствует гужанскому ярусу МСШ.

Ярус 8 (без названия). Соответствует 8-му этапу, начало которого приурочено ко времени *Glyptagnostus reticulatus* сакского века, когда появилось шесть новых семейств. Ярус соответствует сакскому ярусу и первой зоне *Plicatolina perlata* аксайского яруса верхнего кембрия ОСШ. Численность таксонов возросла к середине яруса (в зоне *Irvingella* встречаются 93 вида, 49 родов, 24 семейства). Далее число таксонов вновь уменьшилось. В МСШ он сопоставляется с паибским ярусом и нижней частью цзяншаньского.

Ярус 9 (без названия). Соответствует 9-му этапу, который характеризуется существенным уменьшением таксономического состава трилобитов. Начало приурочено ко времени *Parabolinites rectus* – *Acerocare tullbergi* аксайского века. На протяжении этапа исчезли девять семейств. На Сибирской платформе впервые появились и исчезли в течение этого этапа три семейства. До конца кембрия дожили только представители четырех семейств, пять родов которых характеризуют комплекс трилобитов



лопарского горизонта. Ярус соответствует второй половине аксайского яруса и батырбайскому ярусу верхнего кембрия ОСШ. В МСШ он сопоставляется с верхней частью цзяншаньского яруса и с разрабатываемым в настоящее время десятым ярусом МСШ (Cambrian Stage 10).

Результаты

В ходе проведенного анализа стратиграфического распространения трилобитов (969 видов) из кембрийских отложений Сибирской платформы установлено следующее.

1. В кембрийских отложениях Сибирской платформы выделяются три группы семейств трилобитов.

Первая группа включает 39 семейств (см. рис. 2). Большая часть семейств возникла в атдабанском и ботомском веках (31 семейство). Начиная с тойонского века, количество семейств сократилось, и до позднего кембрия дожили представители только четырех.

Вторая группа включает 21 семейство, восемь из них появилось в начале амгинского века среднего кембрия. Далее число семейств увеличилось в конце амгинского века и в майском. В дальнейшем в течение майского века исчезли представители 12 семейств. Остальные продолжали существовать в позднем кембрии.

Третья группа состоит из 26 семейств. Некоторые из них появились в конце майского века во время *Lejoruge laevigata*, которое является переходным интервалом между генерациями семейств второй и третьей группы.

2. Начиная с атдабанского века раннего кембрия выявлено девять этапов в развитии трилобитов кембрия Сибирской платформы. Первый этап характеризуется появлением и началом их развития. Все остальные, кроме последнего, характеризуются существенными изменениями состава комплексов на уровне семейств, а последний этап – это время исчезновения большого количества семейств. Появившиеся новые три семейства также исчезли на этом этапе.

3. Для кембрия Сибирской платформы выявленные этапы развития комплексов трилобитов могут стать основой для уточненной и детализированной ярусной шкалы. В работе предложен вариант, который предполагает наличие девяти ярусов кембрия начиная с атдабанского. Это предложение носит рекомендательный характер для дальнейших исследований по разработке и детализации ярусного расчленения кембрия Сибирской платформы.

Исследование было проведено в рамках проекта Государственного задания Российской академии наук (FWZZ-2022-0003)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Биостратиграфия** и фауна нижнего кембрия Хараулаха (хр. Туора-Сис) / Л. Н. Репина, Н. П. Лазаренко, Н. П. Мешкова и др. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
2. **Кембрий** Сибирской платформы. Кн. 1. Алдано-Ленский регион / А. И. Варламов, А. Ю. Розанов, В. В. Хоментовский и др. – М.; Новосибирск: ПИН РАН, 2008. – 297 с.
3. **Коровников И. В.** О нижней границе тойонского яруса кембрия Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 7. – С. 916–924.
4. **Репина Л. Н., Лучинина В. А.** К биостратиграфии нижнего кембрия северо-западного Прианабарья (р. Фомич) // Пограничные отложения докембрия и кембрия Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 3–19.
5. **Репина Л. Н., Бородаевская З. В., Ермак В. В.** Опорный разрез по р. Сэлиндэ (юго-восточная окраина Алданского щита) // Кембрий Сибири и Средней Азии. – М.: Наука, 1988. – С. 3–31.
6. **Решения** Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. Ч. 1. Верхний протерозой и нижний палеозой. – Новосибирск, 1983. – 215 с.
7. **Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 29. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1997. – 37 с.
8. **Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 44. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. – 68 с.
9. **Стратиграфический** кодекс России. Изд. третье, испр. и доп. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.
10. **Стратиграфия** нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы / С. С. Сухов, Ю. А. Шабанов, Т. В. Пегель и др. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2016. – 497 с.
11. **Хоментовский В. В., Репина Л. Н.** Нижний кембрий стратотипического разреза Сибири. – М.: Наука, 1965. – 199 с.
12. **Bushuev E., Goryaeva I., Pereladov V.** New discoveries of the oldest trilobites *Profallotaspis* and *Nevadella* in the northeastern Siberian Platform, Russia // Bulletin of Geosciences. – Prague. – 2014. – Vol. 89, no. 2. – P. 347–364.
13. **Cohen K.M., Harper D.A.T., Gibbard P.L.** International Chronostratigraphic Chart 2022/02 // ICS International Commission on Stratigraphy, IUGS. – 2022. – URL: https://stratigraphy.org/ICSchart/Permissions_ICS_2017_v2.pdf.
14. **Jell P. A., Aldrain J. M.** Available generic names for trilobites // Memoirs of the Queensland Museum. – 2006. – Vol. 48, no. 2. – P. 331–553.

© И. В. Коровников, 2022