

А. В. Тимохин^{1}*

Хорология трилобитов в верхнекембрийском и ордовикском эпиконтинентальном бассейне Сибирской платформы

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: TimokhinAV@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Приводятся данные по распространению комплексов трилобитов верхнего кембрия и ордовика Сибирской платформы. Дается обоснование наличия юго-восточного и западного проливов.

Ключевые слова: Верхний кембрий, ордовик, Сибирская платформа, биостратиграфия, трилобиты, палеогеография

A. V. Timokhin^{1}*

Trilobite horology in the Upper Cambrian and Ordovician Epicontinental basin of the Siberian Platform

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: TimokhinAV@ipgg.sbras.ru

Abstract. Data on the distribution of Upper Cambrian and Ordovician trilobite associations of the Siberian Platform are provided. The proof of the existence of the southeastern and western Straits is given.

Keywords: Upper Cambrian, Ordovician, Siberian platform, biostratigraphy, trilobites, paleogeography

Введение

Эпиконтинентальный бассейн на территории Сибирской платформы хорошо известен с кембрия. Конфигурация его в течении этого времени довольно кардинально менялась. Если в кембрийское время на этой территории выделялись такие фациальные зоны как внутренний эпиконтинентальный шельф, барьерный риф и фации внешнего шельфа [1]. то начиная с батырбайского яруса верхнего кембрия (мансийский и лопарский горизонты) вся эта обширная территория стала внутренним эпиконтинентальным бассейном резко увеличившись по сравнению с кембрийским временем и на обширнейшей территории, а это порядка 2000 на 1700 км, установился режим в целом благоприятный для бентосной фауны (тремадокский, флоский, дапинский яруса). Образовалась так называемая «карбонатная банка» по аналогии с мидконтинентом Лаврентии этого же времени. Считается так же что в этот интервал времени тип осадков был в целом «тепловодным». Смена типа осадконакопления в дарривильское время на «хо-

лодноводный» тип (терригенно-карбонатные отложения) кардинально перестроила всю структуру биоты и трилобитовую в первую очередь [2].

Методы и материалы

За длительный период изучения верхнекембрийских и ордовикских трилобитов Сибирской платформы начиная с 50-х годов прошлого века, известно более 140 видов большинство из которых так или иначе описаны в литературе, некоторые известны только в списках. В некоторых горизонтах (вихоревский, муктэйский, киренско-кудринский) трилобиты не встречены, хотя другие бентосные группы фауны хорошо представлены. В остальных горизонтах видовое разнообразие трилобитов в пределах 10-15 видов и не превышает 28 видов (рис. 1). Что довольно много учитывая, что все эти комплексы характерны для внутреннего эпиконтинентального бассейна, в котором физико-химические условия среды на некоторых этапах развития этого бассейна и его частей были неблагоприятны для развития нормально морской фауны. Большую часть территории этого эпиконтинентального бассейна в пределах изучаемого интервала можно охарактеризовать как лагунный тип с повышенной соленостью. Если учитывать прибрежно-мелководную зону с экстремальными условиями существования, то наличие даже такого комплекса трилобитов, которые в общей массе характерны для нормально морских условий существования, дает основание предполагать, что наличие этих комплексов связано в первую очередь, с кратковременными (с геологической точки зрения) периодами, когда условия наиболее близко приближались к нормально-морским. Анализ литературных данных и собственные наблюдения показали, что трилобиты характерны исключительно для известняков или пород с преобладание карбонатного материала (известняки глинистые, мергели, аргиллиты карбонатизированные) и чем больше этого карбонатного материала, тем более разнообразнее и многочисленнее сам комплекс трилобитов.

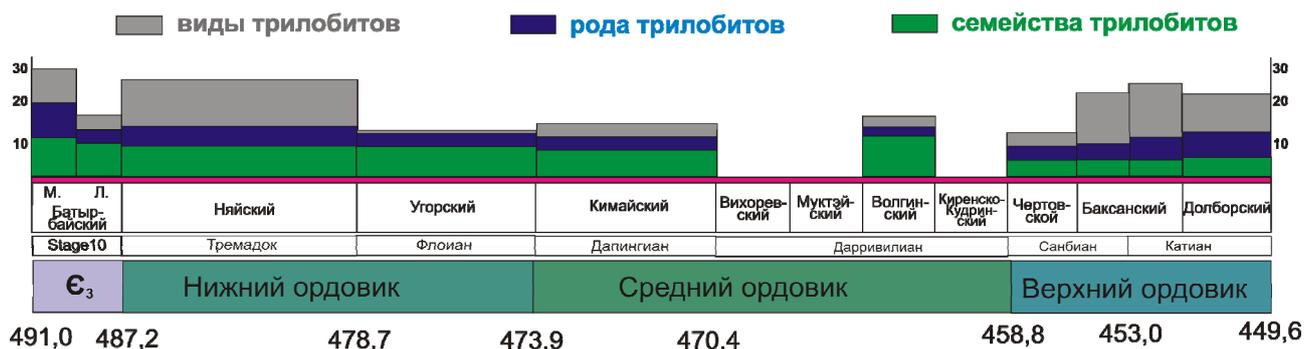


Рис. 1. Гистограмма разнообразия (видов, родов и семейств) трилобитов верхнего кембрия и ордовика Сибирской платформы.

Предполагается, что трилобиты являются терминантной группой фауны в сукцессионном ряду при освоении новых биотопов. Поэтому они первыми реагируют на изменение условий (как абиотической, так и биотической природы) и

анализ трилобитовых сообществ как во времени, так и по площади дает возможность фиксировать изменение этих условий.

Учитывая выше сказанное, можно утверждать, что наличие конкретных комплексов трилобитов в той или иной структурно-фациальной зоне связаны, в первую очередь, с миграцией этого комплекса со стороны открытого моря. Процесс видообразования в краевых частях бассейна (в данном случае внутренним эпиконтинентальном бассейне Сибирской платформы) теоретически возможен, но на данном этапе исследований недоказуем. Поэтому если считать все комплексы трилобитов инвазивными, то анализ состава и распределения этого комплекса на такой обширной территории может указать на направление откуда эти комплексы мигрировали.

Большинством авторов, так или иначе, касающихся вопроса связи внутреннего эпиконтинентального бассейна Сибирской платформы с открытым морем считалось, что данный бассейн был открыт на северо-запад и восток (в современном положении платформы). На юго-западе, юго- и юго-востоке существовала высокая Восточно-Саянская суша окаймляющая платформу с образованием Иркутского амфитеатра на юге Сибирской платформы, на востоке Алданская суша и на северо-востоке низкая Анабарская суша. Тем самым для связи с открытым морем в первую очередь было северо-западное направление. Восточное направление было второстепенным т.к. на отдельных этапах развития бассейна оно или резко уменьшалось, либо полностью закрывалось в связи образованием Анабаро-Алданской суши [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,].

При характеристике собственно комплексов трилобитов в каждой конкретной структурно-фациальной зоне (СФЗ) учитывались следующие характеристики: 1. общее количество видов известных в этой СФЗ; 2. количество видов известных только в этой СФЗ (т. е. «эндемичные» формы в пределах Сибирской платформы); 3. структура взаимосвязей (как много и какие виды из конкретной СФЗ встречены в других зонах).

Будем считать, что максимально разнообразный комплекс трилобитов содержащий большое количество «эндемичных» форм (т.е. тех, которые не известны в других СФЗ) наиболее близко расположен к фациям открытого моря и соответственно с этой стороны происходила миграция этого комплекса. Структура взаимосвязей с другими комплексами трилобитов остальных СФЗ с учетом кривой колебания уровня моря (на уровне трансгрессия/регрессия) позволит подтвердить или поставить под сомнение сделанное предположение.

При анализе распределения трилобитовых сообществ по площади проводилось их обобщение до горизонта. Определения в открытой номенклатуре (т.е. определенные до sp. или aff.) считались одним и тем же видом.

Анализ будет проводится по Игаро-Норильской, Южно-Тунгусской, Ангарской, Верхнеленской, объединенной Нюйско-Джербинской и Березовской, Каларской, объединенной Вилюйской и Мархино-Моркокинской, Мойеронской СФЗ. Остальные 4 структурно-фациальные зоны были исключены из рассмотрения в связи с плохой охарактеризованностью трилобитами [10].

Результаты

Верхний кембрий, Батырбайский ярус, мансийский горизонт. После довольно длительной регрессивной фазы в предыдущем аксайском ярусе приведшая к почти полному отсутствию трилобитов на большей части территории СПФ произошла крупная трансгрессия. В данном временном интервале известно 28 видов трилобитов, относящихся к 14 родам (рис. 2).

Структурно-фациальные зоны	Игаро- Норильская	Мойеронская	Южно- Тунгусская	Верхнеленская	Березовская и Нюйско- Джербинская	Вилуйская и Мархино- Моржонинская	Каларская
Виды							
<i>Dolgeuloma tungusica</i> Sem.			м				м
<i>Pseudokoldinella tropidifera</i> Tim.					м		м
<i>Pseudoacrocephalites incomptus</i> Og.					м		м
<i>Diceratocepholina incornuta</i> Og.					м		м
<i>Dolgeuloma incerta</i> (Kutchk.)	м				м		
<i>Pseudokoldinia gloriosa</i> Ros.	м						м
<i>Saukiella lenaica</i> Og.				м	м	sp	м
<i>Dolgeuloma dolganensis</i> Ros.	м		м			м	м
<i>Plethopeltides maximovae</i> Ros.	м				м	м	м
<i>Kirengina limpeica</i> Og.	sp.		м	м		м	
<i>Pseudoacrocephalites ilgaensis</i> Z. Max.	м	? sp.			м	м	м
Общее количество видов в СФЗ	10	1	3	12	9	6	9
Количество видов известных в других СФЗ	6	1	3	2	7	5	9
Процент «эндемиков» по СФЗ	40%	0	0	84%	33%	17%	0

Рис. 2. Структура взаимосвязей трилобитов между структурно-фациальными зонами Сибирской платформы в мансийское время.

Следует обратить внимание на наличие разнообразного и эндемичного комплекса трилобитов в Верхнеленской структурно-фациальной зоне (район р. Киренга и р. Ханды), который очень слабо связан с другими частями бассейна. Если предполагать инвазию этого комплекса северо-запада или востока, то сложно обосновать отсутствие общих форм с другими СФЗ через которые происходила миграция.

Верхний кембрий, Батырбайский ярус, лопарский горизонт. Характеризуется понижением уровня моря на всей территории Сибирской платформы, что привело обеднению комплекса трилобитов до 14 видов, относящихся к 9 родам и широкому их распространению по всей территории Сибирской платформы. Но своеобразие комплекса Верхнеленской СФЗ остается более высоким (34%) по сравнению с другими районами (11%).

Нижний ордовик, няйский горизонт. Новый трансгрессивный этап развития бассейна, рост разнообразия трилобитов (28 видов относящиеся к 11 родам)

и наличие «эндемизма» (от 36% до 55%) в Игаро-Норильской, Верхнеленской, Березовской, Нюйско-Джербинской и Каларской СФЗ. Следует обратить внимание на низкое видовое разнообразие в Игаро-Норильской и Южно-Тунгусской СФЗ.

Нижний ордовик, угорский горизонт. Регрессивный этап развития всего бассейна, в результате которого трилобитовые комплексы известны только в Нюйско-Джербинской и Каларской СФЗ.

Средний ордовик, кимайский горизонт. Крупная трансгрессия, разнообразие не высокое (15 видов относящиеся к 10 родам), но встречается он фактически в полном составе в большинстве СФЗ. Следует обратить внимание на эндемизм Ангарской СФЗ (рис.3). В Верхнеленской СФЗ отложения кимайского времени либо размыты последующей региональной регрессией, либо представлены фациями неблагоприятными для бентосной фауны (рис. 3).

Структурно фациальные зоны Виды	Игаро-Норильская	Мойеронская	Южно-Тунгусская	Ангарская	Березовская и Нюйско-Джербинская	Вилуйская и Мархино-Моркоинская	Каларская
<i>Prodalmanitina depicta</i> Og.				к	к		
<i>Biolgina brevis</i> Z.Max.		к	к		к		
<i>Domina baikitica</i> Ros.	к		к				
<i>Hystricurus</i> aff. <i>armatus</i> Pouls.	sp.		к				
<i>Uromystrum?</i> <i>moyeronum</i> Sem.	к	к	к				
<i>Omulovia mira</i> Tsch.		к			к		
<i>Biolgina sibirica</i> Z.Max.	к	к	к		к		
<i>Prodalmanitina nikolaevi</i> Tchyg.	к		к		к		
<i>Pseudomera weberi</i> (Z.Max.)	к	к		к	к		
<i>Bathyurellus</i> sp.	к	к	к	к	к		к
Общее количество видов в СФЗ	7	6	7	7	8	0	1
Количество видов известных в других СФЗ	7	6	7	3	7	0	1
Процент «эндемиков» по СФЗ	0	0	0	57%	12%	0	0

Рис. 3. Структура взаимосвязей трилобитов между структурно-фациальными зонами Сибирской платформы в кимайское время

Средний ордовик, волгинский горизонт. После длительной региональной регрессии (вихоревский и муктэйский горизонты), данный временной этап характеризуется кратковременным подъёмом уровня моря, повсеместному появлению карбонатных отложений с трилобитами. Из 17 видов, 14 родов известных из этого интервала 10 видов 7 родов встречаются только в Верхнеленской СФЗ (рис. 4).

Верхний ордовик, чертовской горизонт. После небольшой регрессии в киренско-кудринское время, чертовской этап характеризуется увеличением уровня моря и появлению во всех структурно-фациальных зонах сходного комплекса

трилобитов. Из 13 видов 8 родов, эндемичных форм не более 1-2 видов. В Березовской, Ньюско-Джербинской, Вилуйской, Мархино-Моркокинской и Каларской СФЗ комплекс трилобитов насчитывает 2-3 вида, при полном отсутствии «эндемичных» форм.

Структурно-фациальные зоны Виды	Игаро-Норильская	Мойеронская	Южно-Тунгусская	Верхнеленская	Березовская и Ньюско-Джербинская	Вилуйская и Мархино-Моркокинская	Каларская
<i>Ampyx borealis</i> Bal.		? sp.		в			
<i>Lichas kuckersiana</i> Schm.,				в	в		
<i>Calliops armatus</i> Ulrich et Delo, <i>Ceraurinella biformis</i> Z. Max.			в	в			
<i>Homotelus obtusus</i> (Hall), <i>Homotelus lenaensis</i> Z. Max.,	в	в	в	в		в	
Общее количество видов в СФЗ	3	3	3	15	1	1	1
Количество видов известных в других СФЗ	2	3	3	4	1	1	1
Процент «эндемиков» по СФЗ	33%	0	0	74%	0	0	0

Рис. 4. Структура взаимосвязей трилобитов между структурно-фациальными зонами Сибирской платформы в волгинское время.

Верхний ордовик, баксанский горизонт. Уровень моря в это время оставался на уровне чертовского времени, с незначительными флуктуациями и некоторым понижением к концу рассматриваемого периода. В результате этого в Игаро-Норильской, Мойеронской и Южно-Тунгусской СФЗ установились благоприятные условия для существования однотипных трилобитовых сообществ (23 вида, 8 родов). Только в Южно-Тунгусской СФЗ треть известных там видов трилобитов были характерны только для этого района. В остальных структурно-фациальных районах фации были неблагоприятны для существования трилобитов (Верхнеленская, Березовская, Ньюско-Джербинская) или отложения были частично размыты (Вилуйская, Мархино-Моркокинская, Каларская).

Верхний ордовик, долборский горизонт. Максимум трансгрессии в верхнем ордовике. Все известные в этот период трилобиты (19 видов, 11 родов) встречаются в Южно-Тунгусской СФЗ и только 6 видов из них отмечены в Игаро-Норильской, Мойеронской и Мархино-Моркокинской СФЗ. В других СФЗ отложения долборского времени были размыты, либо фации были неблагоприятны для бентосной фауны.

Обсуждение

Анализ комплексов трилобитов, приводит к следующим выводам:

1. Наряду с известными ранее северо-западным и восточным проливами, соединяющими внутренний эпиконтинентальный бассейн Сибирской платформы

в позднекембрийское и ордовикское время, существовал еще один пролив на юго-востоке (со стороны современного оз. Байкал). Это подтверждается наличием специфического комплекса трилобитов в течении мансийского (поздний кембрий) и волгинского времени (средний ордовик), когда в Верхнеленской СФЗ собственно комплекс трилобитов был максимально разнообразным и наиболее «эндемичным» по сравнению с другими зонами Сибирской платформы. В лопарское, няйское, кимайское время количество известных видов и степень «эндемизма» комплекса было не меньше чем в других зонах.

2. Смещение локализации кимайского комплекса с Верхнеленской в Ангарскую СФЗ можно объяснить отсутствием собственно кимайских отложений в Верхнеленской СФЗ, из-за регионального размыва в последующее вихоревское время. Поэтому мы не можем наблюдать следов трансгрессии со стороны юго-востока Сибирской платформы.

3. Начиная с чертовского времени юго-восточный пролив стал закрываться. Так как в соответствующих отложениях в восточной части Верхнеленской СФЗ чертовских трилобитов не было найдено. А уже в баксанское и последующее время фации на территории Верхнеленской, Березовской и Нюйско-Джербинской СФЗ были неблагоприятны для бентосной фауны.

4. Максимально разнообразный и «эндемичный» комплекс трилобитов в баксанское и долборское время в Южно-Тунгусской СФЗ предполагает связь этой СФЗ с открытым морем в обозначенные временные этапы. И если для баксанского времени это вполне логично учитывая однотипность литологии (терригенно-карбонатные отложения) свит в разных СФЗ (загорнинская в Игаро-Норильской, мангазейская в Южно-Тунгусской, джеромская в Мойеронской), то для долборского времени это не очевидно. Так как наиболее карбонатные отложения (долборская свита) в Южно-Тунгусской СФЗ расположены наиболее близко к центральным частям Тунгусской синеклизы, в то же время во внешних краевых частях Южно-Тунгусской СФЗ широко развиты терригенные отложения с подчиненным количеством карбонатного материала, так же как, и в Игаро-Норильской и Мойеронской СФЗ, где граница баксанского и долборского горизонта литологически не фиксируется.

Заключение

Приведены данные позволяющие предполагать, что на протяжении позднего кембрия (мансийское и лопарское время), раннего (няйское время), среднего (кимайское и волгинское время) и позднего (чертовское время) ордовика связь Верхнеленской СФЗ с открытым морем осуществлялось через юго-восточный пролив, который перестал функционировать с баксанского времени.

Наличие пролива со стороны Южно-Тунгусской СФЗ в чертовское, баксанское и долборское время позднего ордовика наиболее оптимально, но требует дополнительных аргументов для обоснования этого варианта.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания РАН по Фундаментальным научным исследованиям (проект FW ZZ-2022-0003 «Закономерности глобальных и региональных эволюционных изменений палеозойских осадочных бассейнов Сибири и Арктической зоны России в различных геодинамических и климатических обстановках; состав населявших их пелагических и бентосных палеобиот; палеогеографическое распространение фаунистических комплексов в разнофациальных отложениях; региональные стратиграфические схемы»).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шабанов Ю.Я., Пегель Т.В., Сараев С.В., Филиппов Ю.Ф., Коровников И.В., Сундуков В.М., Федоров А.Б., Варламов А.И., Ефимов А.С., Конторович В.А. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. Т. 1. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2016. – 497 с.
2. Dronov A.V. Late Ordovician cooling event: Evidence from the Siberian Craton. // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2013. – Vol. 389 (1). – Pp. 87-95.
3. Занин Ю.Н. Ордовикские и силурийские отложения Иркутского амфитеатра – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. – 218 с.
4. Марков Е. П. Ордовик и ранний силур юго-запада Тунгусской синеклизы. – Л.: Недра, 1970. – 144 с.
5. Бгатов В.И. Литолого-геохимические закономерности осадкообразования в ордовике и силуре Сибирской платформы. – Красноярск, Новосибирск: Тр. СНИИГГиМС, 1973. – Вып. 147. – 240 с.
6. Малич Н.С. Тектоническое развитие чехла Сибирской платформы. – М.: Недра, 1975. – 215 с.
7. Марков Е.П. Палеогеография раннего ордовика Сибирской платформы / Закономерности размещения скоплений нефти и газа на Сибирской платформе. – Новосибирск: Тр. СНИИГГиМС, 1979. – Вып. 271. – С. 32-41.
8. Зинченко В.Н. Литолого-фациальные и палеотектонические условия формирования перспективно-нефтегазоносных комплексов ордовика, силура, девона на западе Сибирской платформы / Проблемы нефти и газа Сибирской платформы. – Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1982. – С. 42-53.
9. Каньгин А. В., Ядренкина А. Г., Тимохин А. В., Москаленко Т. А., Сычев О. В., Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Ордовик Сибирской платформы. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. – 269 с.
10. Каньгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Гонта Т.В., Степанова Н.И., Сычев О.В., Маслова О.А. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Сибирской платформы (новая версия) // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. – 2017. – № 5С. – С. 4-57.

© А. В. Тимохин, 2024