

*А. В. Тимохин<sup>1</sup>✉, И. В. Коровников<sup>1</sup>*

## **Нижнепалеозойские трилобиты внутреннего шельфа Сибирской платформы**

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

**Аннотация.** Проанализирована динамика и структура трилобитовых сообществ, их приуроченность к фациальным регионам для внутренних эпиконтинентальных морей Сибирской платформы по трем системам кембрий, ордовик, силур.

**Ключевые слова:** кембрий, ордовик, силур, трилобиты, Сибирская платформа, внутренний шельф

*A. V. Timokhin<sup>1</sup>✉ I. V. Korovnikov<sup>1</sup>*

## **Lower Paleozoic trilobites of the inner shelf of the Siberian Platform**

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

**Abstract.** The dynamics and structure of trilobite communities and their association with the facies regions for the inner epicontinental seas of the Siberian Platform are analyzed in three systems: Cambrian, Ordovician, and Silurian.

**Keywords:** Cambrian, Ordovician, Silurian, trilobites, Siberian platform, inner shelf

### ***Введение***

Таксономическое разнообразие трилобитов известных на Сибирской платформе в течении кембрийского периода по разным оценкам насчитывает до 870 видов (375 родов и 113 семейств), что существенно больше разнообразия трилобитов в ордовикское (98 видов в составе 42 родов и 20 семейств) и силурийское время (23 вида в составе 10 родов и 7 семейств). Это в первую очередь связано с тем, что в кембрийском эпиконтинентальном бассейне отчетливо фиксируется три фациальных региона. Это внутренний шельф (Турухано-Иркутский-Олекминский фациальный регион), внешний шельф (Анабаро-Синский фациальный регион) и открытый бассейн (береговой склон) (Юдомо-Олекминский фациальный регион) [1, 2]. Каждый из них характеризуется присущим только ему комплексом трилобитов. Более того, для официальной стратиграфической схемы кембрия принято выделять три биозональных шкалы по трилобитам, кардинально отличающиеся для каждого фациального региона [2]. В ордовикский период фактически вся территория Сибирского эпиконтинентального бассейна стала относиться ко внутреннему шельфу [3]. Отдельные элементы внешнего

шельфа и открытого бассейна этого стратиграфического интервала можно проследить на Таймыре, острове Котельном, в Селеняхском кряже, Омудевских горах, хр. Сетте-Дабан Северо-Востока РФ [4]. В силурийский же период площадь внутреннего эпиконтинентального бассейна резко сократилась и в целом представляла собой только краевую часть внутреннего шельфа (мелкий, полузакрытый и закрытый шельф) с выходом к внешнему (глубокому) шельфу в сторону п-ова Таймыр [5, 6].

### ***Методы и материалы***

В связи с выше изложенными фактами, специфические комплексы фауны характерные в первую очередь для внутреннего шельфа ордовика и силура, нельзя сравнивать с обобщенными комплексами внутреннего, внешнего шельфа и фаций открытого моря (береговой склон) кембрийского периода. Чтобы провести это сравнение, в первую очередь, следует вычлениить те специфические комплексы трилобитов характерные для каждого фациального региона кембрия. Именно кембрия, так как разграничение на фациальные регионы в кембрийское время наиболее очевидно и обосновано. Во вторую очередь, следует провести анализ общности этих комплексов между собой и на этой основе попытаться, с одной стороны, проконтролировать правильность отнесения ордовикских отложений всей Сибирской платформы к внутреннему шельфу, а с другой стороны оценить степень взаимосвязанности внутреннего и внешнего шельфа в ордовикский и силурийский период по сравнению с кембрийским.

Для наиболее адекватного сравнения выделенных комплексов, они должны быть сгруппированы по стратиграфическим единицам на уровне горизонта, согласно принятым стратиграфическим схемам для каждой системы, что позволит наиболее точно оценить и сравнить динамику изменения трилобитовых сообществ как внутри, так и между системами.

При дифференциации комплексов трилобитов учитывались только те виды, которые имели точную стратиграфическую привязку, позволяющую отнести этот вид к определенному комплексу того или иного горизонта соответствующей системы. Так же из рассмотрения исключались виды, привязка которых не позволила отнести их к определенному фациальному региону. Это в первую очередь касается трилобитовых сообществ кембрия. В работе учитывались собственные неопубликованные, оригинальные материалы обоих авторов. Таксономические единицы в открытой номенклатуре и определенные со знаком вопроса исключались из рассмотрения.

### ***Результаты***

Турухано-Иркутско-Олекминский фациальный регион (внутренний шельф) занимает обширную западную часть Сибирской платформы. В силу фациальных особенностей фаунистическая охарактеризованность разрезов по сравнению с восточными частями платформы довольно скудная [1]. В первую очередь это следствие того, что большая часть территории перекрыта более молодыми отложениями. Отложения кембрия вскрываются лишь в береговых обнажениях рек,

а также вскрыты многочисленными скважинами. Но далеко не все разрезы скважин представлены керновым материалом и изучены на предмет находок ископаемой фауны. Анализ имеющегося опубликованного материала показал, что большая часть местонахождения кембрийских трилобитов сосредоточена в непосредственной близости от Анабаро-Синского фациального региона, который охватывает территории внешнего шельфа и содержит богатое разнообразие комплексов трилобитов, вероятно это способствовало тому, что комплексы трилобитов внутреннего шельфа включают большое количество видов распространенных и этом регионе.

В результате калибровки списка трилобитов кембрия по точности привязки к конкретному горизонту и фациальному региону списочный состав видов трилобитов, учитываемых при анализе, уменьшился до 160 видов (86 родов и 36 семейств). Что всё равно существенно больше общего количества трилобитов в ордовике и силуре. Конкретное распределение этих видов в пределах каждого горизонта соответствующей системы представлен на (рис. 1).

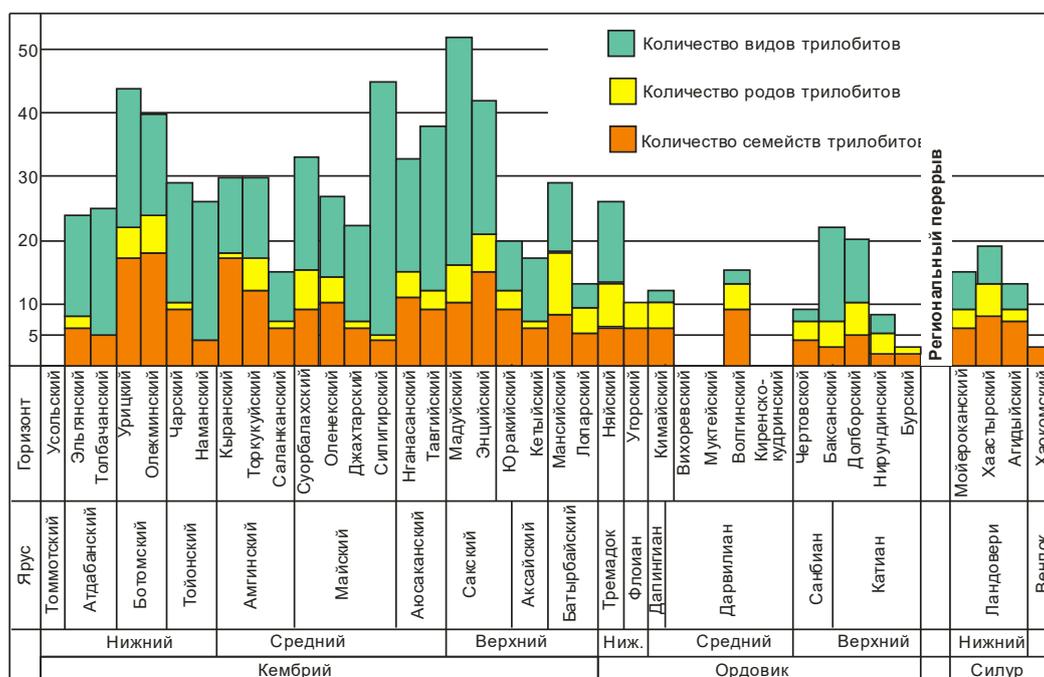


Рис. 1. Гистограмма разнообразия видов, родов и семейств трилобитов в кембрии, ордовике и силуре Сибирской платформы.

Кривая разнообразия имеет свои пики и минимумы, которые связаны как с собственно эволюцией трилобитовых сообществ, так и реакцией их на изменение абиотических и биотических факторов окружающей среды [7]. Степень стабильности обстановок в которых существовали трилобиты можно оценить путем фиксации видов трилобитов, которые известны в пределах более чем одного горизонта (рис. 2).

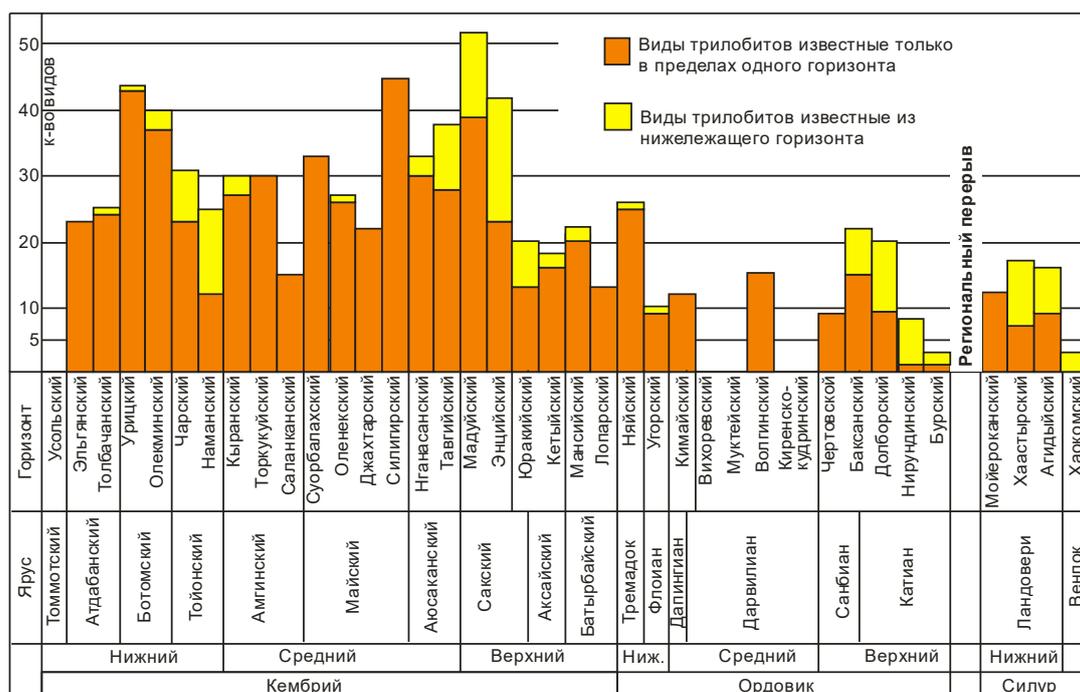


Рис. 2. Гистограмма «стабильности» сообществ видов трилобитов в кембрии, ордовике и силуре Сибирской платформы.

Стабильные обстановки для всех трех фациальных регионов фиксируются в тойонском веке нижнего кембрия, а также в интервале тавгийского-юракийского времени верхнего кембрия. В остальных временных интервалах кембрия трилобитовые сообщества были крайне дискретны, вплоть до полного отсутствия преемственности в большей части амгинского и майского веков. Дискретность трилобитовых сообществ сохранялся в раннем и среднем ордовике и только начиная с позднего ордовика установился режим «стабильности», продолжавшийся до конца силура. Отсутствие переходных форм в чертовском горизонте ордовика и мойероканском горизонте силура связано в первом случае с полным отсутствием находок трилобитов в предыдущем горизонте, а во втором - с временным разрывом между силурийскими и ордовикскими отложениями, в результате большого регионального перерыва в осадконакоплении в конце ордовикского периода, когда терминальная часть ордовикских отложений была размыта.

Дифференциация комплексов трилобитов, в первую очередь кембрийских, по приуроченности их к фациальным регионам показала (рис. 3), что в течении кембрия трилобиты в фациях открытого моря (береговой склон) не фиксировались в основании (эльгянский горизонт) и кровле (лопарский горизонт) этого периода.

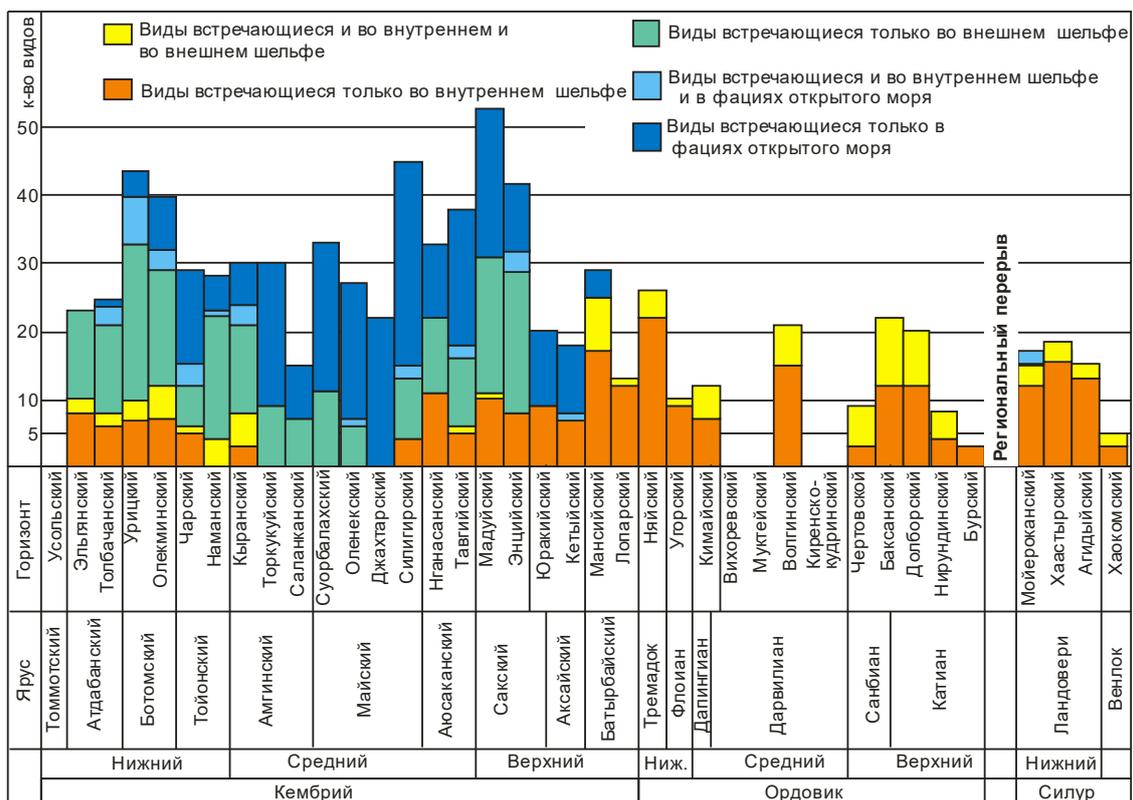


Рис. 3. Гистограмма дифференциации сообществ трилобитов (на уровне видов) по фаціальным регионам в кембрии, ордовике и силуре Сибирской платформы.

Далее эти фации фиксируются только в начале силура (мойероканский горизонт). Трилобиты внутреннего шельфа полностью отсутствуют в усольском горизонте нижнего кембрия, в амгинском и майских ярусах (с торкукуйского и по джахтарский горизонт) среднего кембрия, вихоревском, муктейском и киренско-кудринском горизонте среднего ордовика. Фации внешнего шельфа отсутствуют в джахтарском горизонте среднего кембрия и начиная с юракского горизонта верхнего кембрия и до конца силура.

Для внутреннего и внешнего шельфа фиксируется наличие переходных форм между ними от начала кембрия до торкукуйского горизонта среднего кембрия. В верхнем кембрии связь Турухано-Иркутско-Олекминского и Анабаро-Синского фаціальных регионов фактически отсутствовала, исключая мансийский горизонт верхнего кембрия, когда количество переходных форм было максимальным для кембрия.

Также обращает на себя внимание факт большого количества переходных форм в большей части ордовикского периода, по сравнению с аналогичным количеством переходных форм между внутренним и внешним шельфом кембрийского периода. Следует также отметить, что количество видов известных во всех трех фаціальных регионах кембрия или в фациях открытого моря (береговой склон) и внутреннего шельфа очень мало. Известно всего два таких случая: силигирский горизонт среднего кембрия и кетыйский горизонт верхнего кембрия.

## Обсуждение

Попытка выявить закономерности дифференциации комплексов трилобитов внутреннего шельфа ордовикского бассейна не удалась. В первую очередь потому что палеозойские террейны, с которыми проводилось сравнение (о-в Котельный, Омуревские горы, Селеняхский кряж, хр. Сетте-Дабан), первоначально принадлежавшие к единому эпиконтинентальному морскому бассейну Сибирского палеоконтинента и входившие в состав его пассивной окраины, не приурочены жестко только к фациям внешнего шельфа [4]. По всей видимости, на разных стратиграфических уровнях в них можно условно зафиксировать все три фации (внутренний и внешний шельф, а также, фации открытого моря), что не позволяет интерполировать данные с кембрийского на ордовикский палеобассейн.

В развитии трилобитовых сообществ эпиконтинентального бассейна нижнего палеозоя Сибирской платформы отмечается факт отсутствия трилобитов в усольском горизонте нижнего кембрия, вихоревском, муктейском и киренско-кудринском горизонте среднего ордовика. Данный факт интересен тем, что, во-первых, осадочные отложения есть, во-вторых другая бентосная и пелагическая фауна в этих отложениях присутствует. По этой фауне выделяются зональные подразделения и в кембрии, и в ордовике. Если для усольского горизонта нижнего кембрия можно найти объяснения, ссылаясь на возникновение трилобитов как группы организмов в следующем горизонте, то отсутствие трилобитов в среднем ордовике требует более комплексного подхода для объяснения этого факта. Тем более, что одновременно с отсутствием трилобитов, также фиксируется отсутствие замковых брахиопод и увеличение численности беззамковых и групп неясного систематического положения (ангареллы) для вихоревского горизонта. В освободившуюся экологическую нишу, которую до этого занимали трилобиты, можно поставить такую группу как ракоскорпионы, довольно широко распространённые на отдельных стратиграфических уровнях вихоревского времени. Для муктейского и киренско-кудринского горизонтов явных альтернативных заместителей трилобитов не выявлено.

Отсутствие трилобитов внутреннего шельфа в амгинском и майских ярусах (с торкукуйского по джахтарский горизонт) среднего кембрия объясняется резким ухудшением условий для их обитания, в следствии обмеления бассейна (внутреннего шельфа) и образования на его месте низкой субаэральной равнины [1]. Пик данного обмеления приходится на джахтарский горизонт среднего кембрия, когда внешний шельф полностью обмелел. Отсутствие внешнего шельфа начиная с юракийского горизонта верхнего кембрия связано с расширением (проградацией) внутреннего шельфа на всю территорию Сибирской платформы, поэтому для аксайского и батырбайского яруса верхнего кембрия внешний шельф не фиксируется [1].

Фактически отсутствие переходных форм в позднем кембрии (за исключением пика в мансийское время), по сравнению со стабильным «видообменом» для раннего кембрия слабо увязывается с дискретностью или общностью трилобитовых сообществ этих временных интервалов. В связи с вышесказанным пред-

положение о том, что увеличение количества видов трилобитов известных из двух смежных фациальных регионов напрямую зависит от оптимальных условий для их существования, не соответствует действительности. Скорее всего эта общность связана с выделением большого количества переходных типов разрезов для внутреннего и внешнего шельфа данных стратиграфических интервалах, так как большинство находок приурочено к пограничным территориям с Анабаро-Синским фациальным регионом, в котором таксономическое разнообразие велико. Отсюда и много общих форм. Тем не менее, четко диагностируется комплекс видов, родов и семейств трилобитов характерных исключительно для каждого фациального региона в течении не только кембрия, но и ордовика и силура. Этот факт несомненно свидетельствует в пользу правомерности выделения таких фациальных регионов как внутренний и внешний шельф, фации открытого моря для кембрия и внутренний шельф для ордовика и силура.

### ***Заключение***

Количественный анализ трилобитовых сообществ, их структуры и взаимосвязей в течении нижнего палеозоя эпиконтинентального бассейна Сибирской платформы, при учете геологических данных, позволил сделать следующие выводы:

1. Выделение трех фациальных регионов (внешний и внутренний шельф в составе карбонатной платформы и фации открытого моря (береговой склон)) для кембрийской системы обосновано из-за наличия характерного для каждой фации комплекса трилобитов (на уровне семейств, рода, виды). Однако существует проблема так называемых переходных разрезов, как между внутренним и внешним шельфом, так и между внешним шельфом и фациями открытого моря (береговой склон) [1]. Отнесение конкретных разрезов к той или иной фациальной группе зачастую довольно условное, без четкого озвучивания критериев, по которым проводилось это разделение. Возможно частичным решением этой проблемы станет оконтуривание этих переходных разрезов и выделение их в некие переходные фациальные типы отложений.

2. Проводить прямые сопоставления внутреннего и внешнего шельфа кембрия (причем следует учитывать, о каком временном отрезке идет речь – нижний-средний кембрий или верхний) с внутренним шельфом ордовика или с мелким и полузакрытым шельфом силура фактически невозможно, т.к. принципы деления для каждой системы в силу различной геолого-тектонической ситуации существенно отличаются.

3. Зафиксированы три временных уровня (в усольском горизонте нижнего кембрия, вихоревском, муктейском и киренско-кудринском горизонте среднего ордовика), в течении которых на всей территории эпиконтинентального бассейна Сибирской платформы не фиксировались находки трилобитов, причем другая бентосная и пелагическая фауна представлена довольно широко.

### ***Благодарности***

Работа выполнена в рамках госзадания РАН по ФНИ (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. Сухов С.С., 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., Конторович А.Э. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. В 2 т. Т. 1: Стратиграфия. ИНГГ СО РАН, Новосибирск, 2016. – 497 с.
2. Региональная стратиграфическая схема кембрийских отложений Сибирской платформы. Решения Всероссийского стратиграфического совещания по разработке региональных стратиграфических схем верхнего докембрия и палеозоя Сибири Редакторы: Пегель Т.В., Сухов С.С., Шабанов Ю.Я. СНИИГГиМС, Новосибирск, 2021. – 138 с.
3. Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Сычев О.В. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. В 9-ти кн. Ордовик Сибирской платформы. Академическое изд-во "Гео", Новосибирск, 2007. – 270 с.
4. Каныгин А.В., Гонга Т.В., Тимохин А.В. Пространственное положение Сибирской платформы и кратонных террейнов ее складчатого обрамления в палеозое по палеонтологическим и геологическим данным // Геология и геофизика. – 2020. – том 61. – № 4. – С. 447–467.
5. Тесаков Ю.И., Предтеченский Н.Н., Лопушинская Т.В., Хромых В.Г., Базарова Л.С., Бергер А.Я., Ковалевская Е.О. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Силур Сибирской платформы. Изд-во СО РАН. Филиал "Гео", Новосибирск, 2000. – 403 с.
6. Тесаков Ю.И. Силурийский бассейн Восточной Сибири: В 4-х т. Т. 3: Бассейновая палеогеография (на хронозональной и биогеоценотической основе). ИНГГ СО РАН, Новосибирск, 2014. – 389 с.
7. Коровников И.В. Комплексы трилобитов и ярусное расчленение кембрия Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2022. – № 11с. – С. 3–12.

© А. В. Тимохин, И. В. Коровников, 2025