

А. В. Тимохин^{1✉}

Широтная зональность трилобитов в верхнем кембрии и ордовике Сибирской платформы

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

Аннотация. Проанализирована структура и хорология трилобитовых сообществ внутреннего мелководного шельфа Сибирской платформы верхнего кембрия и ордовика. Выявлена широтная зональность комплексов трилобитов.

Ключевые слова: верхний кембрий, ордовик, трилобиты, Сибирская платформа, внутренний шельф

A. V. Timokhin^{1✉}

Latitudinal zonation of trilobites in the Upper Cambrian and Ordovician of the Siberian platform

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

Abstract. The structure and horology of trilobite communities of the inner shallow shelf of the Siberian Platform of the Upper Cambrian and Ordovician are analyzed. Latitudinal zonation in the composition of these trilobite complexes was discovered.

Keywords: Upper Cambrian, Ordovician, trilobites, Siberian platform, inner shelf

Введение

В эпоху ордовика практически вся площадь Сибирского эпиконтинентального бассейна располагалась на внутреннем шельфе, что соответствует одной биономической зоне [1]. За период от верхнего кембрия (мансийский горизонт) до верхнего ордовика (бурский горизонт) на Сибирской платформе было обнаружено 132 вида трилобитов, относящихся к 50 родам и 23 семействам. В пределах одного горизонта количество обнаруженных видов трилобитов редко превышало 20 штук. Можно предположить, что большинство этих видов были повсеместно распространены по всей биономической зоне, с учетом возможных изменений, связанных с конкретными фациями.

Методы и материалы

Сибирская платформа (СПФ) с верхнего кембрия до силура представляла собой внутренний эпиконтинентальный бассейн характеризовавшимся в первую очередь малыми глубинами (первые десятки метров в наиболее глубоких частях бассейна). [1] Как следствие: при незначительном колебании уровня моря единый

бассейн мог распадаться на систему лагун с частичным или полным осушением значительных территорий. В результате этого конфигурация бассейна претерпевала значительные изменения с одной стороны, и приводила к возникновению барьеров внутри ранее единого эпиконтинентального бассейна. Как следствие, бентосные сообщества, в первую очередь, в каждой структурно-фациальной зоне (СФЗ) должны были сформировать характерный набор видов. И можно предположить, чем более «эндемичным» будет этот набор, тем более обособленным будет эта часть бассейна от других частей эпиконтинентального бассейна. При анализе этих комплексов следует учитывать литофации в конкретных СФЗ потому что, с одной стороны не корректно ожидать идентичных комплексов фауны в разнофациальных отложениях, и с другой зачастую разновозрастные свиты в разных СФЗ имеющие свои собственные названия, фактически идентичны по составу и относятся к одному фациальному типу. Например: мангазейская, неручандская, загорнинская, джеромская свиты верхнего ордовика.

Трилобиты как основной компонент бентосных сообществ с верхнего кембрия и ордовика являются идеальным объектом для такого анализа из-за своей многочисленности и изученности. Более того, трилобиты в пределах Сибирского эпиконтинентального бассейна встречаются только в карбонатных отложениях (известняки, глинистые известняки, мергели), тем самым фактически снимается проблема разнофациальных комплексов, т.к. фактически находки трилобитов – это индикатор либо нормально морских, либо очень близких к ним отложений. Поэтому сравнение трилобитовых сообществ в разных СФЗ между собой позволяет более корректно говорить о единстве или разобщенности этих районов в пределах единого эпиконтинентального бассейна. В качестве осложняющих факторов при таком анализе является разная степень изученности, как по стратиграфической колонке, так и по конкретным СФЗ.

Глобальным фактором влияющим на состав и распределение трилобитовых сообществ в этом громадном эпиконтинентальном бассейне (2х2 тыс. км) возможно может быть наличие климатических зон. Согласно последним палинспастическим реконструкциям за период с 500 млн лет назад (мансийский горизонт верхнего кембрия) до 470 млн лет назад (долборский горизонт верхнего ордовика) Сибирский палеоконтинент сместился на 1500 км с юга на север (т.е. порядка 15 градусов в палеокоординатах). [2, 3, 4]

При анализе трилобитовых комплексов в разных СФЗ следует учитывать связь их с внешним шельфом через существующие проливы. [1, 5]

Результаты

Прежде чем проводить анализ распределения трилобитовых сообществ по площади Сибирского эпиконтинентального бассейна, следует оценить масштаб, особенности и собственно эволюцию трилобитов как одной из ведущих группы бентосных организмов. В первую очередь обращает внимание на себя примечательный факт полного отсутствия трилобитов в вихоревское, муктейское и киренско-кудринское время [6]. В вихоревское время - время максимальной регрессии экологическая ниша трилобитов была занята ракоскорпионами - широко

распространенными в южной части Сибирского эпиконтинентального бассейна. Муктейское время – это время начало крупной региональной трансгрессии и отложения этого времени содержат специфический комплекс биоты (только конодонты и остракоды) и как правило эти отложения маломощны и литологически своеобразны. Спецификой этих условий и можно объяснить отсутствие трилобитов и замковых брахиопод на этом стратиграфическом уровне. Сложно указать причину отсутствия трилобитов в киренско-кудринское время, так как вся остальная фауна представлена в этом стратиграфическом интервале, хотя таксономическая разнообразие замковых брахиопод падает (известны редкие находки в нижней трети этого горизонта). Находки ракоскорпионов известны из этих отложений, но широкого распространения их не наблюдается.

Оценка структуры трилобитовых сообществ во времени позволяет оценить степень изменчивости окружающей среды. Если условия стабильны и меняются не резко, то следует ожидать унаследованность части форм (на уровне видов - в первую очередь, потом родов и семейств) из ниже лежащих стратиграфических подразделений. Анализ данных показывает, что обстановки с мансийского до волгинского времени были резко дискретными и проходящих форм было крайне мало даже на уровне родов. Почти все вновь появившиеся таксоны известны только в пределах одного горизонта. В следующем горизонте комплекс трилобитов кардинально обновляется. Начиная с чертовского времени наблюдается большое количество транзитных («мигрирующих») форм уже на уровне видов. Это можно интерпретировать как отсутствие резких изменений и стабилизацию обстановок в течении длительного геологического времени. (рис. 1, 2, 3).

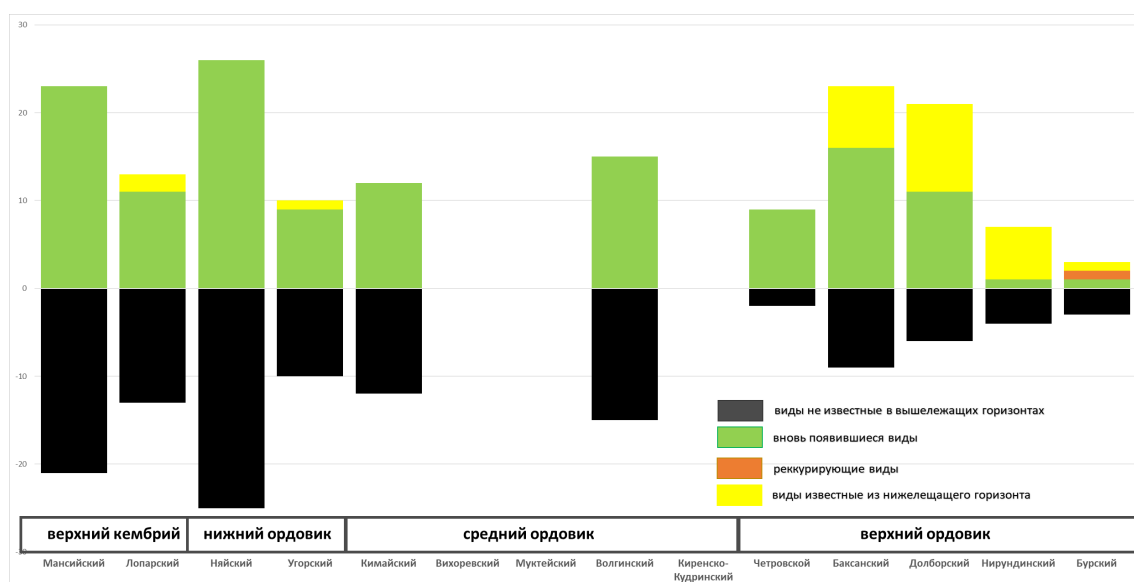


Рис. 1. Динамика появления и исчезновения видов трилобитов.

Под рекуррирующим видом или родом понимается повторно появляющаяся в данном горизонте таксономическая единица после отсутствия ее в нижележащем горизонте, т.е. известная через один или ниже горизонтов. Например, вид

известен в долборском и бурском горизонтах, в нирундинском не был встречен - значит данный вид является рекуррентным для бурского горизонта.

Вновь появившиеся таксономические единицы - это рода или виды ранее не известные (пока не находили) в ниже лежащих горизонтах СПФ. Формально мы не можем доказать, где произошло видообразование на СПФ или вне ее. Поэтому считаем, что вся фауна в пределах ордовикского эпиконтинентального бассейна СПФ произошла вне его и здесь появилась потом т.е. мигрировала.

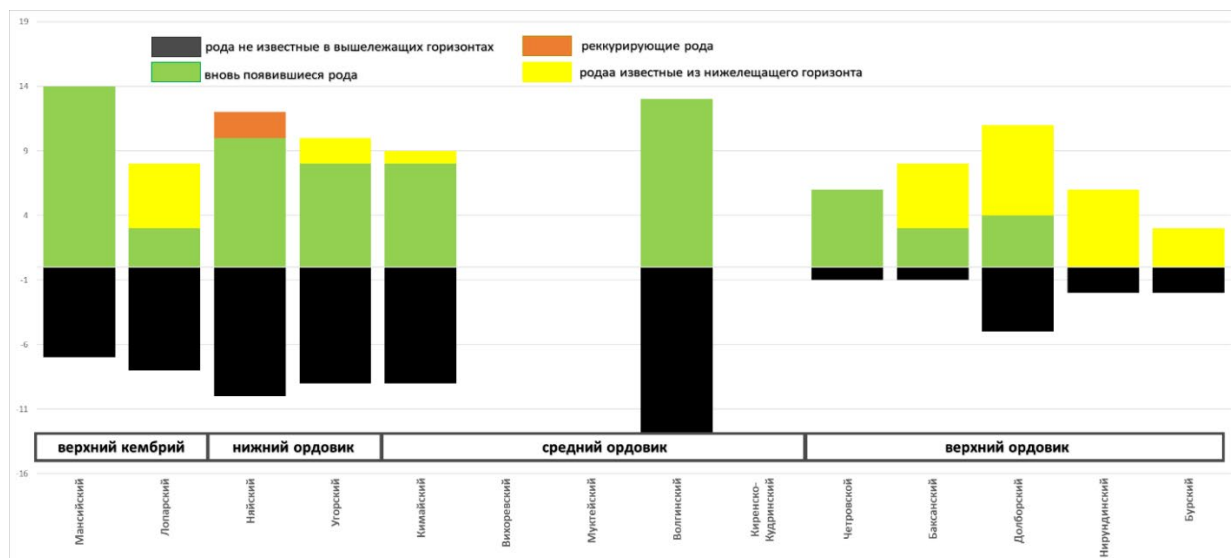


Рис. 2. Динамика появления и исчезновения родов трилобитов.

В рассматриваемый период времени для отложений внутреннего шельфа не смотря на все их разнообразие позволившее выделить на территории СПФ 14 СФЗ (для каждой из которых характерен свой набор свит) можно выделить общность их генезиса основываясь на батиметрии соответствующих отложений. Согласно общим представлениям палеобассейн представлял собой протяженный пролив открытый в сторону Игаро-Норильской и Вилуйской СФЗ, где наиболее глубокие его части соответствовали Центрально Тунгусской, Верхнеленской, Вилуйской, Нюйско-Джербинской и Березовской СФЗ. Остальные СФЗ большей своей частью являлись краевыми частями этого залива и соответственно более мелководными. [1, 7] Связь с внешним шельфом осуществлялась не только через северо-запад и восток. Также предполагались менее крупные проливы на разных этапах эволюции бассейна в западной, юго-восточной и северо восточной части палеобассейна (в современных координатах) [1, 5, 8, 9, 10].

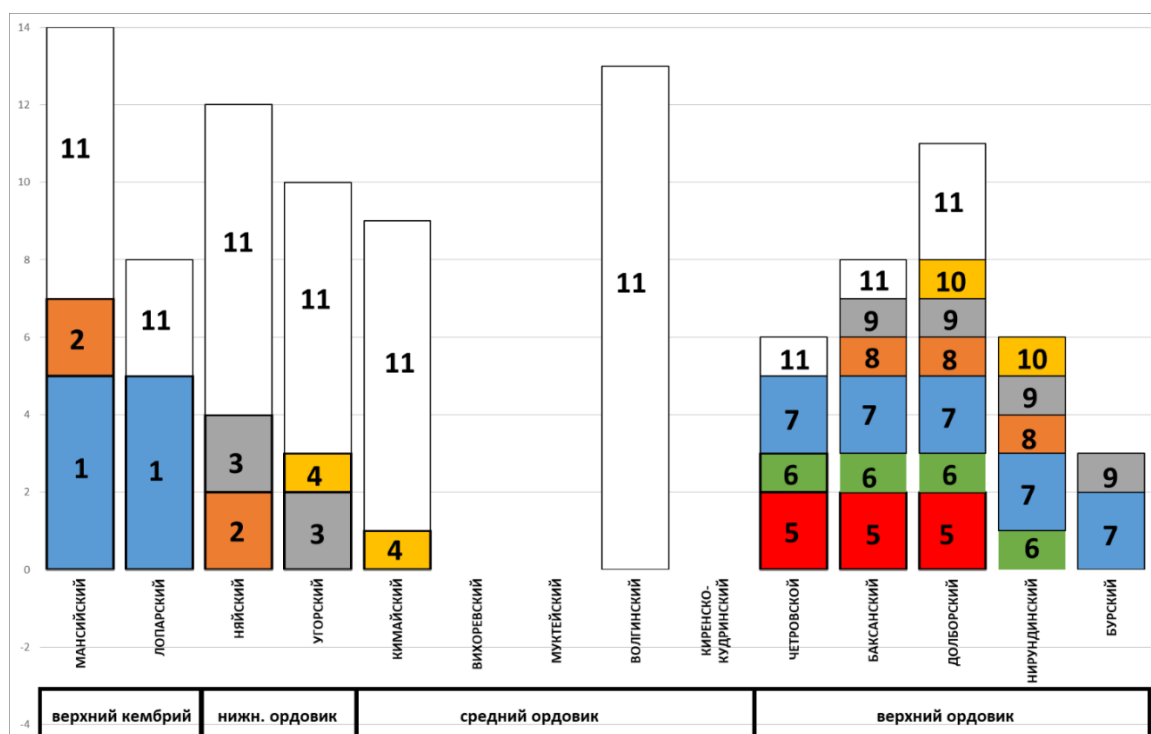


Рис. 3. Структура транзитных и мигрирующих родов трилобитов.

Условные обозначения. Рода трилобитов:

1. Diceratocephalina, Loparella, Plethopeltides, Pseudoacrocephalites, Kirengina;
2. Apatokephalus, Dolgeuloma; 3. Nyaya, Platypeltoides; 4. Pseudomera;
5. Ceraurus, Isotelus; 6. Cerauriscaspis; 7. Evenkaspis, Monorakos; 8. Carinopyge;
9. Bumastus; 10. Stenopareia; 11. Рода известные только в этом горизонте.

Начиная в верхнего ордовика большинство этих проливов перестали функционировать и к концу ордовика бассейн стал закрываться. Результатом этого закрытия площадь бассейна значительно сократилась и связь с открытым морем осуществлялась только на северо-западе (в современных координатах) [11].

Основное разнообразие трилобитовых сообществ связано в первую очередь с наиболее глубокой его частью, поэтому можно было ожидать, что этот комплекс будет единым на всем протяжении всей этой относительно глубоководной зоны. Фактические данные по распределению, количеству и составу трилобитовых сообществ показывают четкое деление на две субширотные области. Южная (в современных координатах) область: Ангарская, Верхоленинская, Березовская, Нюйско-Джербинская, Каларская, Вилюйская (частично) СФЗ и северная область - все остальные СФЗ Сибирской платформы. Причем в южной области комплекс трилобитов более разнообразен до верхнего ордовика за счет большего количества «эндемичных» видов. Начиная с верхнего ордовика комплекс трилобитов в южной области резко деградирует до полного исчезновения в связи с неблагоприятными фациями (рис. 4, 5).

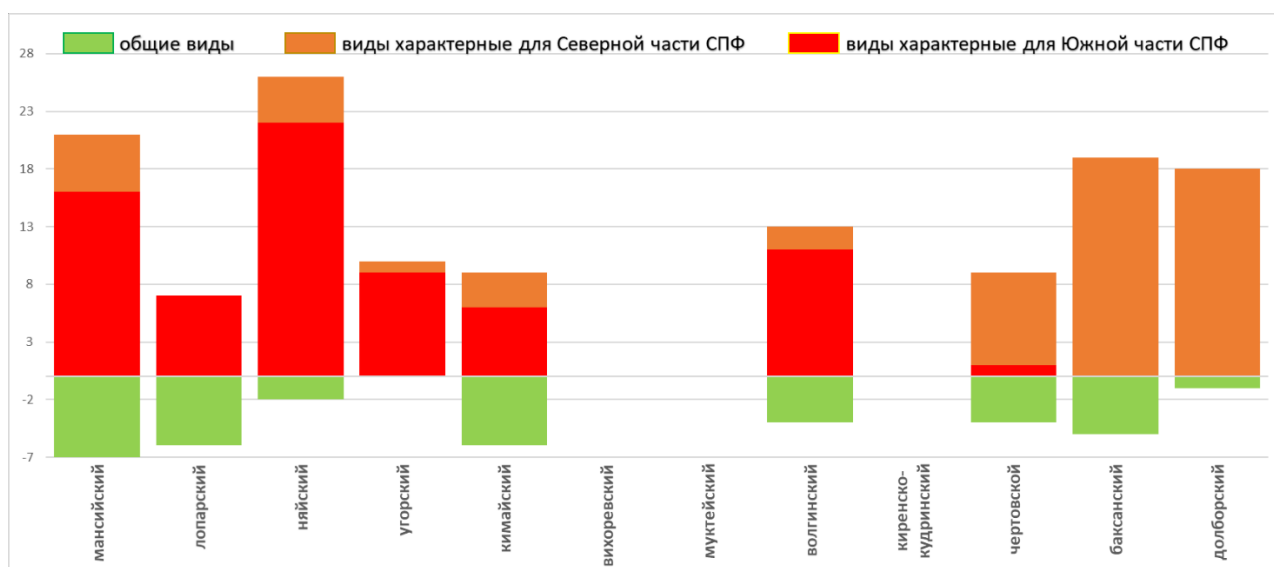


Рис. 4. Соотношение общих и «эндемичных» видов трилобитов между северной и южной частями Сибирской платформы.

Отмечается: 1. уменьшение общих родов и видов от мансийского до ныйского времени; 2. Отсутствие характерных родов и видов для северной части СПФ в лопарское время.

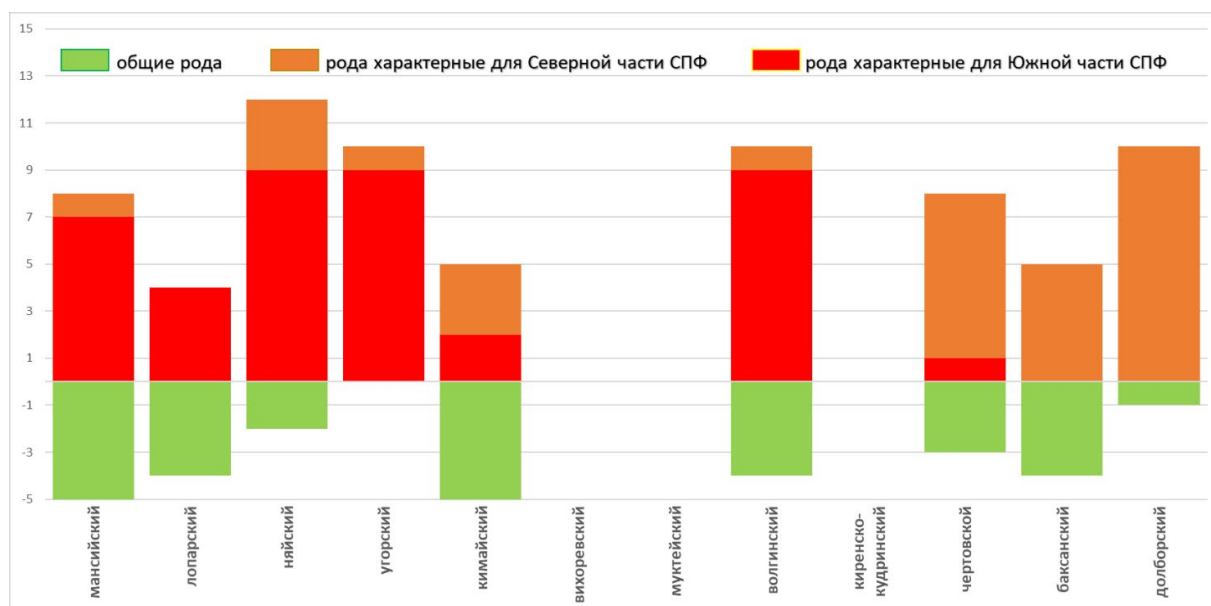


Рис. 5. Соотношение общих и «эндемичных» родов трилобитов между северной и южной частями Сибирской платформы.

Обсуждение

Представляется некорректным связывать субширотную зональность дифференциации комплексов трилобитов напрямую с климатической зональностью. Возможно, смещение Сибирского палеоконтинента на север так, что экватор в

верхнем ордовике проходил по группе СФЗ объединенных в группу «Южная» послужило одним из многих факторов которые привели широкому распространению неблагоприятных литофаций в этой области бассейна.

Учитывая факт дискретности трилобитовых сообществ от верхнего кембрия до верхнего ордовика в пределах Сибирского мелководного эпиконтинентального бассейна, который может быть объяснен только инвазивным характером трилобитовой фауны, можно сделать наиболее корректное предположение о том, что различия в составе и разнообразии выделенных комплексов связано с миграциями из различных внешних более глубоководных и соответственно более стабильных бассейнов. [5]

Сами эти бассейны имели свой специфический набор родов и видов в силу удаленного положения друг от друга. Тем не менее связь между этими бассейнами существовала, так как часть комплекса была общей для всех этих бассейнов. Разнообразие трилобитовых сообществ в каждой конкретной области эпиконтинентального бассейна связано как с наличием и частотой «благоприятных» фаций для трилобитов на СПФ, так и с их характеристиками (глубина, наличие течений) существующих проливов на тот момент времени, а также с собственно потенциалом бассейна из которого происходила миграция. Так же следует учитывать возможную эврибионтность некоторых видов трилобитов позволившую им расселиться по всей акватории эпиконтинентального бассейна.

Заключение

1. Отмечена дискретность фаунистических комплексов трилобитов в пределах горизонтов, почти полное отсутствие общих видов в до вихоревское время и резкое увеличение количество долгоживущих видов после этого времени. Провалы в нирундинское и бурское время объясняются недостаточной фаунистической охарактеризованностью в связи с фрагментарностью соответствующих отложений, в результате постордовикского регионального перерыва, в течении которого терминальная часть ордовикских отложений была эродирована фактически на всей территории Сибирской платформы.

2. Выявлена субширотная зональность в распределении комплексов трилобитов связанная с их инвазивной природой, а также с фациальными характеристиками вмещающих отложений.

3. Не выявлено прямой связи зональности с положением СПФ по отношению к экватору (климатическим зонам).

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания РАН по ФНИ (проект FWZZ-2026-0033 «Интегративная стратиграфия палеозоя и мезозоя азиатской части России (включая Арктику) и смежных территорий для палеоклиматических, палеобиогеографических и палеогеографических реконструкций, детальных биохронологических шкал и стратиграфических схем»).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Cocks L., Robin M., Torsvik T.H. Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // *Earth Sci. Rev.*, 2007. v. 82, P. 29—74.
3. Torsvik T.H., Cocks R.M. *Earth history and palaeogeography*. Oslo, 2017, 317 p.
4. Павлов В. Э., Пасенко А. М., Дронов А. В., Федюкин И. В.. Новый палеомагнитный полюс для позднего ордовика Сибири и кинематика Сибирской платформы на временном интервале ~505–405 млн лет назад» // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле, 2021, том 498. № 2. С. 163–170.
5. Тимохин А.В. Хорология трилобитов в верхнекембрийском и ордовикском эпиконтинентальном бассейне Сибирской платформы / Интерэкспо ГЕО-Сибирь - XX Международный научный конгресс. Международная научная конференция "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Сборник материалов в 8 т. СГУГиТ. Новосибирск, 2024. том Т. 2. № 1. С. 194-201.
6. Тимохин А.В., Коровников И.В. Нижнепалеозойские трилобиты внутреннего шельфа Сибирской платформы / Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XXI Международный научный конгресс. Международная научная конференция "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология" сборник материалов в 8 т. СГУГиТ. Новосибирск. 2025. Т. 2. № 3. С. 3-10.
7. Ядренкина А.Г., Каныгин А.В., Сычев О.В., Тимохин А.В., Гонта Т.В. Новая версия схемы корреляции и фациального районирования ордовикских отложений Сибирской платформы: важнейшие уточнения и дополнения к прежней схеме / Региональная геология. Стратиграфия и палеонтология докембрия и нижнего палеозоя Сибири: Сб. науч. тр. – СНИИГ-ГиМС, Новосибирск, 2010. С. 123-129.
8. Бгатов В.И. Литолого-геохимические закономерности осадкообразования в ордовике и силуре Сибирской платформы. Красноярск, Новосибирск., Тр. СНИИГГиМС, Вып. 147. 1973. 240 с.
9. Малич Н.С. Тектоническое развитие чехла Сибирской платформы М. Недра, 1975. 215 с.
10. Марков Е.П. Палеогеография раннего ордовика Сибирской платформы / Закономерности размещения скоплений нефти и газа на Сибирской платформе. Новосибирск., Тр. СНИИГГиМС, Вып. 271. 1979. С. 32-41.
11. 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.

© А. В. Тимохин, 2026