

УДК 551.72+550.9(470.5)

О НЕКОТОРЫХ ИЗОТОПНЫХ ОЦЕНКАХ ВОЗРАСТА ВЕНДСКИХ ОСАДОЧНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА (ЧИТАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ И НЕ ТОЛЬКО)

А. В. Маслов

Геологический институт РАН, Москва, Россия

e-mail: amas2004@mail.ru

Поступила в редакцию 03.06.2025 г.

После доработки 15.08.2025 г.

Принята к публикации 20.08.2025 г.

Проанализированы современные изотопные оценки возраста осадочных последовательностей серебрянской серии (Средний Урал) и нижней части ашинской серии (Южный Урал). Обсуждаются принадлежность диамиктитов/тиллитовидных конгломератов серебрянской серии и старопечнинской свиты к лапландскому гляциогоризонту, а также проблема стратиграфического положения бакеевской свиты ашинской серии (верхи верхнего рифея или низы венда). Возможные варианты корреляции рассмотрены как с привлечением положений стратиграфических кодексов разных лет, так и на основе сопоставления с типовыми разрезами лапландского гляциогоризонта Северной Норвегии (нижняя часть серии Вестертана) и вильчанской серии Оршанской впадины (Республика Беларусь).

Ключевые слова: нижний венд, верхний рифей, изотопные оценки возраста, корреляция, лапландский гляциогоризонт

ВВЕДЕНИЕ

К венду на Южном Урале в западных районах Башкирского мегантиклинория традиционно относится ашинская серия, включающая бакеевскую (= толпаровская и суировская?), урюкскую, басинскую, кукараукскую и зиганскую свиты (Беккер, 1975, 1980, 1985; Козлов, 1982; Стратотип..., 1983; Келлер и др., 1984; Пучков, 2012; Пучков и др., 2014; и др.). На юго-востоке Башкирского мегантиклинория вендинский возраст имеют

кургашлинская и байназаровская свиты. В разрезах толпаровской, суировской и кургашлинской свит описаны тиллитоподобные конгломераты/диамиктиты и мариногляциальные отложения (Беккер, 1968; Чумаков, 1978, 1998; Козлов, 1982; Маслов, 2000; Горожанин и др., 2015, 2019; Горожанин, Канипова, 2017а, 2017б и др.). Бакеевская и сопоставляемые с ней толпаровская и суировская свиты, а также кургашлинская свита рассматриваются в настоящее время как нижневендинские стратоны. Урюкско-зиганская последовательность традиционно считается верхневендинской¹.

На западном склоне Среднего Урала вендинский возраст имеют серебрянская (танинская, гаревская, койвинская, бутонская и керносская свиты) и сылвицкая (старопечнинская, перевалокская, чернокаменская и усть-сылвицкая свиты) серии (Младших, Аблизин, 1967; Аблизин и др., 1982; Стратотип..., 1983; Беккер, 1985; Стратиграфические..., 1993; Чумаков, 2011; Гражданкин и др., 2009), хотя с такой трактовкой согласны не все специалисты (Макрофоссилии..., 2018). В разрезах танинской, койвинской, керносской и старопечнинской свит описаны тиллитовидные конгломераты/тиллоиды (Младших, Аблизин, 1967; Чумаков, 1978, 2015; Маслов, 2000 и др.). Серебрянская серия часто рассматривается как нижневендинское подразделение, а сылвицкая – как верхневендинское.

В данной работе проанализированы имеющиеся в настоящее время представления о возрасте ряда стратонов нижних частей серебрянской и ашинской серий Среднего и Южного Урала (рис. 1) и те вопросы, которые они порождают. В силу такого подхода статья содержит множество цитат, иногда довольно пространных, но часто только так можно глубже раскрыть представления разных авторов по рассматриваемой проблеме. Взгляды исследователей на расчленение и корреляцию различных литостратиграфических единиц венда Южного и Среднего Урала за последние несколько десятилетий претерпели заметные изменения. Не вдаваясь в историю стратиграфических исследований и их суть, так как это, очевидно, тема отдельной работы, автор привел некоторые из стратиграфических схем на рис. 2 в надежде, что читатель сам сможет составить представление об их трансформации и положении в каждой из них тех стратонов, которым и посвящена эта публикация.

Рис. 1. Регионы распространения отложений венда, эдиакария и криогения, о которых идет речь в данной работе.

¹ Отнесение к нижнему кембрию куккараукско-зиганского интервала ашинской серии на основании факта присутствия в тяжелой фракции пород куккараукской свиты фосфатного детрита, интерпретированного как фрагменты раковин брахиопод (Кузнецов, Шацилло, 2011), нуждается, по мнению А.В. Рязанцева и др. (2023), в дополнительном обосновании.

Рис. 2. Различные варианты расчленения верхнедокембрийских отложений (верхи рифея и венд) Южного и Среднего Урала.

СРЕДНИЙ УРАЛ

А.В. Маслов и др. (2013) установили U–Pb изотопный возраст (598 ± 6 млн лет) циркона из пиллоу-лав, присутствующих в основании танинской свиты – базального подразделения серебрянской серии западного склона Среднего Урала. В то время это представлялось отличным результатом – впервые подтверждено, что нижняя граница названной серии, на необходимость тщательного изучения которой обращал особое внимание Б.С. Соколов (1995² и др.), имеет возраст, предельно близкий к возрасту границы рифея и венда (600 млн лет), уже многие годы принятому в Стратиграфическом кодексе России (Стратиграфический..., 2006, 2019). Был также сделан вывод, что весь танинско-нижнестаропечинский интервал принадлежит самому молодому из неопротерозойских гляциальных эпизодов (пост-Марино = Гаскье?). Указанная изотопная оценка возраста использована позднее (Гражданкин, Маслов, 2015) и для установления временных рамок лапландского оледенения (600–570 (580) млн лет назад).

Однако эти представления были поставлены под сомнение М.А. Семихатовым и др. (2015), указавшими, что возраст нижней границы венда более древний, чем приведенный в Стратиграфическом кодексе (Стратиграфический..., 2006) и принятый на Всероссийском совещании “Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства” (Общая..., 2013) (т.е. 600 млн лет, см. далее). В пользу сказанного, по мнению Семихатова с соавторами, свидетельствует “анализ сведений о возрасте как базальных горизонтов вендинских отложений, развитых в типовом разрезе рифея, так и стратиграфических аналогов лапландского гляциогоризонта” (Семихатов и др., 2015, с. 23).

Если внимательно вчитаться в приведенную цитату, то мы увидим, что в ней нет отсылок к стратотипам и венда, и лапландского горизонта, которые, казалось бы, и должны выступать “парижским эталоном метра” при решении вопроса о возрасте нижней границы

² В указанной работе Б.С. Соколов отметил, что венд являлся важнейшим/рубежным этапом в истории Земли, сопровождавшимся напряженной литосферной и климатической динамикой, а также биотическими кризисами, но для раннего венда “пока мало обнаружено документов, позволяющих реконструировать среду и жизнь в зонах относительной стабильности этой эпохи. Поэтому так важно обратиться к изучению наиболее полных разрезов венда и отложений “переходных” от рифея к венду. Важнейшими объектами представляются разрезы Урала (серебрянская серия) и, конечно, вся область Арктики...” (Соколов, 1995, с. 60).

венда. Напротив, присутствует тезис о “венских отложениях, развитых в типовом разрезе рифея”, что интуитивно понятно, но написано так, как в принципе быть не может. Кроме того, авторы указывают, что “ашинская серия традиционно сопоставляется с венскими отложениями Восточно-Европейской платформы [для обоснования сказанного даны ссылки на работы (Аксенов и др., 1978; Стратотип..., 1982, 1983). Здесь и далее в квадратных скобках приведены пояснения и комментарии к цитируемым текстам – А.М.], и потому данные о возрасте бакеевской свиты [на то время – 638 ± 13 млн лет, см. (Zaitseva et al., 2013; Кузнецов и др., 2014) – А.М.] также характеризуют возраст нижней части венских отложений в их типовых разрезах”. Таким образом, возраст нижней границы венда в стратотипической местности (т.е., еще раз – на западе и северо-западе Восточно-Европейской платформы (Соколов, 1974; Аксенов, 1985; Стратиграфические..., 2010) и мн. др.) предлагалось определять по возрасту стратона, расположенного на противоположной стороне платформы. Это, по меньшей мере, достаточно странно, но тем не менее не противоречит присутствующим в стратиграфических кодексах (см. далее) определениям стратотипа стратиграфической границы, выбираемого либо в стратотипической местности, либо в другом регионе, и может быть, по всей видимости, названо эффектным термином “дальнемагистральная корреляция”.

Анализируя ситуацию с датировкой циркона из пиллоу-лав, присутствующих в нижней части танинской свиты серебрянской серии (598 ± 6 млн лет), Семихатов с соавторами (2015) отметили также, что ее интерпретация в публикации (Гражданкин, Маслов, 2015) опирается на два допущения, второе из которых предполагает, что “стратиграфический аналог лапландского гляциогоризонта на Среднем Урале представлен четырьмя нижними свитами серебрянской серии, которая со следами размыва залегает на басегской серии и объединяет последовательность согласно залегающих свит: танинской, гаревской, койвинской и бутонской” (Семихатов и др., 2015, с. 24). Однако, по их мнению, в работе (Гражданкин, Маслов, 2015) “коррелируются разномасштабные стратиграфические подразделения, которые имеют различное палеоклиматическое значение... названные свиты серебрянской серии являются отложениями одного ледникового эпизода [правда, аргументов в пользу этого вывода не приведено – А.М.]. Большая мощность трех нижних свит серебрянской серии не является показателем их большого стратиграфического объема [в статье (Маслов и др., 2013) по данным U–Pb изотопных возрастов вулканогенного циркона длительность формирования танинско-керносской последовательности Среднего Урала, включающей два уровня с диамиктитами, оценивается в ~ 30 млн лет, т.е. примерно равна

половине длительности венда – А.М.], а объясняется тем, что они отлагались в краевом прогибе или рифте” (Семихатов и др., 2015, с. 24).

В итоге, привлекая и ряд других соображений, на которых мы здесь не останавливаемся, авторы публикации (Семихатов и др., 2015) сделали вывод, что “приведенные данные не только не позволяют согласиться с мнением Д.В. Гражданкина и А.В. Маслова (2015), что серебрянская серия (кроме завершающей ее разрез керносской свиты) может рассматриваться в качестве гипостратотипа лапландского гляциогоризонта, но и свидетельствуют, что последовательность танинской, гаревской и койвинской свит названной серии, вероятно, является возрастным аналогом формации Мартенснес и относится к гляциогоризонту Гаскье, U–Pb возраст которого... равен 582.4 ± 0.5 млн лет (Hoffman, Li, 2009)” (Семихатов и др., 2015, с. 24). С этим выводом трудно не согласиться, ибо он был ранее сделан и нами (Маслов и др., 2013).

Оценивая все написанное выше, следует иметь в виду по крайней мере два обстоятельства. Во-первых, длительность формирования отложений формации Гаскье составляет менее 3 млн лет (от 583.7 ± 0.5 до 582.1 ± 0.5 млн лет (Гражданкин, Маслов, 2015 и ссылки в этой работе)), тогда как длительность накопления танинско-нижнестаропечинской последовательности Среднего Урала, охватывающей все уровни с диамиктитами названного региона, приближается к 40 млн лет. Во-вторых, по мнению Н.М. Чумакова (1998, 2004 и мн. др.), один из самых полных разрезов лапландского ледникового периода располагается именно на Среднем Урале, где “нижний венд состоит из серебрянской серии и залегающей на ней, местами несогласно, нижней части старопечинской свиты... Серебрянская серия содержит две мощные ледниковые толщи (танинскую и койвенскую свиты), а нижняя часть старопечинской свиты тоже представляет достаточно сложно построенную ледниковую толщу. Серебрянская серия с одной стороны и нижняя часть старопечинской свиты с другой соответствуют, очевидно, двум ледниковым эпохам лапландского ледникового периода. Внутри каждой эпохи могут быть выделены ледниковые века (соответствующие танинской и койвенской свитам, также крупным тиллитовым пачкам нижне-старопечинской подсвиты). В свою очередь танинская и койвенская свиты подразделяются на тиллитовые пачки, которые чередуются с нормальными бассейновыми отложениями, отражающими более короткие межледниковые события. Аналогичные климатические события, с большей или меньшей уверенностью, отмечены и в других... районах развития лапландского гляциогоризонта” (Чумаков, 2004, с. 361).

Из сказанного следует, что серебрянско-нижнестаропечинский интервал Среднего Урала рассматривается Н.М. Чумаковым как полный аналог лапландского гляциогоризонта

Северной Норвегии, т.е. включает ледниковые отложения и гляциопериода Марино, и гляциопериода Гаскье. В то же время в публикациях (Семихатов, 2008а, 2008б) варангерское/лапландское оледенение считалось принадлежащим только гляциопериоду Марино.

По современным представлениям, начало гляциопериода Марино датируется как “не ранее ~654.5 млн лет” (Ma et al., 2023), а окончание $\sim 632 \pm 6$ млн лет назад (Rooney et al., 2015). Таким образом, если серебрянско-нижнестаропечинская последовательность с диамиктитами – это продукт лапландского оледенения (верхи? Марино и Гаскье, точка зрения Н.М. Чумакова, см. далее), то полученная Масловым и др. (2013) изотопная оценка возраста прямо противоречит ее принадлежности всему лапландскому гляциогоризонту. Но серебрянско-нижнестаропечинская последовательность не могла быть сформирована и во время оледенения Гаскье (точка зрения Маслова и др. (2013) и Семихатова с соавторами (2015)), так как ее временные рамки составляют от ~598 до <561 млн лет. Разрубить стягивающийся “гордиев узел” можно, как представляется, только повторным определением возраста пиллоу-базальтов, залегающих в бассейне р. Усьва в основании танинской свиты.

Мимо датировки циркона из базальтов основания танинской свиты серебрянской серии Среднего Урала не прошли и Т.С. Зайцева и др. (2019), которые считают, что “более молодой [чем формации Смальфиорд, Ниборг и Стангенез Северной Норвегии – А.М.] возраст имеет самая молодая популяция цирконов из щелочных базальтов танинской свиты, слагающей основание тиллито-вулканогенно-осадочной серебрянской серии на Среднем Урале (598 ± 6 млн лет, U–Pb LA ICP-MS метод; Маслов и др., 2013). Серебрянская свита традиционно рассматривалась как стратиграфический аналог нижнего венда ашинской серии (Чумakov, 2011). Однако на западной окраине Восточно-Европейской платформы мощный базальтовый покров (с возрастом 590–560 млн лет) перекрывает ледниковые отложения блоньской и глусской свит, слагающие лапландский горизонт. Вероятно, серебрянская серия представляет верхнюю часть лапландского горизонта и стратиграфически ближе к тиллитам Мортенснес и Гаскье. Различие в объеме вендских отложений на Южном и Среднем Урале объясняется сложным палеорельефом, возникшим на Приуральской окраине Восточно-Европейской платформы в раннем венде около 640 млн лет назад” (Зайцева и др., 2019, с. 93).

Анализируя внимательно и приведенную цитату, можно видеть в ней ряд моментов, вызывающих вопросы. Во-первых, серебрянская серия не только “рассматривалась”, но многими продолжает рассматриваться как нижневенденский стратон. Во-вторых, что такое “стратиграфический аналог нижнего венда ашинской серии”? Это, на мой взгляд, весьма

странная конструкция текста. В-третьих, Волынская внутриплитная крупная магматическая провинция (КМП) на западе платформы формировалась, как уже отмечено выше, по современным данным, в период между 580 ± 10 и 547 ± 6 млн лет назад (Krzemińska et al., 2022), т.е. время ее формирования фактически отвечает редкинскому и почти всему котлинскому горизонтам верхнего венда. При таком возрасте Волынской КМП выделявшийся на ее основе волынский горизонт нижнего венда вряд ли имеет право на существование, и не случайно Гражданкин и Маслов (2015, рис. 1) Волынско-Брестскую КМП поместили на уровень редкинского горизонта в его классическом (до выделения беломорского регионаряуса) понимании. В-четвертых, не понятна в приведенной выше цитате и отсылка к мощному базальтовому покрову западной окраины Восточно-Европейской платформы, перекрывающему ледниковые отложения блонской и глусской свит, отвечающие лапландскому горизонту. На Среднем Урале датированные пиллоу-базальты залегают в основании серебрянской серии, а все известные здесь тиллитовидные породы расположены выше по разрезу. Нет в литературе и каких-либо реконструкций палеорельефа Приуральской окраины платформы, возникшего “в раннем венде” 640 млн лет назад. Поэтому представления Зайцевой и др. (2019) о ситуации с датировкой циркона из базальтов основания серебрянской серии не выглядят, на мой взгляд, убедительными. Очевидно, значительно проще было бы предполагать, что серебрянская и сылвицкая серии не исчерпывают на Среднем Урале весь объем венда. Но согласиться со сказанным – значит пойти против более полувековой традиции считать две названные серии вендскими.

ЮЖНЫЙ УРАЛ

Зайцева и др. (2012) установили Rb–Sr возраст “диагенеза погружения” (590–580 млн лет) аутигенного иллита (субфракции 0.3–0.6 мкм), выделенного из глинистых пород толпаровской свиты, что позволяет предполагать, в соответствии с приведенными в (Стратиграфический..., 2006, 2019) изотопными оценками возраста границы нижнего и верхнего венда, наличие на Южном Урале лапландских гляциальных отложений (Гражданкин, Маслов, 2015). Указанная оценка возраста в какой-то мере верифицирует полученные ранее датировки глауконита из бакеевской свиты – 609 млн лет (K–Ar метод; Беккер, 1975) и 617 ± 12 млн лет (Rb–Sr метод; Козлов, Горожанин, 1993).

Позже Зайцева с соавторами (2019) на основе данных минералогического, кристаллохимического и изотопно-геохронологического изучения глобулярных слоистых силикатов глауконит-иллитового ряда из бакеевской свиты, начинающей разрез ашинской серии Южного Урала, сделали вывод, что они представлены Al-глауконитом и иллитом. Rb–

Sr датирование этих образований в сочетании с моделированием распределения катионов в их структуре и сопоставлением с данными мессбауэровской и ИК-спектроскопии позволили получить стратиграфически значимый возраст глауконита бакеевской свиты, равный 642 ± 9 млн лет. Исходя из традиционного (на протяжении многих десятилетий) отнесения ашинской серии к венду (Соколов, 1964, 1972, 1980; Беккер, 1968, 1985; Козлов, 1982; Стратотип..., 1983; Стратиграфические..., 1993 и др.), Зайцева и др. пришли к выводу о том, что “нижняя граница венда на Южном Урале имеет возраст около 640 млн лет” (Зайцева и др., 2019, с. 82). Хотя в двух изданиях Стратиграфического кодекса России (Стратиграфический..., 2006, 2019), как и в дополнениях к нему (Дополнения..., 2000), возраст границы рифея и венда принимается на уровне 600 млн лет. Из сказанного следует, что с формальных позиций бакеевская свита может и, по-видимому, должна считаться не вендской, а верхнерифейской. В таком случае ашинская серия будет не “венской”, а “верхнерифейско-венской” (т.е. будет отвечать не строго одному какому-то крупному временному и историко-геологическому этапу, как это мы часто видим в стратиграфии докембрия (Семихатов, 1974 и др.), а нескольким. Если вспомнить о существовании средне-верхнерифейской белорусской серии (Стратиграфические..., 2010), то все сказанное не столь, возможно, и страшно, но все же достаточно непривычно.

Когда же я и один из моих коллег стали именно так показывать и в публикациях, и в презентациях стратиграфическую принадлежность бакеевской свиты, то столкнулись внезапно с настоятельной рекомендацией: “Читайте Стратиграфический кодекс!”. Признаться, сказанное нас сильно удивило, заставило прочитать кодексы еще раз (и ничего “такого” мы там не нашли), тщательно, строка за строкой, проштудировать посвященные венду работы классиков, а в итоге привело к решению написать эти заметки.

В них я не буду касаться датировок внутририфейских границ, хотя с одной из них, а именно с изотопной оценкой возраста границы среднего и верхнего рифея, ситуация на Южном Урале на протяжении нескольких десятков лет остается весьма неопределенной. Если одни авторы обосновывали в середине 1980-х–начале 1990-х гг. существование постепенного перехода между юрматинской и каратауской серией (типовыми подразделениями среднего и верхнего рифея), то другие в соответствии с результатами хемостратиграфических исследований (и только с учетом их) между авзянской свитой, завершающей разрез юрматинской серии, и зильмердакской свитой, начинающей каратаускую серию, предполагают наличие перерыва длительностью 250–300 млн лет. Годы идут, а указанная неопределенность какого-либо решения/обоснований цифрами изотопного возраста не находит. Что же касается качественной стороны дела, то в самой свежей

публикации на эту тему (Мичурин и др., 2022) показано, что границы практически всех слоев в типовом разрезе тюльменской толщи/подсвиты, считавшейся переходной от авзянской к зильмердакской свите, не стратиграфические, а тектонические (взбросы? надвиги?). Это не позволяет корректно судить о мощности и взаимоотношениях слагающих указанный разрез пород и постепенном переходе между названными стратонами.

ЧИТАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ

В стратиграфическом кодексе СССР (Стратиграфический..., 1977) стратотип (стратотипический разрез) определяется как конкретный разрез стратиграфического подразделения, указанный и описанный в качестве типового, а стратотипом стратиграфической границы “называется выбранный в качестве типового разрез, в котором однозначно фиксируется положение стратиграфической границы между двумя смежными стратиграфическими подразделениями” (Стратиграфический..., 1977, с. 43). Представляется чрезвычайно важным и имеющееся в этом кодексе указание, что стратотип служит эталоном для последующего сравнения с ним того же стратиграфического подразделения или границы смежных подразделений в других районах.

Во втором издании Стратиграфического кодекса (Стратиграфический..., 1992) стратотип – это конкретный разрез (единий или составной) стратона, указанный и описанный в качестве эталонного. Повторено здесь и приведенное в предыдущем издании кодекса (Стратиграфический..., 1977) указание на обязательную необходимость выделения и всесторонней характеристики стратотипа, так как последний выступает в качестве эталона для сравнения с ним того же стратиграфического подразделения в других районах. Стратотип стратиграфической границы (лимитотип) – разрез, выбранный в качестве эталонного, в котором фиксируется положение нижней границы стратона.

В таблице 2 (Стратиграфический..., 1992) приведена Общая стратиграфическая шкала докембрия, принятая на Всесоюзном совещании по общим вопросам расчленения докембрия СССР в 1990 г. (Семихатов и др., 1991) и утвержденная Межведомственным стратиграфическим комитетом в 1991 г. Границы верхнего рифея и венда, а также нижнего и верхнего венда приняты в ней на уровне 650 ± 20 и 620 ± 15 млн лет соответственно.

В увидевших свет на рубеже веков Дополнениях к Стратиграфическому кодексу России (Дополнения..., 2000) в дополнительном приложении 5 указано, что новые определения возраста вулканогенного циркона из до- и посттиллитовых отложений северо-востока Северной Америки и Юго-Восточной Польши (очевидно, что только последний объект отвечает имеющимся в литературе представлениям о стратотипической местности

венда, см. выше) позволяют оценить возраст начала лапландского оледенения, т.е. нижней границы венда, в 600 ± 10 млн лет. Изотопный возраст нижней границы верхнего венда отвечает интервалу 570–555 млн лет. Столь широкий разброс обусловлен противоречивостью датировок, полученных для пограничных горизонтов нижнего и верхнего венда Юго-Восточной Польши, Юго-Восточного Беломорья и Авалонского полуострова Ньюфаундленда. Возраст нижней границы кембрия по подошве томмотского яруса составляет 535 ± 1 млн лет. Эта цифра обоснована данными, полученными в Сибири, Китае, на Ньюфаундленде и в Намибии.

Подробнее указанные вопросы рассмотрены в справочном дополнении 4 (Семихатов, 2000), где отмечено, что пересмотр изотопной оценки возраста нижней границы венда (650 ± 20 млн лет) связан с методической ненадежностью ранее использованных данных. Более надежными представляются данные по Ньюфаундленду (606, 602 и 571 млн лет, U–Pb метод, циркон из туфов ниже и выше тиллитов “с высокой степенью вероятности коррелируемых с лапландскими” (Krogh et al., 1988; Compston, 1994)) и, отчасти, по стратотипической местности венда (Северная Норвегия). В последней для оценки возраста нижней границы венда использованы изотопная оценка возраста катагенетического события в породах рифея, связанного с предтиллитовым перерывом (632 ± 32 млн лет, Rb–Sr изохронный метод), а также максимальный возраст диагенеза (570–550 млн лет, Rb–Sr метод) в вышележащих отложениях (Roberts et al., 1997; Горохов и др., 1998).

Для оценки сказанного важно иметь в виду, что данные по Ньюфаундленду получены U–Pb методом по циркону вулканитов и туфов, но названный регион расположен достаточно далеко от стратотипической местности венда. Напротив, Северная Норвегия – это стратотипическая местность, однако качество использованных для датирования материалов не столь высоко, как в случае Ньюфаундленда (ранее мы уже отмечали (Маслов, 2022), что в разделе по эдиакарскому периоду в хорошо известной монографии “Geologic Time Scale 2020” большинство приведенных в нем изотопных датировок получены по циркону вулканических туфов (Xiao, Narbonne, 2020, table 18.1)).

В дополнении 4 (Дополнения..., 2000) также указано, что U–Pb изотопный возраст вулканогенного циркона из пограничного нижне-верхневенденского интервала Юго-Восточной Польши (Compston et al., 1995) и Юго-Восточного Беломорья (Martin et al., 2000) позволяет считать, что нижняя граница верхнего венда отвечает интервалу 570–555 млн лет, будучи ближе к более древнему значению. В первом из названных регионов U–Pb изотопный возраст наиболее молодых зерен циркона в туфах формации Славатыч составляет 551 ± 4 млн лет, а во втором – 555.3 ± 0.3 млн лет (средневзвешенное значение). По данным,

полученным для Намибии (Saylor et al., 1998), начало варангерского оледенения имело место немногим ранее 590 млн лет назад, а конец – примерно 562 млн лет назад.

Таким образом, и приведенная в дополнении 4 (Дополнения..., 2000) аргументация о возрасте нижних границ венда и верхнего венда в основном базируется на данных, полученных для достаточно далеких от стратотипической местности регионов. Но в итоге эти данные проецируются на стратотип, что не согласуется с ролью последнего в рассмотренных выше версиях Стратиграфического кодекса, где стратотип выступает в качестве эталона для сравнения с ним того же стратиграфического подразделения в других районах, но не противоречит, по всей видимости, сути термина “стратотип стратиграфической границы”.

Третье издание кодекса (Стратиграфический..., 2006), как отмечено в его аннотации, основано на тех же принципах, что и кодексы 1977 и 1992 гг. В нем учтены изменения в требованиях, обусловленные геологической практикой последнего десятилетия, однако, как и следовало ожидать, определения стратотипического разреза и стратотипа стратиграфической границы практически не изменились. Последний желательно выбирать в разрезе, расположенному в стратотипической местности, однако его выбор возможен и в другом регионе (этот тезис присутствовал и в более раннем варианте кодекса). Вместе с тем мне не удалось найти в этом издании кодекса указания на то, что стратотип выступает в качестве эталона для сравнения с ним того же стратиграфического подразделения в других районах; видимо, это подразумевается.

В таблице 3 (Стратиграфический..., 2006) приведена Общая стратиграфическая шкала докембрая (как можно понять из оглавления, это вариант 2000 г., однако, кем и когда он принят, не ясно), в которой возраст нижней границы венда принят на уровне 600 млн лет, а нижней границы верхнего венда – на уровне 570–555 млн лет.

В 2008 г. увидели свет две посвященные рассмотрению стратиграфической шкалы докембрая России публикации (Семихатов, 2008а, 2008б). В них отмечено, что нижняя граница венда, проведенная в основании блонского уровня тиллитов лапландского/варангерского горизонта, имеет “несомненное глобальное значение, так как лапландские тиллиты являются региональными представителями... оледенения Варангер-Марино...” (Семихатов, 2008а, с. 48, 2008б, с. 21). Указано также, что оценка возраста нижней границы венда в 600 ± 10 млн лет “требует более строгого обоснования, так как корреляция тиллитов Гаскье с нижневарангерским (блонским) гляциогоризонтом ныне не может быть принята, а использованные [при установлении возраста нижней границы

лапландского гляциогоризонта – А.М.] трактовки геологического значения Rb–Sr датировок небезусловны” (Семихатов, 2008б, с. 49).

В этих же работах отмечено, что тиллиты танинской свиты Среднего Урала сопоставимы, по данным Н.М. Чумакова (Chumakov, 2007), с блонскими, т.е. наиболее низкими в разрезе вильчанской серии Беларуси подобными образованиями. Возраст танинских тиллитов моложе 671 ± 24 и древнее 569 ± 42 млн лет [эти цифры заимствованы из публикаций (Петров и др., 2005; Ронкин и др., 2006) – А.М.], а дополнительные сведения об изотопном возрасте лапландского гляциогоризонта, нижняя граница которого является нижней границей венда, дает его корреляция [на это следует еще раз обратить внимание – “его корреляция”, а не “корреляция с ним” – А.М.] с тиллитами Наньто Южного Китая, относимыми всеми исследователями к уровню Варангера–Марино. Возраст тиллитов устанавливается как по биостратиграфическим и Схемостратиграфическим данным, так и определяется U–Pb изотопными датировками вулканогенного циркона из ниже- и вышележащих отложений (Семихатов, 2008а и ссылки в этой работе). Анализ приведенных данных позволил М.А. Семихатову сделать вывод, что формирование варангерских тиллитов имело место 663–635 млн лет назад, хотя “для точного датирования их нижней границы данных пока нет. Видимо, они близки к 650 млн лет” (Семихатов, 2008а, с. 24).

В третьем, исправленном и дополненном, издании кодекса (Стратиграфический..., 2019) указано, что стратотип стратиграфического подразделения должен представлять собой единый или составной разрез стратона, позволяющий единообразно установить его объем, общую характеристику и положение границ. Стратотип стратиграфической границы – выбранный эталонным разрезом, в котором зафиксировано положение нижней границы стратона.

В таблице 3 в данном издании кодекса также приведена Общая стратиграфическая шкала докембра, в примечании к которой отмечено, что она уточнена по материалам, опубликованным в (Дополнения..., 2000). Так же как и в кодексе 2006 г., нижняя граница венда имеет в шкале возраст 600 млн лет, а нижняя граница верхнего венда – 555–570 млн лет.

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ТИПОВЫХ РАЗРЕЗАХ НИЖНЕГО ВЕНДА

В стратиграфическом словаре (Стратиграфический..., 1994) лапландский гляциогоризонт имеет следующее определение (автор – Н.М. Чумаков): это приблизительно одновозрастные ледниковые отложения Северной и Восточной Европы, Шпицбергена и Восточной Гренландии. Стратотип его – нижняя часть серии Вестертана, Северная Норвегия,

объединяющая тиллит Смаль-фьорд, свиту Нюборг и тиллит Мортенснес. Гляциогоризонт сложен континентальными и морскими тиллитами (рис. 3), флювио- и лимногляциальными, эоловыми и морскими терригенными отложениями. Они несогласно залегают на породах верхнего рифея и более древних отложениях, несогласно или согласно перекрыты волынской или валдайской сериями. Возрастные рамки лапландского гляциогоризонта во время подготовки Stratigraphического словаря (начало 1990-х гг.) оценивались как $650 \pm 20\ldots 620 \pm 10$ млн лет (Краснобаев, Семихатов, 1986; Бибикова и др., 1989). В наиболее полных разрезах (Северная Норвегия, Оршанская впадина и др.) он состоит из нижнего ледникового, среднего межледникового и верхнего ледникового подгоризонтов, т.е. стратиграфических уровней с тиллитами здесь два, хотя хорошо индивидуализированных пачек с тиллитами по крайней мере четыре (рис. 4).

Рис. 3. Тиллиты, диамиктиты, подводно-оползневые гляциогенные образования и тиллитовидные конгломераты из отложений верхнего докембрия Северной Норвегии, Оршанской впадины, Южного и Среднего Урала.

Рис. 4. Положение ледниковых и ледниково-морских отложений в разрезах верхнего докембрия Северной Норвегии, Оршанской впадины, Южного и Среднего Урала (пояснения в тексте) (а) и конструкция переходных интервалов докембрий/фанерозой в Общей стратиграфической шкале (Стратиграфический..., 2019) (б) и Международной хроностратиграфической шкале (<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChert2024-12.pdf>) (в).

Н.М. Чумаков, исходя из своего опыта исследования на протяжении многих десятилетий ледниковых отложений, также отмечает: “Возраст большинства ледниковых горизонтов Европы устанавливается достаточно условно и в широком стратиграфическом диапазоне как вендский. Основанием для этого является главным образом их стратиграфическое положение. Палеонтологические находки и радиоизотопные датировки в ледниковых отложениях этого региона очень редки. Положение ледниковых отложений внутри вендской системы и корреляции их между собой в настоящее время лишь предполагаются на основании обрывочных хемостратиграфических данных, литостратиграфического сходства разрезов и, в значительной степени, на основании традиций... Следует подчеркнуть, что подобная ситуация с датировкой ледниковых

горизонтов Европы наглядно отражает трудности, существующие при изучении докембрийских оледенений во многих других регионах мира” (Чумаков, 2015, с. 49).

Обратимся теперь к краткой характеристике типовых разрезов нижнего венда, к которым приведенный выше вывод Н.М. Чумакова приложим в полной мере. В отечественной литературе стратотип лапландского гляциогоризонта описан неоднократно. Ниже мы кратко повторим его характеристику с учетом данных самых последних зарубежных публикаций.

В регионе Танафьорд–Варангерфьорд в Северной Норвегии на породах кристаллического фундамента несогласно залегает преимущественно алюмосиликокластическая последовательность (мощность ~4 км), объединяющая аллювиальные и мелководно-морские отложения, а также два уровня тиллитов (Banks et al., 1971; Siedlecka, Roberts, 1992; Stordal et al., 2025 и ссылки там). Она подразделяется снизу вверх на разделенные несогласиями (Rice et al., 2012) серии Вадсё, Танафьорд и Вестертана. Последняя к западу от п-ва Варангер перекрыта кембрийско-ордовикской серией Дигермуль (Banks et al., 1971 и др.).

Серия Вадсё (мощность 590–960 м) объединяет семь формаций, сложенных преимущественно мелководно-морскими образованиями (Rice et al., 2012). Возраст ее, по данным исследования акритарх, тоний–поздний криогений (Vidal, 1981; Rice et al., 2012).

Серия Танафьорд (мощность 1450–1670 м) также состоит из семи формаций, накапливавшихся в мелководно-морских и себховых (формация Грасдален) обстановках (Rice et al., 2012). Возраст серии Танафьорд, скорее всего, криогениевый, как это следует из результатов анализа микрофоссилий и ее близкого положения к тиллитам гляциопериода Марино серии Вестертана (Vidal, 1981; Rice et al., 2012; Zhang et al., 2015).

Серия Вестертана (1320–1660 м) объединяет формации Смалфьорд (2–5 м), Нюборг (200–400 м), Мортенснес (10–60 м), Стаппогиедди (505–545 м) и Брейдвика (600 м). Граница эдиакария и кембрия проходит внутри верхней, третьей снизу, пачки формации Стаппогиедди (Zhang et al., 2015). Необходимо отметить, что формация Смалфьорд рассматривается как позднекриогениевое подразделение, а верхи формации Стаппогиедди и формация Брейдвика считаются кембрийскими. В основании серии Вестертана наблюдается региональное несогласие. Присутствующие в составе серии тиллиты обычно считаются продуктами глобального оледенения Марино (формация Смалфьорд, три пачки, разделенные песчаниками (Чумаков, 2015)) и регионального оледенения Гаскье (формация Мортенснес) (Rice et al., 2012; Чумаков, 2015; Stordal et al., 2025 и ссылки в этой работе). Такие сопоставления основаны на сравнении данных о величинах $\delta^{13}\text{C}$ в доломитах формации

Нюборг и кривой $\delta^{13}\text{C}$ неопротерозойской морской воды. Сведений об изотопном возрасте указанных диамиктитов до сих пор немного. В публикациях (Гражданкин, Маслов, 2015; Чумаков, 2015 и др.) отмечено, что Rb–Sr систематика субфракции <0.1 мкм иллита, сформированного при диагенезе погружения, позволяет считать возраст формации Смалфьорд моложе ~ 630 млн лет, а возраст диамиктитов формации Мортенснес древнее ~ 560 млн лет. Эти данные впервые опубликованы в работах (Горохов и др., 1998; Gorokhov et al., 2001) и не были дополнены чем-то еще до настоящего времени.

На западе Восточно-Европейской платформы типовые разрезы лапландского ледникового (вильчанская серия) и волынского эфузивно-пирокластического горизонтов (волынская серия) расположены в Оршанской и Волынской впадинах (Стратиграфия..., 1979; Аксенов, 1985 и др.). Вильчанская серия залегает с размывом и несогласием на различных толщах полесской/белорусской серии верхнего рифея и кристаллическом фундаменте. Она объединяет блонскую и глусскую свиты. Блонская свита (мощность более 200 м) содержит в нижней части ледниковые породы, а выше – доломиты и песчаники. Глусская свита (до 300 м и более) несогласно перекрывает блонскую свиту и сложена тремя пачками тиллитов и тиллов (рис. 3), чередующимися с флювио- и озерно-гляциальными песчаными и песчано-глинистыми образованиями (Чумаков, 1978, 2011; Стратиграфия..., 1979 и др.). Исходя из сходства стратиграфического положения и генезиса отложений считается, что нижнюю часть блонской свиты и глусскую свиту можно коррелировать соответственно с формациями Смалфьорд и Мортенснес Северной Норвегии (Чумаков, 1971, 1978, 2011 и др.). Таким образом, глусская свита Беларуси, очевидно, принадлежит оледенению Гаскье (Чумаков, 2015 и др.), а блонская свита может быть сопоставлена с ледниковыми образованиями гляциопериода Марино. Это, однако, посвитная корреляция, фактически же здесь четыре уровня с тиллитами (три верхних из них принадлежат стратону, отделенному от подстилающего несогласием, см. рис. 1), и формально сопоставлять их с тиллитами Северной Норвегии можно по-разному.

На вильчанской серии в Оршанской впадине с размывом залегают либо свислочская/ратаичицкая туфогенно-осадочная свита, относимая многими к волынской серии, либо породы фанерозоя (Аксенов, 1985). Волынская серия сложена туффитами, вулканомиктовыми гравелитами, гравийно-галечными конгломератами, песчаниками и алевролитами, аркозовыми песчаниками, базальтами, долеритобазальтами, лавобрекчиями и туфами основного и смешанного состава, андезидацитами, дацитами, трахириодацитами, долеритами, глинистыми алевролитами и глинами. Как отмечено Е.М. Аксеновым (1985), преобладание в разрезах указанного стратона эфузивных и пирокластических пород в

значительной мере затрудняет выделение волынского горизонта в других районах платформы, где его возможные возрастные аналоги “в таком формационном выражении” отсутствуют. Еще одно проблема – изменение с течением времени представлений о возрастных рамках формирования вулканогенных образований волынской серии и ее аналогов. Если на первых этапах они характеризовались изотопными оценками возраста в интервалах 520–630 и 1038–1120 млн лет (Аксенов, 1985), то позднее время ее формирования стало оцениваться как 551 ± 4 млн лет (Compston et al., 1995), $573 \pm 14\ldots 567 \pm 61$ млн лет (Shumlyansky et al., 2015) и $580 \pm 10\ldots 547 \pm 6$ млн лет (Krzemińska et al., 2022), т.е. фактически сейчас возраст волынской серии отвечает всему редкинскому горизонту и части котлинского горизонта верхнего венда.

В стратиграфических схемах докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси (Стратиграфические..., 2010) нижняя граница венда (600 ± 10 млн лет) проведена по подошве вильчанской серии, а верхняя – по подошве ровенского горизонта, т.е. последний рассматривается уже не как вендский, а как кембрийский стратон. В соответствии с ранее высказанными представлениями о том, что вильчанская и волынская серии представляют два различных маркирующих горизонта – лапландский и волынский, в указанных стратиграфических схемах в верхней части нижнего венда выделен лиозненский горизонт, которому отвечают лиозненская, гирская и видиборская свиты волынской серии, рассматривающиеся как разнофациальные, но одновозрастные стратоны. Нижней части нижнего венда, не имеющей в схемах собственного названия (т.е. лапландский горизонт в схемах отсутствует), отвечают вильчанская серия, а также горбашевская и лукомльская/ратаичитская/клецкая свиты (три последние считаются разнофациальными одновозрастными литостратиграфическими единицами) волынской серии. Вильчанская серия рассматривается как покровно-ледниковая формация. Изотопные оценки возраста для нее до настоящего времени отсутствуют (Голубкова, Гражданкин, 2025).

На западном склоне Среднего Урала в Кваркушско-Каменногорском мегантиклинории тиллитовидные конгломераты/диамикиты/ледниковые отложения известны среди отложений танинской, койвинской, керносской и старопеччинской свит (Чумаков, 1978, 2015; Аблазин и др., 1982; Стратотип..., 1983; Гражданкин и др., 2009 и др.) (см. рис. 3). С учетом того, что только в танинской свите присутствуют три хорошо обособленных их пачки (Аблазин и др., 1982; Стратотип..., 1983 и др.), общее число уровней тиллитов и им подобных образований на Среднем Урале составляет минимум шесть. Из них только стратиграфически самый высокий, нижнестаропеччинский, залегает выше поверхности несогласия (рис. 4). Вариантов для сопоставления с типовым разрезом

лапландского гляциогоризонта Северной Норвегии здесь значительно больше, чем в случае Оршанской впадины Беларуси.

На Южном Урале несомненно ледниковые отложения/тиллиты известны как на западном (толпаровская и суировская свиты), так и на восточном (кургашлинская свита) крыльях Башкирского мегантиклинория (Чумаков, 1978, 1998 и др.). На западном крыле названной структуры описаны и марино-гляциальные образования (Горожанин, Канипова, 2017а, 2017б; Горожанин и др., 2019).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, внимательное прочтение кодексов и ряда “сопровождающих их” публикаций позволяет сделать по крайней мере несколько выводов. Первый состоит в том, что именно стратотип того или иного стратона является тем объектом/эталоном, с которым следует сравнивать все остальные соответствующие по геологическому возрасту отложения других регионов, для того чтобы понять, насколько они похожи или отличаются от него. Вывод этот предельно банален и встречается во всех учебниках по стратиграфии (Степанов, Месежников, 1979; Практическая..., 1984; Прозоровский, 2003, 2010; Амон, 2008; Плакс, 2017 и др.), так как прямо транслируется в них из стратиграфических кодексов разных лет. Вывод второй также достаточно очевиден – в докембрийской стратиграфии исследователи часто либо пренебрегают прямыми сопоставлениями тех или иных стратонов со стратотипом, так как оснований для них в силу определенной специфики стратонов недостаточно, либо прибегают к обратному приему, когда характеристики достаточно удаленных от стратотипов объектов “переносятся” на них. Яркая иллюстрация сказанного – оценка возраста варангерских тиллитов Северной Норвегии по возрасту тиллитов Наньто Южного Китая. Но делается это, как нетрудно видеть из приведенного выше обзора, в полном соответствии с требованиями стратиграфических кодексов. Правда, иногда оказывается, что ранее “совершенно точно” коррелируемые между собой интервалы/объекты через какое-то время становятся разделенными непреодолимой пропастью. Но процесс познания движется вперед, и объяснения “временному ослеплению” всех или большинства специалистов всегда находятся. Третий вывод предельно региональный: исходя из современной изотопной оценки возраста границы рифея и венда в Стратиграфическом кодексе России, бакеевская свита ашинской серии Южного Урала является верхнерифейским стратоном. Но что тогда нижний венд в этом регионе? Наконец, еще один вывод состоит в том, что ряд положений действующего Стратиграфического кодекса, особенно те, что

касаются датировок границ докембрийских подразделений, хотя и стабильны на протяжении нескольких десятилетий, но категорически отстали от реальности.

Реальность же такова, что рассматриваемая нами в данной работе изотопная оценка возраста нижней границы венда успела побывать достаточно древней, затем заметно омолодилась, а сейчас вновь демонстрирует устойчивый тренд к удревнению. Так ли это на самом деле, сказать трудно, но факт остается фактом – кодекс не успевает за современными достижениями изотопной геохронологии. В том, что это на ~90% не нужно, сомнений у меня нет (основной корпус положений кодекса должен быть стабилен, обеспечивая устойчивость геологосъемочных работ и других, смежных с ними исследований в области наук о Земле). Но вот для соответствия фактическому уровню знаний остальных ~10% информации в кодексе нужно искать какой-то новый формат, в том числе, по-видимому, создавать постоянно обновляемый ресурс в интернете, в котором фактический материал по новым датировкам и изотопным оценкам возраста был бы столь же обоснован, как и тот, что приводится в рецензируемых периодических изданиях и принимается комиссиями МСК и самим Межведомственным стратиграфическим комитетом. Возможно, поддерживать такой ресурс мог бы Институт геологии и геохронологии докембria РАН (Санкт-Петербург).

Если этого не сделать, то мы постоянно будем сталкиваться в будущем с ситуацией, описанием которой я хочу закончить эти заметки. При подготовке к печати работы (Маслов, Подковыров, 2021) мы с В.Н. Подковыровым оказались перед необходимостью при характеристике стратотипического разреза рифея обосновывать достаточно очевидные нам, как долгое время работающим с этим объектом, изотопные оценки возраста нижних границ всего рифея и рифея среднего, не отвечавшие, по мнению одного из рецензентов, тем, что указаны в Стратиграфическом кодексе (кстати, в кодексе эта ситуация никак не описана, как не описаны и действия исследователей, попавших в нее). Пришлось ссылаться на то, что изотопные оценки возраста одних границ в верхнедокембрийской последовательности западного склона Южного Урала мы принимаем в соответствии с кодексом, а другие – в соответствии с полученными после его публикации новыми данными. Не уверен, что это правильно на 100%, но рецензент в итоге не возражал, хотя формально имел на это полное право. С тех пор во всех публикациях, так или иначе посвященных стратотипу рифея, приходится писать, что “возраст нижних границ среднего и нижнего рифея показан в соответствии с современными представлениями [xx, xx, xx]”. Кстати, со времени публикации этих представлений прошло 12 лет, а изменения в кодекс, даже касающиеся стратотипа (!) рифея, так и не внесены. И трудно сказать – будут ли?

Возможно, это связано в какой-то мере с тем, что на пике исследований (1970-е–начало 1990-х гг.) верхнедокембрийских отложений СССР ими занимались десятки блестящих специалистов. Одному только венду Восточно-Европейской платформы и прилегающих складчатых областей были посвящены в те годы публикации Б.Д. Аблизина, Е.М. Аксенова, Е.А. Асеевой, Ю.Р. Беккера, В.Я. Бессоновой, Н.Г. Боровко, Е.П. Брунс, П.Д. Букатчука, В.А. Великанова, Н.В. Веретенникова, Б.И. Власова, Н.А. Волковой, А.Н. Гейслера, М.Б. Гниловской, И.Н. Голуб, И.М. Горохова, Ю.А. Гуреева, З.П. Ивановой, А.А. Ищенко, Б.М. Келлера, В.В. Кирсанова, А.А. Клевцовой, А.В. Копелиовича, Л.В. Коренчук, М.Л. Клюжиной, И.А. Кожемякиной, Ф.А. Курбацкой, Н.С. Лагутенковой, А.Г. Лапцевич, А.С. Махнача, К.А. Менс, С.В. Младших, А.М. Оганесовой, Л.Б. Паасикиви, В.М. Палий, Э.А. Пирруса, Л.В. Пискуна, И.Е. Постниковой, В.Ф. Сакалаускаса, М.А. Семихатова, И.А. Сиверцевой, Б.С. Соколова, Л.Ф. Солонцова, А.В. Сочавы, А.Ф. Станковского, К.Р. Тимергазина, М.А. Федонкина, В.В. Хоментовского, И.К. Чепиковой, Н.М. Чумакова, Е.Д. Шепелевой, В.И. Шкуратова, П.Л. Шульги, К.Э. Якобсона, Т.В. Янкаускаса и многих других исследователей. Сейчас ситуация принципиально иная – специалистов, знающих досконально и разрезы, и историю исследований венда бывшего СССР, можно пересчитать по пальцам одной, наверное, руки...

Благодарности. Замечания и советы В.Н. Подковырова и А.Б. Котова во многом способствовали существенному улучшению рукописи. Автор также признателен В.М. Горожанину и А.Б. Кузнецovу за ряд предоставленных фотографий тиллитов/диамиктов кургашлинской и глусской свит и С.А. Дубу за помощь в поиске необходимой информации.

Источники финансирования. Исследования проведены в рамках госзадания ГИН РАН (тема FMMG-2023-0004).

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аблизин Б.Д., Клюжина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М. Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. 140 с.

Аксенов Е.М. Вендр Восточно-Европейской платформы // Вендрская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. С. 3–34.

Аксенов Е.М., Келлер Б.М., Соколов Б.С., Солонцов Л.Ф., Шульга П.Л. Общая схема стратиграфии верхнего докембрия Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1978. № 12. С. 17–34.

Амон Э.О. Стратиграфия. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2008. 366 с.

Беккер Ю.Р. Позднедокембрийская моласса Южного Урала. Л.: Недра, 1968. 160 с.

Беккер Ю.Р. О выделении бакеевских отложений в стратотипическом разрезе рифея // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1975. № 6. С. 125–129.

Беккер Ю.Р. Новое местонахождение фауны эдиакарского типа на Урале // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254. № 2. С. 480–482.

Беккер Ю.Р. Венд Урала // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. С. 76–83.

Бибикова Е.В., Лобач-Жученко С.Б., Семихатов М.А. Геохронологическая шкала докембрия Восточно-Европейской платформы и ее обрамления // Изв. АН СССР. 1989. Сер. геол. № 4. С. 8–22.

Голубкова Е.Ю., Гражданкин Д.В. Региональная стратиграфическая схема венда Восточно-Европейской платформы: проблемы и пути совершенствования // Бюллетень Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. 2025. Вып. 7. С. 28–36.

Горожанин В.М., Канирова З.А. Литологические индикаторы марино-гляциального генезиса отложений байназаровской свиты венда (Криволукский грабен Башкирского мегантиклинория, Южный Урал) // Геологический сборник № 13 ИГ УНЦ РАН. СПб.: Свое издательство, 2017а. С. 34–43.

Горожанин В.М., Канирова З.А. Подводно-оползневые горизонты в марино-гляциальных отложениях толпаровской свиты неопротерозоя (Южный Урал) // Геологический сборник № 14 ИГ УНЦ РАН. СПб.: Свое издательство, 2017б. С. 3–11.

Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канирова А.А., Биктимерова З.Р. Литологические особенности диамиктов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал) // Геологический сборник № 12 ИГ УНЦ РАН. СПб.: Свое издательство, 2015. С. 23–34.

Горожанин В.М., Мичурин С.В., Войкина З.А., Шарипова А.А., Биктимерова З.Р., Султанова А.Г. Мариногляциальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембрия (реки Зилим и Малый Толпар) // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 69–92.

Горохов И.М., Робертс Д., Сидлецка А., Мельников Н.Н., Турченко Т.Л. Rb-Sr-геохронология неопротерозойских аргиллитов полуострова Варангер, Северная Норвегия //

Осадочные формации докембрия и их рудоносность. СПб.: ИГГД РАН, 1998. С. 18.

Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Крупенин М.Т. Строение и этапы формирования вендинских отложений сылвицкой серии западного склона Среднего Урала // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17. № 5. С. 20–40.

Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Место венда в Международной стратиграфической шкале // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 4. С. 703–717.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.

Жданов А.В. Легенда Уральской серии листов Госгеолкарты-1000/3 (актуализированная версия). СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 380 с.

Зайцева Т.С., Горюхов И.М., Кузнецов А.Б., Константинова Г.В., Турченко Т.Л., Мельников Н.Н. Rb–Sr изотопная систематика глинистых минералов из осадочных пород венда Южного Урала // Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина. Т. II. СПб.: СПбГУ, 2012. С. 57–59.

Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Горожанин В.М., Горюхов И.М., Ивановская Т.А., Константинова Г.В. Основание венда на Южном Урале: Rb–Sr возраст глауконитов бакеевской свиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 5. С. 82–96.

Карпухина Е.В., Первов В.А., Журавлев Д.З., Лебедев В.А. Возраст мафит-ультрамафитового магматизма западного склона Урала (первые Sm–Nd и Rb–Sr данные) // Докл. АН. 1999. Т. 369. № 6. С. 809–811.

Келлер Б.М., Вейс А.Ф., Горожанин В.М. Толпаровский разрез верхнего докембра (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 9. С. 119–124.

Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. М.: Наука, 1982. 128 с.

Козлов В.И., Горожанин В.М. К вопросу о выделении бакеевской свиты и о возрасте базальных слоев ашинской серии Южного Урала. Уфа: УНЦ РАН, 1993. С. 14–23.

Краснобаев А.А., Семихатов М.А. Геохронологическая шкала верхнего протерозоя (рифеля и венда) СССР: современное состояние // Методы изотопной геологии и геохронологическая шкала. М.: Наука, 1986. С. 159–183.

Кузнецов А.Б., Семихатов М.А., Горюхов И.М. Возможности стронциевой изотопной хемостратиграфии в решении проблем стратиграфии верхнего протерозоя (рифеля и венда) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 6. С. 3–26.

Кузнецов Н.Б., Шацилло А.В. Первые находки скелетных фоссилий в куккараукской свите ашинской серии Южного Урала и их значение для определения началаprotoуральско-тиманской коллизии // Докл. АН. 2011. Т. 440. № 3. С. 378–383.

Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В., Маслов А.В., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Каныгина Н.А., Дубенский А.С., Белоусова Е.А. Первые результаты U–Pb датирования детритовых цирконов из песчаников верхневендской бакеевской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) // Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2019. С. 305–310.

Кузнецов Н.Б., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Романюк Т.В., Белоусова Е.А., Сысоева А.О., Дубенский А.С., Шешуков В.С., Ляпунов С.М. Характер распределения U–Pb изотопного возраста зерен детритового циркона из обломочных пород бакеевской свиты (нижний элемент сводного разреза ашинской серии) Башкирского поднятия (Южный Урал) // Тектоника и геодинамика земной коры и мантии: фундаментальные проблемы – 2022. Материалы LIII Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2022. С. 244–249.

Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Средний и Южный Урал. М.: ПИН РАН, 2018. 190 с.

Маслов А.В. Некоторые особенности ранневендской седиментации на Южном и Среднем Урале // Литология и полезн. ископаемые. 2000. № 6. С. 624–639.

Маслов А.В. Венд Южного Урала: обзор исследований начала XXI века // Литосфера. 2022. Т. 22. № 4. С. 409–431.

Маслов А.В., Подковыров В.Н. Типы рек, питавших в рифее седиментационные бассейны юго-восточной окраины Сибирской платформы: эскиз реконструкции // Тихоокеанская геология. 2021. Т. 40. № 4. С. 99–117.

Маслов А.В., Вовна Г.М., Киселёв В.И., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т. U–Pb-систематика обломочных цирконов из отложений серебрянской серии Среднего Урала // Литология и полезн. ископаемые. 2012. № 2. С. 180–196.

Маслов А.В., Меерт Дж., Левашова Н.М., Ронкин Ю.Л., Гражданкин Д.В., Кузнецов Н.Б., Крупенин М.Т., Федорова Н.М., Ипатьева И.С. Новые данные о возрасте ледниковых отложений венда Среднего Урала // Докл. АН. 2013. Т. 449. № 3. С. 322–327.

Мичурин С.В., Крупенин М.Т., Шиянова Е.О., Савельев Д.Е., Горожанин В.М., Дуб С.А., Казбулатова Г.М., Шарипова А.А., Ахмедова Р.Р. Разрез тюльменской подсвиты авзянской свиты среднего рифея (хр. Белягуш, Южный Урал): геология, стратиграфия, магматические образования // Геологический вестник. 2022. № 3. С. 16–33.

Младиших С.В., Аблизин Б.Д. Стратиграфия верхнего докембрия западного склона Среднего Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 2. С. 67–80.

Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства. Всероссийское совещание, 23–25 мая 2013 г., Москва. Сборник статей. Отв. ред. Федонкин М.А. М.: ГИН РАН, 2013. 408 с.

Петров Г.А., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л. Допалеозойские магматические комплексы Кваркушско-Каменноморского мегантиклинория (Средний Урал): новые данные по геохимии и геодинамике // Литосфера. 2005. № 4. С. 42–69.

Практическая стратиграфия. Ред. Никитин И.Ф., Жамойда А.И. Л.: Недра, 1984. 320 с.

Плакс Д.П. Основы стратиграфии. Минск: БНТУ, 2017. 259 с.

Прозоровский В.А. Общая стратиграфия. М.: Издательский центр “Академия”, 2010. 208 с.

Прозоровский В.А. Начала стратиграфии. СПб.: Изд-во СПбУ, 2003. 228 с.

Пучков В.Н. О возрасте ашинской серии Южного Урала // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Уфа: ДизайнПресс, 2012. С. 47–51.

Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Ратов А.А. Отложения нижнего венда на Южном Урале: особенности состава и строения // Геологический сборник № 11 ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПресс, 2014. С. 22–36.

Ронкин Ю.Л., Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Мизенс Г.А., Матуков Д.И., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Лепихина О.П., Корнилова А.Ю. U–Pb (SHRIMP-II) возраст цирконов из пепловых туфов чернокаменской свиты сылвицкой серии венда (Средний Урал) // Докл. АН. 2006. Т. 411. № 3. С. 354–359.

Рязанцев А.В., Разумовский А.А., Новиков И.А., Куртукова А.И., Каныгина Н.А., Яшунский Ю.В., Дубенский А.С., Шешуков В.С. Возраст вулканических туфов в разрезах басинской и зиганской свит ашинской серии венда (эдиакария) на Южном Урале: результаты U–Th–Pb (SIMS и LA-ICP-MS) датирования акцессорного циркона // Докл. РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 508. № 1. С. 68–78.

Семихатов М.А. Стратиграфия и геохронология протерозоя. М.: Наука, 1974. 302 с.

Семихатов М.А. Уточнение оценок изотопного возраста нижних границ верхнего рифея, венда, верхнего венда и кембрия // Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 95–107.

Семихатов М.А. Верхний докембрий // Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008а. С. 15–27.

Семихатов М.А. Хроностратиграфия и хронометрия: конкурирующие концепции общего расчленения докембрия // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2008б. Т. 83. Вып. 5. С. 36–58.

Семихатов М.А., Шуркин К.А., Аксенов Е.М., Беккер Ю.Р., Бибикова Е.В., Дук В.Л., Есипчук К.Е., Карсаков Л.П., Киселев В.В., Козлов В.И., Лобач-Жученко С.Б., Негруца В.З., Робонен В.И., Сезько А.И., Филатова Л.И., Хоментовский В.В., Шемякин В.М., Щульдинер В.И. Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 4. С. 3–13.

Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Чумаков Н.М. Изотопный возраст границ общих стратиграфических подразделений верхнего протерозоя (рифея и венда) России: эволюция взглядов и современная оценка // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23. № 6. С. 16–27.

Соколов Б.С. Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия (Междунар. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Пробл. 10). М.: Наука, 1964. С. 135–150.

Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли // Палеонтология (Междунар. геол. конгресс. XXIV сессия. Докл. сов. геол. Пробл. 7). М.: Наука, 1972. С. 114–123.

Соколов Б.С. Венд Русской платформы; его границы расчленения и стратиграфические аналоги // Тезисы докладов совещания по верхнему докембрию (рифею) Русской платформы. М.: Наука, 1974. С. 3–10.

Соколов Б.С. Вендская система: предкембрийская геобиологическая среда // Палеонтология. Стратиграфия (Междунар. геол. конгресс. XXVI сессия. Докл. сов. геологов). М.: Наука, 1980. С. 9–21.

Соколов Б.С. Вендская система и “неопротерозой-III” // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 6. С. 51–67.

Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований). Л.: Недра, 1979. 424 с.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Объяснительная записка. Екатеринбург: МСК России, 1993. 152 с. и 151 схема.

Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка. Минск: ГП “БелНИГРИ”, 2010. 282 с.

Стратиграфический кодекс СССР. Временный свод правил и рекомендаций. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 80 с.

Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, МСК, 1992. 120 с.

Стратиграфический кодекс России. Издание третье. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. 96 с.

Стратиграфический словарь. Верхний докембрий (Северная Евразия в границах бывшего СССР). М.: Наука, 1994. 351 с.

Стратиграфия верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. 236 с.

Стратотип рифея. Палеонтология. Палеомагнетизм. М.: Наука, 1982. 176 с.

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. М.: Наука, 1983. 184 с.

Суслов С.Б., Зорин В.Н., Кинев А.Н. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200000. Издание второе. Серия Пермская. Лист О-40-XVII. Объяснительная записка. Пермь: Пермское государственное предприятие “Геокарта”, 2002. 172 с.

Чумаков Н.М. Вендское оледенение Европы и Северной Атлантики // Докл. АН СССР. 1971. Т. 198. № 2. С. 419–422.

Чумаков Н.М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды. М.: Наука, 1978. 202 с.

Чумаков Н.М. Опорный разрез вендских ледниковых отложений Южного Урала (кургашлинская свита Криволукского грабена) // Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. М.: Наука, 1998. С. 138–153.

Чумаков Н.М. Ледниковый и безледниковый климат в докембрии // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек. М.: Наука, 2004. С. 352–364.

Чумаков Н.М. Африканская ледниковая эра позднего протерозоя // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 1. С. 3–23.

Чумаков Н.М. Оледенения Земли: история, стратиграфическое значение и роль в биосфере. М.: ГЕОС, 2015. 160 с.

Чумаков Н.М., Сергеев В.Н. Проблема климатической зональности в позднем докембрии. Климат и биосферные события // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек. М.: Наука, 2004. С. 271–289.

Banks N.L., Edwards M.B., Geddes W.P., Hobday D.K., Reading H.G. Late Precambrian and Cambro-Ordovician sedimentation in East Finnmark // Norges Geol. Undersokelse. 1971. V. 269. P. 197–236.

Chumakov N.M. Climates and climate zonation of the Vendian: geological evidence // The rise and fall of the Ediacaran biota. Geol. Soc. London. Spec. Publ. 2007. V. 286. P. 15–26.

Compston W. Time points within the Vendian by ion microprobe // U.S. Geol. Serv. 1994. Circular 1607. P. 65.

Compston W., Sambridge M.S., Reinfank R.F., Moczydeowska M., Vidal G., Claesson S.
Numerical ages of volcanic rocks and the earliest faunal zone within the Late Precambrian of east Poland // J. Geol. Soc. 1995. V. 152. P. 599–611.

Gorokhov I.M., Siedlecka A., Roberts D., Melnikov N.N., Turchenko T.L. Rb–Sr dating of diagenetic illite in Neoproterozoic shales, Varanger Peninsula, northern Norway // Geol. Mag. 2001. V. 138. № 5. P. 541–562.

Hoffman P.F., Li Z.-X. A palaeogeographic context for Neoproterozoic glaciations // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2009. V. 277. № 3/4. P. 158–172.

Krogh T.E., Strong D.F., O'Brien S.J., Papizik V.S. Precise U–Pb zircon dates from the Avalon terrain, Newfoundland // Can. J. Earth Sci. 1988. V. 25. № 4. P. 442–453.

Krzemińska E., Poprawa P., Pacześna J., Krzemiński L. From initiation to termination: the evolution of the Ediacaran Volyn large igneous province (SW East European Craton) constrained by comparative geochemistry of proximal tuffs versus lavas and zircon geochronology // Precambrian Res. 2022. V. 370. 106560.

Ma X., Wang J., Wang Z., Algeo T.J., Chen C., Cen Y., Yin Q.-Z., Huang C., Xu L., Huang C., Chen D. Geochronological constraints on Cryogenian ice ages: zircon U–Pb ages from a shelf section in South China // Global Planet. Change. 2023. V. 222. 104071.

Martin M.W., Grazhdankin D.V., Bowring S.A., Evans D.A.D., Fedonkin M.A., Kirschvink J.L. Age of Neoproterozoic bilatarian body and trace fossils, White Sea, Russia: implications for Metazoan evolution // Science. 2000. V. 288. P. 841–845.

Rice A.H.N., Edwards M.B., Hansen T.A. Neoproterozoic glacial and associated facies in the Tanafjord-Varangerfjord Area, Finnmark, North Norway // Geol. Soc. Am. 2012. Field Guide 26. 82 p.

Roberts D., Gorokhov I.M., Siedlecka A., Melnikov N.N., Turchenko T.L., Konstantinova G.V., Sochava A.V. Rb–Sr dating of illite fractions from Neoproterozoic shales on Varanger Peninsula, North Norway // Norges Geol. Undersokelse. 1997. V. 443. P. 24–25.

Rooney A.D., Strauss J.V., Brandon A.D., Macdonald F.A. A Cryogenian chronology: two long-lasting synchronous Neoproterozoic glaciations // Geology. 2015. V. 43. P. 459–462.

Saylor B.Z., Kaufman A.J., Grotzinger J.P., Urban F. A composite reference section for terminal Proterozoic strata of Southern Namibia // J. Sed. Res. 1998. V. 68. № 6. P. 1223–1235.

Shumlyanskyy L., Nosova A., Billstrom K., Soderlund U., Andreasson P.-G., Kuzmenkova O. The U–Pb zircon and baddeleyite ages of the Neoproterozoic Volyn Large Igneous Province: implication for the age of the magmatism and the nature of a crustal contaminant // GFF. 2015. V. 138. P. 17–30.

Siedlecka A., Roberts D. The bedrock geology of Varanger Peninsula, Finnmark, North Norway: an excursion guide // Norges Geol. Undersokelse. 1992. Spec. Publ. 5. P. 1–45.

Stordal K.T., Slagstad T., Felix M., Funderud S., Kulakov E., Sorensen B.E., Saalmann K., Huyskens M.H., Lode S. Detrital zircon data suggest multiple Cryogenian–Cambrian active margins along northern and western Baltica and close ties with Siberia // Precambrian Res. 2025. V. 421. 107749.

Vidal G. Micropalaeontology and biostratigraphy of the Upper Proterozoic and Lower Cambrian sequence in East Finnmark, northern Norway // Norges Geol. Undersokelse. 1981. № 362. 53 p.

Xiao S.H., Narbonne G.M. The Ediacaran Period. Eds. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. Geol. Time Scale 2020. Elsevier, 2020. V. 1. P. 521–561.

Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Gorokhov I.M., Dankina K.N., Ivanovskaya T.A., Melnikov N.N., Konstantinova G.V. Globular phyllosilicates of the Vendian Bakeeve Formation, the South Urals – crystallochemical and Rb–Sr isotopic data // Материалы Второй Международной конференции “Глины и глинистые минералы и слоистые материалы. CMLM 2013”. СПб.: Фалькон Принт, 2013. С. 79–80.

Zhang W., Roberts D., Pease V. Provenance characteristics and regional implications of Neoproterozoic, Timanian-margin successions and a basal Caledonian nappe in northern Norway // Precambrian Res. 2015. V. 268. P. 153–167.

Рецензенты В.Н. Подковыров, А.Б. Котов

Подписи к рисункам

Рис. 1. Регионы распространения отложений венда, эдиакария и криогения, о которых идет речь в данной работе.

1 – Средний Урал; 2 – Южный Урал; 3 – Оршанская впадина; 4 – Северная Норвегия.

Географическая основа заимствована с сайта:

<https://yandex.ru/maps/?ll=46.369151%2C57.132430&z=2.6>

Рис. 2. Различные варианты расчленения верхнедокембрийских отложений (верхней рифей и венда) Южного и Среднего Урала.

(а) – по данным (Козлов, 1982); (б) – вариант С.В. Младших (Стратотип..., 1983); (в) – вариант Б.М. Келлера и В.И. Козлова (Стратотип..., 1983); (г) – по данным (Беккер, 1985); (д) – стратиграфические схемы Урала (Стратиграфические..., 1993); (е) – в соответствии с (Чумаков, Сергеев, 2004); (ж) – схема корреляции вендских стратонов Язвинско-Косьвинской и Западно-Башкирской подзон в соответствии с Легендой Уральской серии

листов Госгеолкарты-1000/3 масштаб 1 : 1 000 000, по (Жданов, 2009); (з, к) – по данным (Гражданкин, Маслов, 2015); (и, л) – в соответствии с представлениями авторов работы (Макрофоссилии..., 2018). Названия свит соответствуют тем, что были даны авторами приведенных схем. Изотопные оценки возраста границ стратиграфических подразделений (цифры в рамках) даны в млн лет. Серый фон – перерывы без указания длительности. (*) в примечании к табл. 3 (вклейка) в монографии (Стратотип..., 1983) указано, что с отнесением бакеевской свиты к рифею согласны не все специалисты и данный вариант корреляции является авторской [т.е. С.В. Младших – А.М.] точкой зрения. Сокращения: Ашинская с. – ашинская серия; Серебр. сер. и Серебрянская с. – серебрянская серия; Сылвицкая с. – сылвицкая серия; бакеевская св. – бакеевская свита; суировская св. – суировская свита; Нижн. – нижний; Ср. и верхн. – средний и верхний.

Рис. 3. Тиллиты, диамикиты, подводно-оползневые гляциогенные образования и тиллитовидные конгломераты из отложений верхнего докембрия Северной Норвегии, Оршанской впадины, Южного и Среднего Урала.

(а) – тиллиты формации Смалфьорд, по (Stordal et al., 2025), с изменениями; (б) – тиллиты глусской свиты, фото А.Б. Кузнецова; (в) – диамикиты в алевролито-аргиллитовой толще суировской свиты, по (Горожанин и др., 2015), с изменениями; (г) – подводно-оползневый горизонт в разрезе толпаровской свиты, по (Горожанин и др., 2019), с изменениями; (д) – практически неокатанные камни в диамикитах танинской свиты, фото автора; (е) – относительно плохо окатанный камень в диамикитах старопечинской свиты, фото автора; (ж) – тиллитовидные конгломераты кургашлинской свиты, фото В.М. Горожанина.

Рис. 4. Положение ледниковых и ледниково-морских отложений в разрезах верхнего докембрия Северной Норвегии, Оршанской впадины, Южного и Среднего Урала (пояснения в тексте) (а) и конструкция переходных интервалов докембрий/фанерозой в Общей стратиграфической шкале (Стратиграфический..., 2019) (б) и Международной хроностратиграфической шкале (<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChert2024-12.pdf>) (в).

1 – ледниковые образования/тиллиты/диамикиты/тиллитовидные конгломераты; 2 – подводно-оползневые гляциальноморские горизонты; 3 – перерывы и несогласия.

Оценки возраста даны по следующим источникам (указаны надстрочным символом у значения возраста): (а) – Rb–Sr систематика субфракции <0.1 мкм иллита, сформированного при диагенезе погружения (Горохов и др., 1998; Gorokhov et al., 2001); (б) – Rb–Sr возраст глауконита (Зайцева и др., 2019); (в) – минимальный U–Pb изотопный возраст обломочного

циркона (Кузнецов и др., 2019, 2022); (г) – U–Pb изотопный возраст циркона из щелочных метабазальтов (Маслов и др., 2013); (д) – минимальный U–Pb изотопный возраст обломочного циркона (Маслов и др., 2012); (е) – Sm–Nd датировка вулканитов дворецкого комплекса по валовым пробам и монофракциям клинопироксенов (А.А. Носова, устное сообщение, 2009 г.); (ж) – Sm–Nd и Rb–Sr изотопный возраст трахиандезитов дворецкого комплекса, валовые пробы (Суслов и др., 2002); (з) – Rb–Sr изотопный возраст пикритов кусыинского комплекса по монофракциям пироксена и породе в целом (Суслов и др., 2002) и Sm–Nd датировка щелочных габбро (изохrona по апатиту, клинопироксену и породе в целом) (Карпухина и др., 1999); (и) – U–Pb изотопный возраст вулканогенного циркона из пепловых туфов (Маслов и др., 2013).

Датировки и изотопные оценки возраста границ стратонов даны в млн лет. Знаки вопроса – соотношения стратонов неизвестны. Сылвицкая с. – сылвицкая серия.



Рис. 1.

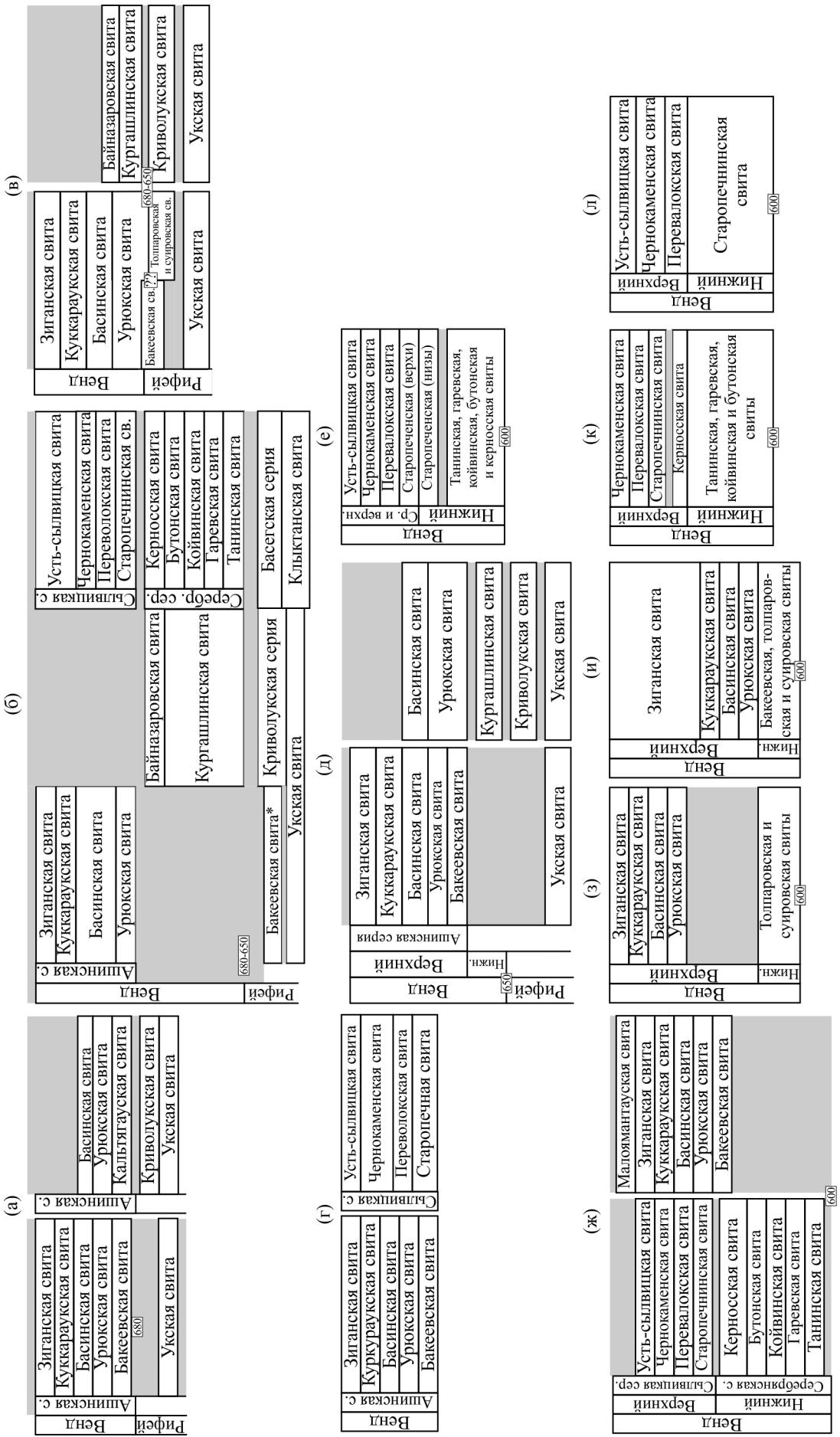


Рис. 2



Рис. 3.

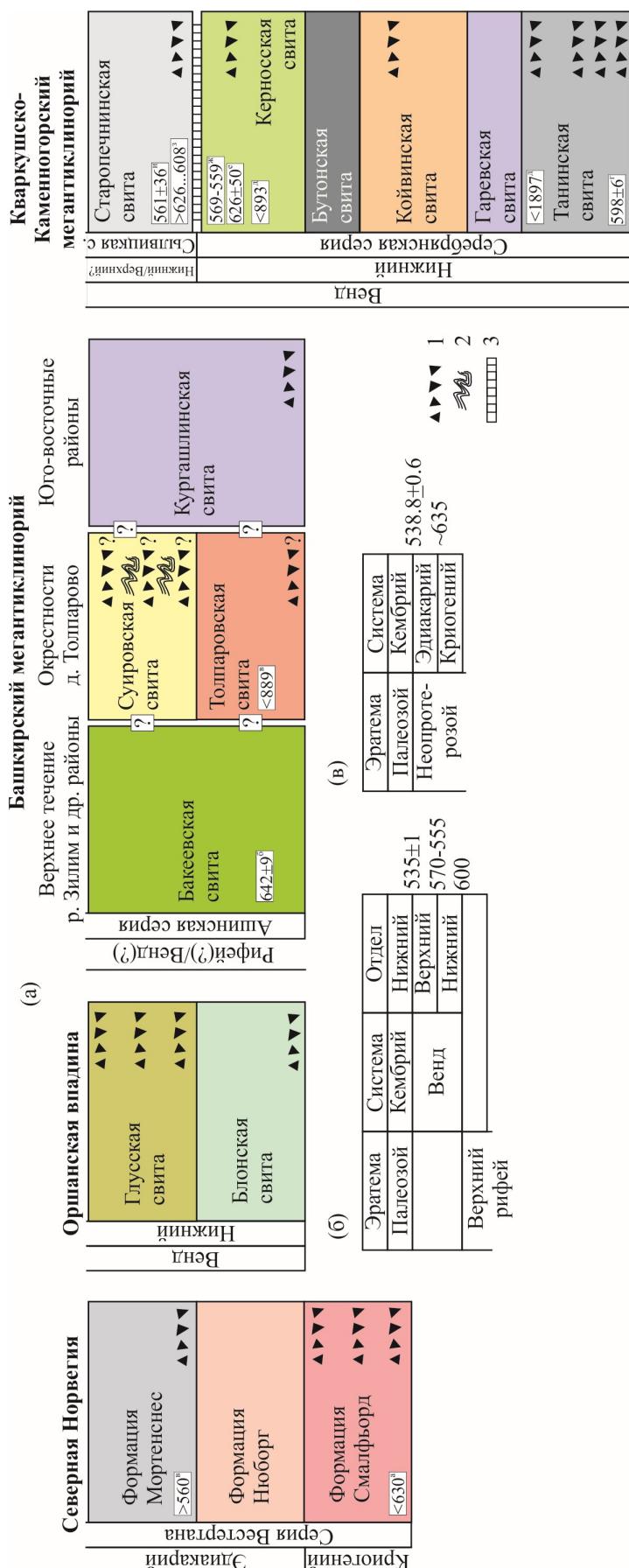


Рис. 4.

On Some Isotopic Age Estimates of Vendian Sedimentary Sequences of the Middle and Southern Urals (Reading Stratigraphic Codes and Not Only)

A. V. Maslov

Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

e-mail: amas2004@mail.ru

The article analyzes modern isotope datings of sedimentary sequences of the Serebryanka (Middle Urals) and lower part of the Asha (Southern Urals) groups. The affiliation of diamictites/tillite-like conglomerates of the Serebryanka Group and the Staropechny Formation to the Laplandian glacial horizon, as well as the problem of the stratigraphic position of the Bakeevo Formation of the Asha Group (uppermost part of the Upper Riphean or the Lower Vendian) are discussed. Possible correlation options are considered both with the involvement of the provisions of stratigraphic codes of different years, and on the basis of comparison with the type sections of the Lapland glacial horizon of the Northern Norway (the lower part of the Vestertana Group) and the Vilchanka Group of the Orsha Depression (Republic of Belarus).

Keywords: Lower Vendian, Upper Riphean, isotopic dating, correlation, Laplandian glacial horizon

Глоссарий для переводчика

Серебрянская серия – Serebryanka Group

Ашинская серия – Asha Group

Старопечинская свита – Staropechny Formation

Бакеевская свита – Bakeevo Formation

Лапландский гляциогоризонт – Laplandian Glacial Horizon

Серия Вестертана – Vestertana Group

Толпаровская свита – Tolparovo Formation

Суировская свита – Suirovo Formation

Басинская свита – Basa Formation

Куккараукская свита – Kukkarauk Formation

Зиганская свита – Zigan Formation

Кургашлинская свита – Kurgaslya Formation
Байназаровская свита – Bainazarovo Formation
Танинская свита – Tany Formation
Гаревская свита – Garevka Formation
Койвинская свита – Koiva Formation
Бутонская свита – Buton Formation
Керносская свита – Kernos Formation
Сылвицкая серия – Sylvitsa Group
Перевалокская свита – Perevalok Formation
Чернокаменская свита – Chernyi Kamen Formation
Усть-сылвицкая свита – Ust-Sylvitsa Formation
Гляциогоризонт Гаскье – Gaskiers Glacial Horizon
Гляциогоризонт Марино – Marinoan Glacial Horizon
Формация Смальфиорд/Смаль-фиорд – Smalfjord Formation
Формация Ниборг/Нюбург – Nyborg Formation
Формация Стангенез – ??
Блоньская/Блонская свита – Blonsk Formation
Глусская свита – Glusk Formation
Редкинский горизонт – Redkinian Horizon
Котлинский горизонт – Kotlinian Horizon
Волынский горизонт – Volynian Horizon
Беломорский региоярус – Belomorian Horizon
Белорусская серия – Belarus Group
Юрматинская серия – Yurmatau Group
Каратаяуская серия – Karatau Group
Авзянская свита – Avzyan Formation
Зильмердакская свита – Zilmerdak Formation
Тюльменская толща/подсвита – Tyul’ma Subformation
Томмотский ярус – Tommotian stage
Формация Славатыч – Slawatycze Formation
Тиллиты Наньюто – Nantuo Tillite
Варангер-Марино – Varangerian-Marinoan
Тиллит Мортенснес – Mortensnes Tillite
Волынская серия – Volyn Group

Валдайская серия – Valdai Group
Серия Вадсё – Vadsø Group
Серия Танафьорд – Tanafjorden Group
Серия Вестертана – Vestertana Group
Серия Дигермуль – Digermul Group
Формация Грасдален – Grasdalen Formation
Формация Стаппогиедди – Stappogiedde Formation
Формация Брейдвика – Breidvika Formation
Вильчанская серия – Vilchanka Group
Полесская серия – Polesie Group
Свислочская свита – Svisloch Formation
Ратайчицкая свита – Rataychisy Formation
Ровенский горизонт – Rovno Horizon
Лиозненский горизонт – Lioznian Horizon
Лиозненская свита – Liozno Formation
Гирская свита – Girs Formation
Видиборская свита – Vidibor Formation
Горбашевская свита – Gorbashi Formation
Лукомльская свита – Lukoml Formation
Клецкая свита – Kletsk Formation