

НОВЫЕ НАХОДКИ И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРАМИНИФЕР В ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРМСКО-ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО ВЕРХОЯНЬЯ

А.В. Ядренкин¹, А.С. Бяков^{2,3}, Р.В. Кутыгин⁴, А.В. Копылова⁵

¹ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, пр-т акад. Коптюга 3, г. Новосибирск, 630090; e-mail: yadrenkinav@ipgg.sbras.ru

²ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, ул. Портовая 16, г. Магадан, 685000; e-mail: abiakov@mail.ru

³ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская 18, г. Казань

⁴ФГБУН Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, пр-т Ленина 39, г. Якутск, 677000; e-mail: rkutygin@mail.ru

⁵ФГАОУ ВО Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова 1, г. Новосибирск, 630090; e-mail: kopylovaav-82@ya.ru

Поступила в редакцию 20 ноября 2019 г.

Приведены первые результаты изучения фораминифер из пограничных пермско-триасовых отложений Южного Верхоянья (нижняя часть некучанской свиты, разрез Суол, бассейн р. Сеторым, приток р. Восточная Хандыга). Фораминиферы являются новой группой для этого разреза и ранее в комплексных палеонтолого-стратиграфических исследованиях не использовались. Комплекс фораминифер представлен исключительно аммодисцидами (роды *Ammodiscus*, *Glomospira* и *Glomospirella*), среди которых доминирует *Ammodiscus septentrionalis* Gerke. Распределение фораминифер в разрезе сопоставлено с ранее построенной изотопно-углеродной кривой, которая отражает глобальные изменения окружающей среды. В стратиграфическом распределении фораминифер выделены три интервала. В нижнем интервале фораминиферы относительно многочисленны и разнообразны. В среднем фораминиферы не обнаружены, здесь же зафиксированы максимальные отрицательные значения изотопа $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$. Этот интервал, очевидно, отвечает времени основного вымирания фауны в тетических бассейнах. В верхнем интервале происходит постепенное восстановление численности и структуры комплекса фораминифер. Выполнен сравнительный анализ распределения и динамики таксономических перестроек фораминиферо-ассоциаций в пограничных пермско-триасовых отложениях в разрезе Суол с разрезами из тетических и бореальных регионов, установлены некоторые общие черты и закономерности. Приведено краткое описание четырех видов фораминифер.

Ключевые слова: фораминиферы, граница перми и триаса, Южное Верхоянье, Северо-Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Конец пермского периода характеризуется самым массовым вымиранием биоты за всю историю фанерозоя, и этой проблеме, выяснению возможных причинно-следственных связей, определению различных физических и геохимических характеристик и точных датировок этого события в последние два десятилетия были посвящены многочисленные работы [42, 49, 50, 52, 53, 68, 71, 74, 80 и др.]. На сегодня для ряда наиболее стратиграфически полных разрезов мира проведен значительный объем палеонтолого-стратиграфических, геохимических и мине-

ралогических исследований. В качестве важнейших индикаторов изменения окружающей среды широко используются изотопы $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, и для многих разрезов построены кривые изменений этих параметров [82, 84 и др.]. В качестве одного из инструментов глобальной корреляции пограничных отложений перми и триаса стали успешно применяться изотопно-углеродные кривые [28, 56, 57, 61 и др.].

Точка глобального стратотипа границы (GSSP РТВ) перми и триаса была утверждена в Южном Китае в разрезе Мейшань [83 и др.]. При обосновании границы систем в глобальном стратотипе границы

по причине неудовлетворительной сохранности и отсутствия на этом уровне аммоидной фауны китайскими геологами была использована шкала по конодонтам. Новая граница по конодонтам не согласуется с проведенной ранее по аммоидам [79], но хорошо коррелируется с данными по изотопии, отражающими глобальные изменения окружающей среды. Целесообразность определения границы перми и триаса по конодонтам вида *Hindeodus parvus* (Kozur et Rjatakova) оспаривается многими отечественными исследователями, поскольку вертикальный диапазон распространения этого вида существенно шире, чем у отдельных видов аммоидей, а уровни первого появления *H. parvus* в различных разрезах могут быть не изохронными [23, 34, 47]. Подвергается критике и сам выбор разреза Мейшань в качестве глобального стратотипа пермско-триасовой границы, поскольку в нем не установлено ни одного руководящего видового таксона аммоидей [40, 45, 46, 54].

Разрез по ручью Суол в бассейне р. Сеторым (правый приток р. Восточная Хандыга, впадающей в р. Алдан) – лучший на северо-востоке Азии для изучения границы перми и триаса (рис. 1). Южное Верхоянье является единственным на северо-востоке Азии регионом, где триас представлен своей базальной частью, охарактеризованной остатками руководящей фауны, и в котором устанавливается самый нижний биостратон отоцерасовых слоев – зона *Otoceras concavum* [1, 17, 19, 55 и др.]. Ранее граница двух систем в Южном Верхоянье проводилась по контакту песчаников имтачанской и аргиллитов некучанской свит [18, 21, 22, 55] (рис. 2, правая часть). Песчаники верхней части имтачанской свиты относятся к пермской системе [20], тогда как возраст аргиллитов некучанской свиты в связи с выбором GSSP нижней границы индского яруса в Южном Китае [83] стал дискуссионным [64]. В конце прошлого века пермско-триасовый рубеж связывался с моментом появления рода *Otoceras*, которому предшествовало глобальное геологическое событие, приведшее к масштабному стратиграфическому перерыву [78]. В связи с этим, бассейн р. Сеторым представляет большой интерес, поскольку является одним из немногих районов мира, в котором встречен наиболее древний представитель рода *Otoceras* – вид *O. concavum* Tozer [55], индексирующий в бореальных регионах одноименную зону, в основании которой ранее проводилась граница перми и триаса [77].

В последние годы в бассейне р. Сеторым проведено комплексное изучение ряда частных разрезов приграничного интервала, собраны обширные коллекции по многим группам макрофауны, существенно дополнен и уточнен таксономический состав

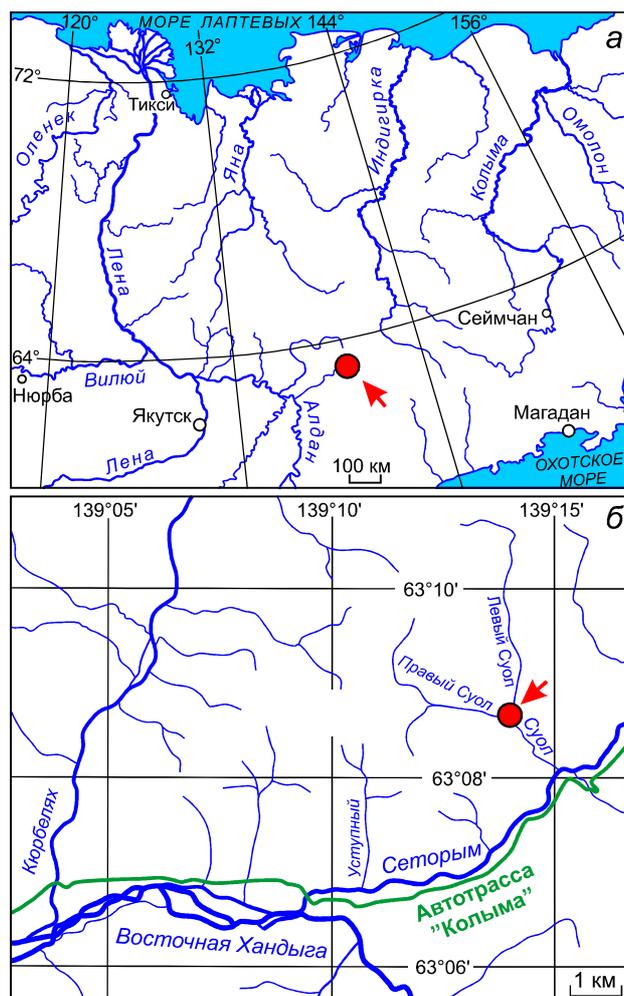


Рис. 1. Положение разреза Суол (стрелка на карте) на Северо-Востоке России (а) и в бассейне р. Сеторым (б).

ископаемых комплексов и их стратиграфическое распространение, проведены детальные литолого-седиментологические исследования. В результате обосновано присутствие терминальной части «бореальной» перми – зоны *Intomodesma costatum* [4] (рис. 2), доказана полнота пограничного пермско-триасового интервала разреза и сделан вывод о том, что резкий литологический контакт между имтачанской и некучанской свитами отражает не региональный перерыв в седиментации, а смену обстановок осадконакопления – от верхних частей дельты к глубокому шельфу в условиях развивавшейся быстрой трансгрессии [6]. Последними исследованиями в низах некучанской свиты выявлены двустворчатые моллюски, характеризующие самые верхи перми [8], ранее отсюда был описан лишь один вид двустворок – *Palaeonucula aldanensis* Kurushin, считавшийся нижнетриасовым [38]. В основании некучанской свиты (нижние 3.2 м) разреза Суол собраны аммоидеи *Otoceras concavum*

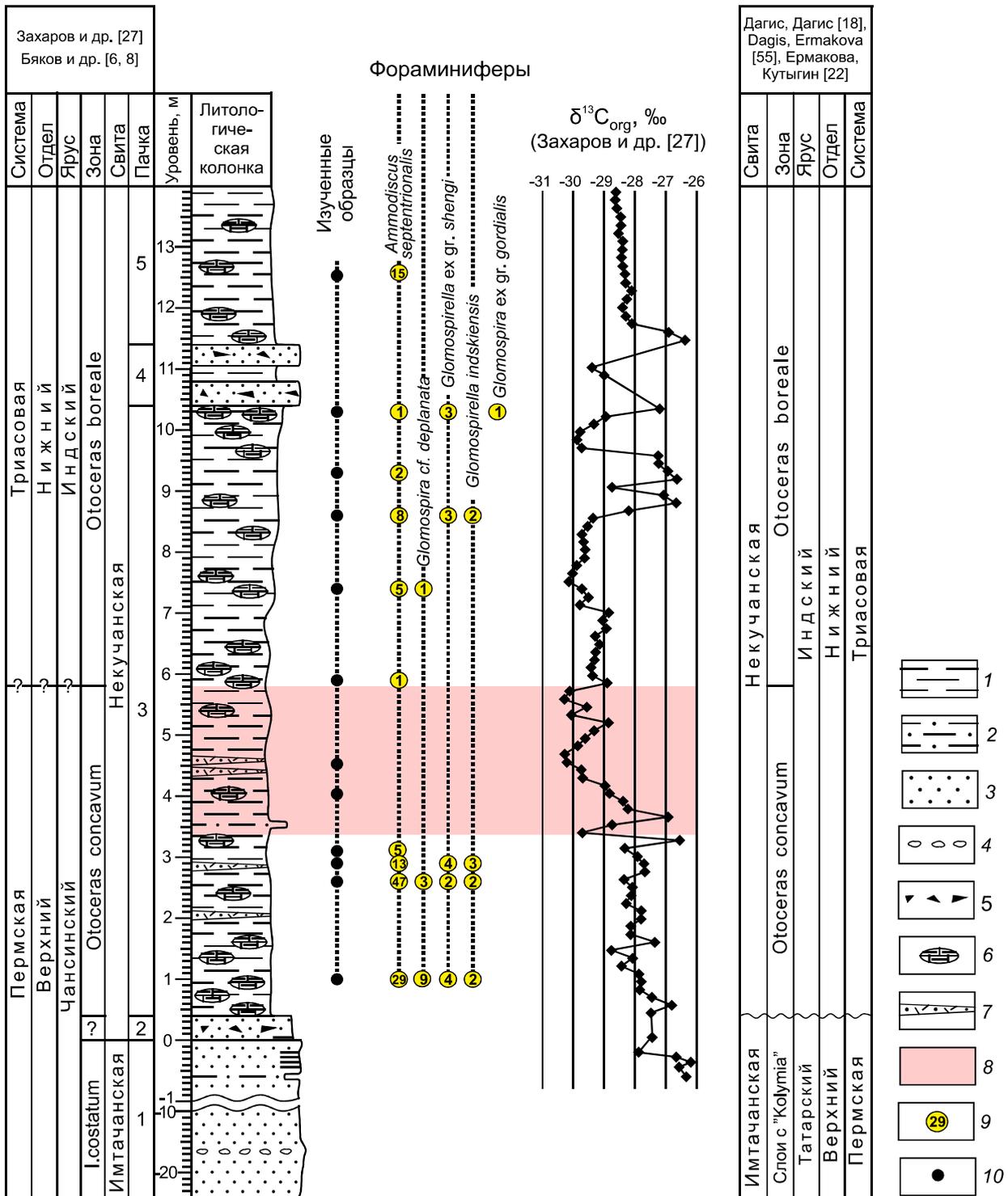


Рис. 2. Распределение фораминифер в пограничных пермско-триасовых отложениях разреза Суол.

1 – аргиллиты, 2 – алевролиты, 3 – песчаники, 4 – конгломераты, 5 – интракласты аргиллитов, 6 – глинисто-карбонатные конкреции, 7 – туфы, 8 – уровень второго вымирания биоты (last Permian extinction event), 9 – фораминиферы и их количество, 10 – образцы, исследованные на микрофауна.

Tozer, *O. aff. gracile* Tozer, двустворки *Palaeonucula aldanensis* Kurushin, *Dacryomya* sp. (преобладают), *Malletia?* sp. 1 и 2, *Sarepta?* sp., *Myalina* aff. *putiatinensis* (Kiparisova), *Pteria* cf. *ussurica* (Kiparisova), *Maitaia* cf. *errabunda* (Popow), *Unionites* cf. *canalensis* (Cattullo), гастроподы *Bellerophon?* sp., а также конхостраки плохой сохранности. Из остатков макрофауны в интервале 3.3–5.9 м выше подошвы некучанской свиты обнаружены только единичные беллерофонтиды, а из интервала 5.9–13 м определены многочисленные аммоноидеи *Otoceras boreale* Spath, а также двустворки *Palaeonucula aldanensis* Kurushin, *Dacryomya* sp., *Myalina* aff. *putiatinensis* (Kiparisova), *Claraia* sp. [18].

Наряду с новыми биостратиграфическими исследованиями в последние годы выполнено детальное геохимическое изучение приграничного интервала разреза на изотопию $\delta^{13}C_{org}$, построена и проинтерпретирована изотопно-углеродная кривая. Выделенные в пограничных слоях перми и триаса Верхоянья изотопно-углеродные интервалы прослежены в ряде опорных разрезов мира. В результате всего комплекса проведенных работ было предложено новое положение границы перми и триаса примерно в 6 м выше подошвы некучанской свиты, что непосредственно выше интервала изотопно-углеродного минимума [27, 28] (рис. 2).

Фораминиферы приграничных пермско-триасовых отложений достаточно хорошо изучены в тетических регионах: Южных Альпах, Западной Словении, Кавказе, Памире, Турции, Северном Иране, Южном Китае и др. [24, 25, 37, 41, 58, 67, 72 и др.]. Что касается бореальных палеобассейнов, данных по фораминиферам терминальной перми и нижнего триаса совсем немного, а их находки в едином разрезе неизвестны. Таким образом, результаты изучения фораминифер из приграничных слоев перми и триаса Южного Верхоянья, полученные нами, являются новыми и очень важны для понимания природы событий на границе двух систем. Кроме того, бентосные фораминиферы являются чутким индикатором изменения фациальных условий, и данные по этой группе важны для полноты характеристики крупнейшего кризисного биотического события. Первые данные по фораминиферам из этого разреза в общих чертах были представлены на Микрорепалеонтологическом совещании 2018 г. в Казани [48].

Цель наших исследований заключалась в определении состава и структуры фораминиферовых комплексов, изучении динамики таксономического разнообразия в приграничных отложениях перми и триаса в бореальных палеобассейнах, выявлении закономерностей и объяснения их причин на основе сравнения с опубликованными данными по другим регионам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для статьи послужила коллекция фораминифер Т.В. Клец и А.В. Копыловой (их личные сборы и сборы А.С. Бякова 2002–2003 гг.) из некучанской свиты руч. Суол (приток р. Сеторым). Коллекция была составлена ими при целенаправленных поисках в этом разрезе конодонтов, при этом в 10 образцах из нижней части некучанской свиты были обнаружены фораминиферы. Дезинтеграция образцов при лабораторной обработке по причине окремненности вмещающих пород была проведена с применением 5 % плавиковой кислоты. Стандартная масса породы для растворения составляла 1.0 кг при экспозиции образца в кислоте 8–12 часов, затем следовала промывка на сите (с размером ячеек 2.0 мм и 0.056 мм). Фракция крупнее 2 мм шла на дальнейшее растворение, а более мелкая – на просмотр и отбор микрофауны под микроскопом. Все выделенные таким способом фораминиферы имели агглютинированную раковину.

Предполагая, что виды с известковистой раковиной могли быть растворены кислотой при дезинтеграции, нами из образцов с наибольшим количеством фораминифер было изготовлено 20 шлифов. Изучение шлифов не установило присутствие известковистых форм. Дополнительно была оценена степень воздействия 5 % раствора плавиковой кислоты непосредственно на известковистую раковину фораминифер, для чего были использованы раковины из других местонахождений (о. Котельный, средний норий). В результате, видимых разрушений раковин при используемом нами времени экспозиции при данной концентрации плавиковой кислоты также не установлено. Таким образом, отсутствие фораминифер с известковистой раковиной в наших образцах является достоверным, а не результатом методической погрешности из-за их возможного растворения при обработке кислотой. Метод использования плавиковой кислоты при дезинтеграции аргиллитов и глинистых алевролитов нижней части некучанской свиты для извлечения фораминифер, в силу малочисленности последних, оказался более эффективным, чем изготовление для их поиска и последующего изучения многочисленных шлифов. Поэтому изучение сеторымских фораминифер выполнено нами на выделенных целых раковинах, что в определенной мере затрудняет их сравнение с видами из тетических разрезов, которые изучались и описывались исключительно в шлифах.

Определение и монографическое описание фораминифер выполнено с использованием микроскопа «Zeiss Stemi 2000», фотографирование проводилось оптической системой «Zeiss Discovery V 12 Stereo» с применением программного обеспечения AxioVision 4.6.3. С целью изучения внутреннего строения и ха-

рактера навивания камер, т.е. признаков, которые являются диагностичными для данных таксонов (гломоспиры и гломоспиреллы), нами выполнено изучение и фотографирование раковин в иммерсионной жидкости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все исследованные нами фораминиферы происходят из нижней части (13 м) некучанской свиты разреза Суол в районе слияния ручьев Правый и Левый Суол (рис. 2). В составе комплекса фораминифер нижней части некучанской свиты присутствуют исключительно бентосные формы. Комплекс таксономически обедненный, представленный только аммодисцидами из родов *Ammodiscus*, *Glomospira* и *Glomospirella*, содержащий как пермские, так и триасовые виды довольно широкого стратиграфического распространения (рис. 2). Среди них количественно преобладает *Ammodiscus septentrionalis* Gerke, который широко распространен в пермских [11], но также встречается и в ниже-среднетриасовых отложениях севера Средней Сибири [16, 35]. Виды *Glomospira deplanata* Kasatkina, *Glomospirella indskiensis* Kasatkina описаны Е.А. Касаткиной [32], их голотипы происходят из нижней части индского яруса (зона *Otoceras boreale*) формации Вардебухта Западного Шпицбергена. Эти виды также отмечены в прямореченской толще условно индского возраста на острове Котельный [31, 35]. *Glomospirella* ex gr. *shengi* Но – форма, морфологически близкая к виду *Glomospirella shengi* Но, сам вид описан из нижнего триаса Китая [60] и довольно широко распространен в отложениях нижнего и среднего триаса Китая и Европы [63, 70].

Анализ распределения фораминифер в нижней тринадцатиметровой части некучанской свиты показал, что они относительно многочисленны в самых низах, отсутствуют в середине, а далее вверх по разрезу их количество постепенно возрастает. Сопоставление данных распределения фораминифер с имеющимися для этой части разреза углеродно-изотопными данными [8, 28] позволило выделить в распределении фораминифер в разрезе Суол три интервала: нижний, средний и верхний (рис. 2).

Нижний интервал включает самые низы некучанской свиты (от ее подошвы до отметки 3.3 м), в которых фораминиферы относительно многочисленны (до 50 экземпляров в образце). Среди них доминируют *Ammodiscus septentrionalis* Gerke, остальные виды – *Glomospira* cf. *deplanata* Kasatkina, *Glomospirella indskiensis* Kasatkina, *G. ex gr. shengi* Но встречены в единичных экземплярах (от 2, редко до 9 экземпляров в образце).

Средний интервал характеризуется максимальными отрицательными экскурсами значений изотопа

$\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ (3.3–5.8 м от подошвы свиты). Отсюда были исследованы два образца на микрофауну, в которых фораминиферы не обнаружены (рис. 2). Для этого интервала также отмечается сильное проявление аутигенного пирита, который является индикатором эвксинных обстановок [8]. По-видимому, данный интервал отвечает позднепермскому (тетическому) вымиранию биоты на рубеже перми и триаса, что подтверждается отсутствием здесь остатков макрофауны [8, 49], вероятно, это событие нашло свое отражение и в распределении микробентоса.

Верхний интервал расположен выше части разреза с отрицательными экскурсами значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$. Здесь фораминиферы вновь появляются и представлены единичными аммодискусами (*Ammodiscus septentrionalis* Gerke) и редкими гломоспиреллами. Таким образом, практически сразу после эпизода исчезновения фауны наблюдается восстановление микробентоса, количество и видовой состав фораминифер вверх по разрезу постепенно увеличивается и в целом соответствует комплексу из нижнего интервала (рис. 2).

Чтобы понять, как наши результаты соотносятся с общей картиной таксономических перестроек фораминиферовых ассоциаций на рубеже перми и триаса, было выполнено сравнение с опубликованными данными по фораминиферам терминальной перми и нижнего триаса из других регионов мира. Это позволило установить общие черты и объяснить причины выявленных закономерностей.

Тетические палеобассейны. Фораминиферы из пограничных пермско-триасовых отложений довольно хорошо изучены в тетических палеобассейнах [36, 37, 41 58, 59, 67 и др.]. В эволюции пермских фораминифер выделяются два основных рубежа массового вымирания [37]. Первый – на границе гваделупия и лопиния (мидийский кризис), когда вымерло 40 % всех родов фораминифер, из них главным образом фузулиниды (более 70 %). В поздней (терминальной) перми во многих регионах мира доминирующими становятся представители мелких фораминифер, главным образом лагенид (=нодозариид) и аммодисцид [37]. Второй рубеж – в конце чансинского века, когда полностью вымирают фузулиниды, а также значительная часть мелких фораминифер (лагенид и проч.) и отмечается резкое снижение численности оставшихся. Так, например, в разрезах Северной Италии (Южные Альпы) установлено, что из 27 видов 15 родов лагенид на границе перми и триаса вымирают 96 %, а в целом рубеж палеозоя и мезозоя перешли только 4 рода из 36 [59]. Сходные результаты по фораминиферам наблюдаются в других разрезах Южных Альп [69].

Детальные исследования изменения состава комплексов фораминифер в переходных слоях в разрезе Мейшань были проведены О.А. Корчагиным [37]. Интересно, что эпизод вымирания на границе перми и триаса в ряде разрезов характеризуется интервалом, названным «мертвой зоной», в котором фораминиферы отсутствуют [37, 41]. Подобная картина наблюдается и в разрезе Суол, где в интервале 3.3–5.8 м от основания некучанской свиты установлено наличие признаков сероводородного заражения и отсутствие макробентоса и фораминифер, что можно связать с глобальным биотическим кризисом (рис. 2).

Для самых низов триаса в ряде европейских и азиатских разрезов характерны таксономически однообразные обедненные комплексы, представленные *Ammodiscidae* и *Fischerenidae* [85]. Анализ ассоциаций нижнетриасовых фораминифер в разрезах Южного Китая показал их высокую адаптированность к стрессовым обстановкам, а именно, высокую популяционную плотность при низком таксономическом разнообразии, для видов характерна простая морфология и мелкие размеры раковины [75]. Некоторыми авторами у раннетриасовых фораминифер описывается так называемый «лилипут эффект» – кратное уменьшение размеров раковин у таксонов, переживших перм-триасовый кризис. «Лилипут эффект» был отмечен и у фораминифер из разреза Мейшань, где в интервале между двумя уровнями вымираний на границе перми и триаса размер всех особей уменьшился более чем в 2–3 раза – до менее чем 0.5 мм (в среднем около 0.2 мм) [73].

Бореальные палеобассейны. Слабая изученность фораминифер пограничных пермско-триасовых отложений в бореальных регионах в первую очередь определяется малым количеством непрерывных разрезов этого возраста. Обычно на рассматриваемый интервал приходится перерыв в осадконакоплении или отсутствие остатков фауны, обусловленное фациальными причинами. Находки фораминифер из верхней перми и нижнего триаса известны на севере Средней Сибири [2, 9, 11], на о. Котельном [14, 30, 31, 35], Шпицбергене [31, 32], Омолонском массиве [13, 62] и в Южном Верхоянье [8, 48].

В разрезах Омолонского массива верхняя пермь представлена своей самой верхней частью – хивачским горизонтом – и охарактеризована богатыми комплексами фораминифер [33]. Впервые комплекс фораминифер хивачского горизонта, состоящий исключительно из нодозариид, был описан А.А. Герке и Г.П. Сосипатровой [13]. Позднее Н.Н. Караваевой разработана биостратиграфическая шкала перми по фораминиферам [32], выделены семь слоев с фораминиферами, при этом комплекс хивачского горизонта включает 50

видов. Впоследствии его изучение было продолжено Н.И. Караваевой и Г.П. Нестелл, и в настоящее время состав комплекса самой верхней фораминиферо-вой зоны *Hovchinella maxima* увеличился до 80 видов, причем все они относятся к известковистым представителям родов: *Nodosaria*, *Lingulonodosaria*, *Dentalina*, *Rectoglandulina*, *Hovchinella*, *Tristix*, *Pseudoammodiscus*, *Lingulina*, *Astacolus* [62]. Однако последние данные по стратиграфии пограничных слоев перми и триаса Омолонского массива говорят об отсутствии самых верхних слоев верхней перми, равно как и нижнего инда [7, 44].

На севере Средней Сибири морские пермские отложения, входящие в состав терригенного комплекса Анабаро-Ленского и Предверхоанского прогибов Сибирской платформы, хорошо охарактеризованы фораминиферами [9–12]. Эти комплексы фораминифер легли в основу первой региональной биостратиграфической схемы расчленения перми на четыре горизонта. Что касается полноты пермского разреза, то сегодня доказано, что на данной территории в верхнем отделе наблюдается перерыв в объеме верхней части дулгалахского и всего хальпирского горизонтов [39, 51], и лишь в районе кряжа Прончищева установлены более высокие горизонты перми – низы бивальвиевой зоны *I. costatum* [5].

Находки индских фораминифер в бореальных регионах (рис. 3) известны на севере Средней Сибири из цветкомысской свиты Восточного Таймыра [2], из улахан-юряхской свиты Буур-Оленекского фациального района (р. Буур, приток р. Оленек, [3], р. Эекит, А.В. Ядренкин, сборы 2017 г.). На острове Котельном фораминиферы установлены в прямореченской толще [14, 15, 30, 31, 35]. Согласно принятым стратиграфическим схемам, возраст отложений из выше перечисленных местонахождений считается индским [29, 43]; по причине отсутствия в них ортостратиграфической фауны (аммоноидей или конодонтов) более детальное обоснование, хотя бы до уровня подъяруса, не представляется возможным.

Наиболее близким по возрасту с сеторымским является комплекс фораминифер, описанный Е.А. Касаткиной [32] из формации Вардебухта на Западном Шпицбергене из разрезов Земли Диксона, Сассенфьорда, Ван-Клейн-фьорда. Возраст этих отложений датируется зоной *O. boreale* нижнего инда, но, к сожалению, автор не уточняет, из какой части формации происходят фораминиферы [32]. Современное положение границы перми и триаса на западном Шпицбергене обосновано данными палинологии [66] и положением негативного экскурса изотопа $\delta^{13}C_{org}$ в 7 м выше основания формации Вардебухта [81].

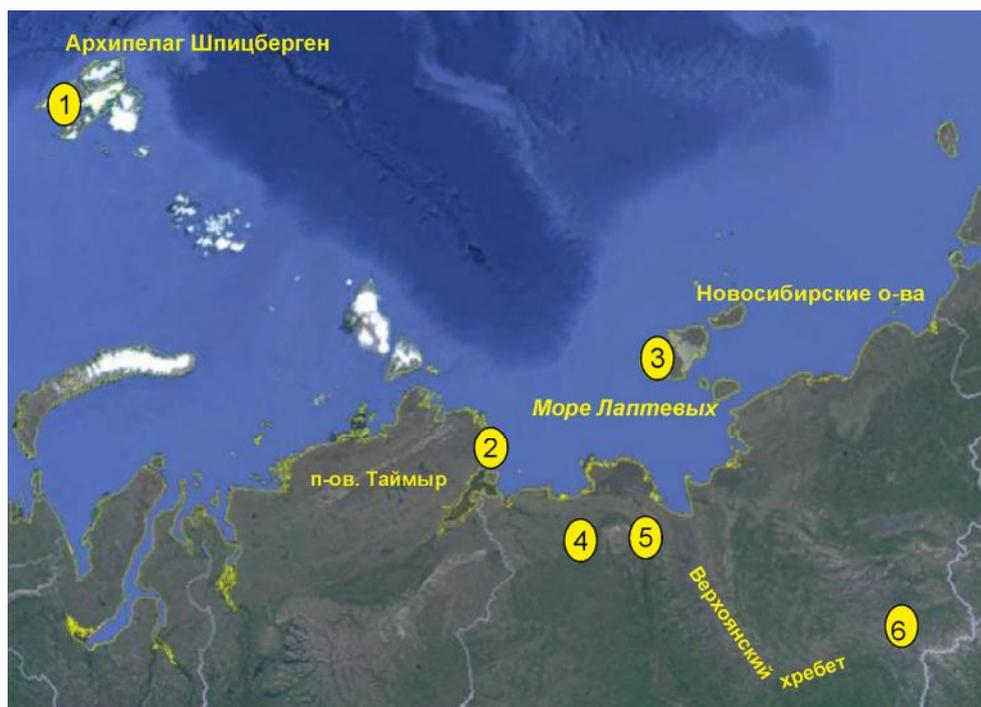


Рис. 3. Известные местонахождения фораминифер в индских отложениях Бореальных регионов.

1 – Западный Шпицберген [32], 2 – м. Цветкова, Восточный Таймыр [2], 3 – о. Котельный, Новосибирские острова [14, 30], 4 – р. Бур, приток р. Оленек [3], 5 – р. Эекит, приток р. Лены (Ядренкин, сборы 2017), 6 – р. Сеторым (Южное Верхоянье, наши данные).

Индские фораминиферы, за исключением видов с Западного Шпицбергена [32], монографически не изучены, в публикациях обычно приводятся списочные составы и зачастую в открытой номенклатуре. В целом, комплексы включают роды, общие для перми и триаса, а среди видов, кроме пермских, присутствуют и триасовые (табл.). Некоторые из приведенных в таблице триасовых форм были ранее известны из оленекского яруса бассейна р. Оленек [11].

Таким образом, для нижних горизонтов триаса на севере Средней Сибири, о. Котельном, Шпицбергене характерны таксономически обедненные ассоциации фораминифер, в которых доминируют агглютинирующие морфологически примитивные формы семейств: Saccamminidae, Nuragaminidae, Ammodiscidae (табл.). Ядро этих комплексов составляют аммодисциды родов: *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Glomospirella*, что сближает их по составу с сеторымским комплексом.

ВЫВОДЫ

1. Получены новые данные по фораминиферам из приграничных слоев перми и триаса разреза р. Сеторым. В состав фораминиферового комплекса входят исключительно бентосные агглютинирующие виды из семейства аммодисцид, представленного тремя ро-

дами: *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Glomospirella*. Всего установлено пять видов, среди которых доминирует пермский вид *Ammodiscus septentrionalis* Gerke.

2. По своему составу и морфологическим особенностям таксонов такие комплексы характерны для периода восстановления после кризиса и начальных этапов эволюции, а именно, для них свойственны относительно высокая популяционная плотность, низкое разнообразие, простая морфология раковин и, как следствие, высокая адаптационная способность и эврибионтность.

3. В результате анализа вертикального распределения фораминифер в нижней части некучанской свиты выделено три интервала: нижний – с относительно высокой численностью фораминифер, средний, где фораминиферы отсутствуют, и верхний, характеризующийся постепенным восстановлением их численности и состава. При сопоставлении распределения фораминифер по разрезу с данными по изотопии установлено, что средний интервал без фораминифер характеризуется низкими значениями изотопа $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ и, скорее всего, отвечает эпизоду вымирания биоты на границе перми и триаса в тетических разрезах (last Permian extinction event) [8, 49]. Однако в нашем случае не совсем корректно говорить о вымирании, так как состав комплекса до и после «вымирания» не из-

Таблица. Комплексы фораминифер из индских отложений Борейальных регионов.

Западный Шпицберген [31, 32]	м. Цветкова (Восточный Таймыр) [2]	р. Бур (приток р.Оленек) [3]	р. Экиг (приток р. Лены) Ядренкин, сборы 2017	о. Котельный (Новосибирские о-ва) [14, 15, 31, 32]	р. Сеторым (Южное Верхоянье) (наши данные)
<i>Hyperammia</i> sp.*	<i>Saccamina bulla</i> (Voronov)*	<i>Reophax</i> sp.*	<i>Saccamina bulla</i> (Voronov)*	<i>Psammospaera</i> sp.*	<i>Ammodiscus septentrionalis</i> Gerke*
<i>Ammodiscus korchinskajae</i> Kasatkina**	<i>Hyperammia proneptis</i> Schleifer**	<i>Haplophragmoides</i> sp.* <i>Trochammia</i> sp.*	<i>Hyperammia proneptis</i> Schleifer**	<i>Ammodiscus korchinskajae</i> Kasatkina**	<i>Glomospira</i> cf. <i>deplanata</i> Kasatkina**
<i>Glomospira deplanata</i> Kasatkina**	<i>Ammodiscus septentrionalis</i> Gerke*	<i>Gaudryina</i> sp.** <i>Nodosaria</i> sp.*	<i>Ammodiscus septentrionalis</i> Gerke*	<i>Hyperammia proneptis</i> Schleifer**	<i>Glomospira</i> ex gr. <i>gordialis</i> (Parker et Jones)*
<i>G. ex gr. gordialis</i> (Parker et Jones)*	<i>Glomospira</i> sp.*		<i>Reophax</i> sp.*	<i>Trochammia</i> aff. <i>alpina</i> Kristan-Tollmann**	
<i>Glomospirella indskiensis</i> Kasatkina**	<i>Haplophragmoides</i> sp.* <i>Trochammia</i> sp.*		<i>Haplophragmoides</i> sp.* <i>Trochammia</i> sp.*	<i>Trochammia buliminoides</i> Gerke**	<i>Glomospirella indskiensis</i> Kasatkina**
<i>Verneuilina (?) foliacea</i> Kasatkina**			<i>Ammobaculites</i> ex gr. <i>longus</i> Gerke**	<i>Gaudryina</i> sp.** <i>Glomospirella</i> sp.*	<i>Glomospirella</i> ex gr. <i>shengi</i> Ho**
<i>Involutina liassica sibirica</i> Gerke**				<i>Ammobaculites</i> ex gr. <i>longus</i> Gerke**	
<i>Cornuspira</i> sp.*				<i>Digiina</i> sp.*	

Примечание. * – виды и роды известные в перми; ** – виды и роды известные с триаса.

менился, а наблюдается лишь резкое сокращение численности (полное?), а затем – постепенное восстановление и численности, и состава комплекса.

4. При сравнении комплексов фораминифер из пограничных отложений перми и триаса из тетических и бореальных регионов выявлены общие черты, а именно: а) комплексы фораминифер терминальной перми таксономически разнообразны, в них доминируют нодозарииды; б) в конце перми происходит вымирание большинства таксонов видового и родового ранга, выживают лишь наиболее примитивные, морфологически простые таксоны; в) повсеместно в непрерывных разрезах на границе перми и триаса присутствует интервал без фораминифер – «мертвая зона» (по Левену, Корчагину [41]); г) раннетриасовые комплексы характеризуются низким таксономическим разнообразием, доминирующими в них становятся аммодисциды.

КРАТКОЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ФОРАМИНИФЕР

Как уже отмечалось выше, фораминиферы пограничных пермско-триасовых отложений из бореальных разрезов монографически практически не изучены, поэтому мы считали необходимым и важным привести фотоизображения встреченных видов и их краткое описание (синонимика, сравнение и стратиграфическое и географическое распространение).

При описании авторы придерживались системы фораминифер по А. Loeblich, Н. Tarran [65]. Основным морфологическим критерием для выделения таксонов родового ранга у аммодисцид является тип строения раковины, который определяется основным способом навивания второй трубчатой камеры. Изученная коллекция фораминифер хранится в лаборатории микропалеонтологии ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск) под номером СЕТ-2003.

Отряд Foraminifera Eichwald, 1830

Подотряд Textulariina Delage et Herouard, 1896

Надсемейство Ammodiscacea Reuss, 1862

Семейство Ammodiscidae Reuss, 1862

Подсемейство Ammodiscinae Reuss, 1862

Род *Ammodiscus* Reuss, 1862

Ammodiscus septentrionalis Gerke, 1961

(Фототабл., фиг. 1–4)

Ammodiscus ex gr. *semiconstrictus* Waters, [9] Герке, 1952, с. 67–70, табл. IV, фиг. 4.

Ammodiscus septentrionalis Gerke, [11] Герке, 1961, с. 122–124, табл. XII, фиг. 1, табл. XII, фиг. 14.

С р а в н е н и е. От морфологически близких триасовых видов *A. inaecuabilis* Styk из нижнего анизия Польши и западных Карпат ([76], р. 507, pl.

XXXV, fig. 3–4; [70], pl. CXXI, fig. 7) *A. septentrionalis* отличается большими (в 1.5 раза) размерами и меньшим количеством оборотов; от *A. korchinskajae* Kasatkina, ([32], табл. 1, фиг. 1а, 1б) из индских отложений Шпицбергена отличается большими размерами и большим количеством оборотов, более грубозернистой стенкой. От *A. parapriscus* Но, ([60], р. 408, Pl. II, Fig. 3–6; [85], Pl. 2. Fig. 1–2) и от *A. ? parapriscus* Но из оленека Восточных Альп Словении ([61], Р. 219, Fig. 5, А–D) большими размерами, большим количеством оборотов, менее широким последним оборотом, а также формой поперечного сечения; оно слабо двояковогнутое против двояковогнутого у тетических форм. От *A. minutus* Ефимова ([24], табл. 1, фиг. 16) из индских известняков нижнего триаса Западного Кавказа отличается значительно большими размерами и большим числом оборотов (7–8 против 2–3).

Р а с п р о с т р а н е н и е. Пермь, нижний триас.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Нордвикский район, Восточный Таймыр (м. Цветкова), Оленекский район, Буур-Оленекский район, р. Эекит, Южное Верхоянье, р. Сеторым, обн. Суол.

Подсемейство Ammovertebellinae Saidova, 1981

Род *Glomospira* Rzehak, 1885

Glomospira cf. *deplanata* Kasatkina, 1991

(Фототабл., фиг. 5–6)

Плохая сохранность, деформация раковин не позволяют полностью идентифицировать установленные формы с видом *Glomospira deplanata* Kasatkina, 1991

С р а в н е н и е. От *Glomospira gordialis* (Parker et Jones) отличается уплощенностью, меньшими размерами, меньшим количеством оборотов и их большей упорядоченностью.

З а м е ч а н и е. Автором вида при первоописании приведены очень плохие изображения, которые практически не дают представление о строении раковины.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Нижний триас, зона *Otoceras boreale*, формация Вардебухта [32]; верхи верхней перми–нижний триас, некучанская свита.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Западный Шпицберген, Земля Диксона, нижний триас [32]; Южное Верхоянье, р. Сеторым, обн. Суол.

Род *Glomospirella* Plummer, 1945

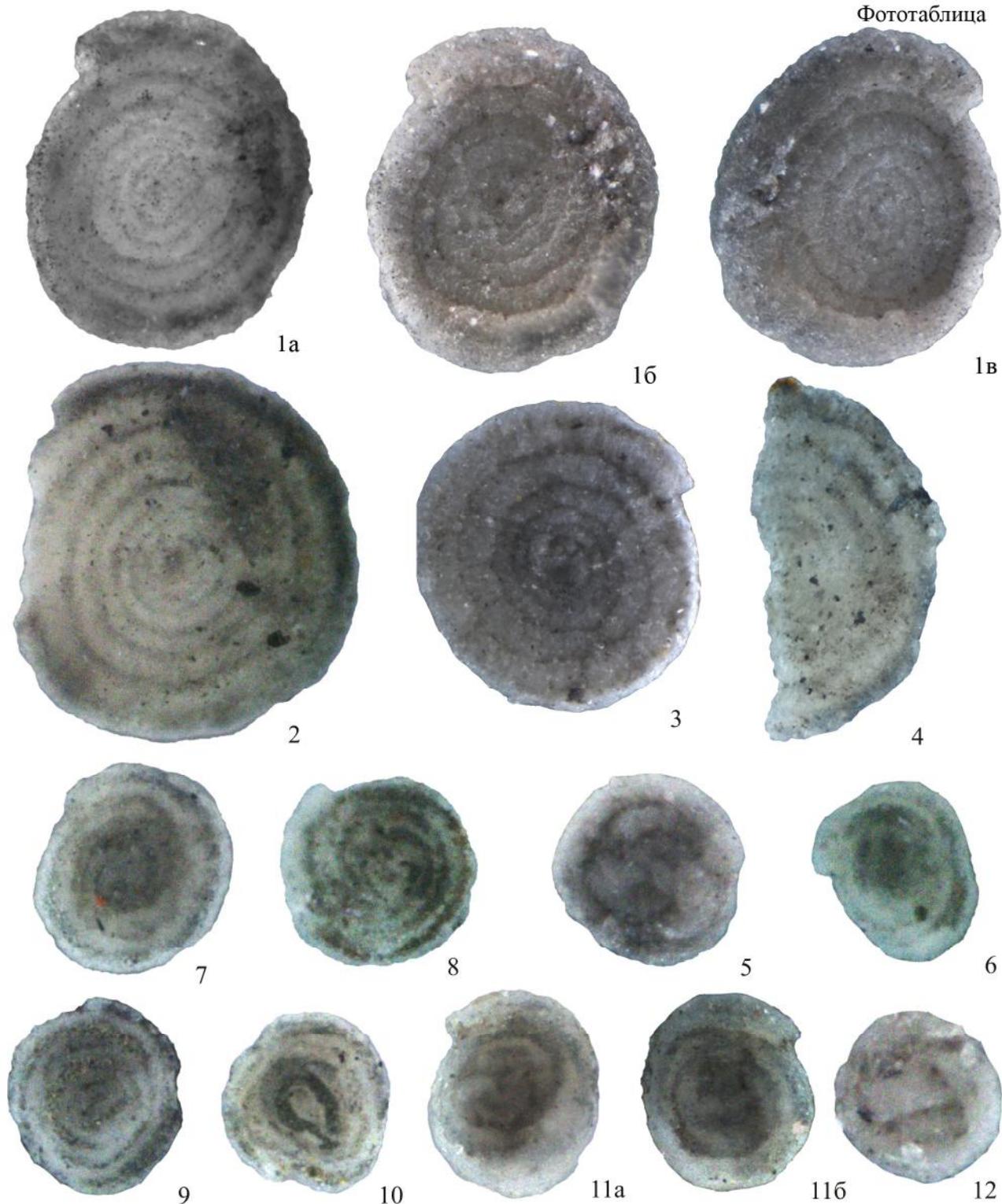
Glomospirella indskiensis Kasatkina, 1991

(Фототабл., фиг. 7–10)

Glomospirella indskiensis Kasatkina, 1991. Касаткина, 1991 [32], табл. I, фиг. 6а, 6б, стр. 14.

С р а в н е н и е. От *Glomospirella shengi* Но ([60], pl. 5, fig. 20–25; [82], pl. 2, fig. 14–16) отличается уплощенностью, менее развитой клубковидной частью,

Фототаблица



Коллекция фораминифер хранится в лаборатории микропалеонтологии Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН г. Новосибирск, Россия под №СЕТ-2003. Все изображенные экземпляры происходят из нижней части некучанской свиты разреза Суол 1 по ручью Левый Суол (приток р. Сеторым, бассейн р. Восточная Хандыга, Южное Верхоянье).

Фототаблица. 1–4 – *Ammodiscus septentrionalis* Gerke: 1 – Экз. № СЕТ-2003/1, $\times 118$, а – вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, б – вид с левого боку, в – вид с правого боку, обр.1-2-2.2п; 2 – Экз. №СЕТ-2003/2, $\times 93$, вид сбоку, там же; 3 – Экз. № СЕТ-2003/3, $\times 115$, вид сбоку, там же; 4 – Экз. №СЕТ-2003/4, $\times 95$, частично обломанная раковина,

меньшим количеством оборотов в спиральной части (1-2 против 2-3), от *Glomospirella irregulareformis* Efimova ([24], стр. 66-67, табл. 2, фиг. 9) из нижнего? инда Восточного Предкавказья отличается меньшим количеством оборотов в спиральной части (1-2 против 3-4).

З а м е ч а н и е. Автором вида при первоописании приведены очень плохие изображения, не позволяющие судить о внутреннем строении раковины.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Нижний триас, зона *Otoceras boreale*, формация Вардебухта [32]; верхи верхней перми–нижний триас, некучанская свита.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Западный Шпицберген, Земля Диксона [32]; Южное Верхоянье, р. Сеторым, обн. Суол.

Glomospirella ex gr. shengi Но, 1959

(Фото табл., фиг. 11–12)

С р а в н е н и е. От нижнетриасового вида *Glomospirella shengi* Но, 1959 ([60], pl. 5, fig. 20–25; [70], pl. 3, fig. 6–13; [63], pl. 5, fig. G и H) отличается несколько менее развитым спиральным отделом, состоящим из 1-2 оборотов. От *Glomospirella indskiensis* Kasatkina, 1991 ([32], табл. I, фиг. 6а, 6б) отличается более развитой клубковидной частью.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Верхи верхней перми–нижний триас, некучанская свита.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Южное Верхоянье, р. Сеторым, обн. Суол.

Данная работа была бы не возможна без самоотверженного труда Т.В. Клец, благодаря кропотливой работе которой и был получен палеонтологический материал, описанный в настоящей статье. Авторы признательны В.Я. Вуку (ВСЕГЕИ, С.-Петербург) за ценную консультацию и рекомендации по методикам обработки и изучению фораминифер.

Работа выполнена при поддержке проекта ФНИ № 0331-2019-0005 и при поддержке РФФИ, гранты №17-05-00109 и №18-05-00191, а также частично в рамках Государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов Ю.В. Стратиграфия триасовых отложений Восточной Якутии. Якутск: Якут. кн. изд-во, 1974. 312 с.
2. Булатова З.И., Дагис А.С., Казаков А.М. О первых находках фораминифер в предположительно индских отложениях Восточного Таймыра (мыс Цветкова) // Палеонтология и стратиграфия триаса Средней Сибири. М.: Наука, 1980. С. 18–20. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 448).
3. Булатова З.И. Фораминиферы / А.С. Дагис, А.М. Казаков. Стратиграфия, литология и цикличность триасовых отложений севера Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. С. 71–75. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 586).
4. Бяков А.С. Новая зональная схема пермских отложений Северо-Востока Азии по двустворчатым моллюскам. Статья 1. Зональное расчленение // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 5. С. 13–40.
5. Бяков А.С. Двустворчатые моллюски перми кряжа Прончищева (Север Сибири): стратиграфическое значение и палеогеографические следствия // Палеостратиграфия. 2013. С. 21–22.
6. Бяков А.С., Захаров Ю.Д., Хорачек М., Рихоц С., Кутыгин Р.В., Иванов Ю.Ю., Колесов Е.В., Константинов А.Г., Тучкова М.И., Михалицына Т.И. Новые данные о строении и возрасте терминальной перми Южного Верхоянья (Северо-Восток Азии) // Геология и геофизика. 2016. Т. 57, № 2. С. 353–367.
7. Бяков А.С., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Брынько И.В., Толмачева Е.В. Новые результаты U-Pb SHRIMP датирования цирконов из верхневушачинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России // Докл. АН. 2017. Т. 477, № 3. С. 331–336.
8. Бяков А.С., Кутыгин Р.В., Горячев Н.А., Бурнатый С.С., Наумов А.Н., Ядренкин А.В., Ведерников И.Л., Третьяков М.Ф., Брынько И.В. Открытие позднечансиньского комплекса двустворчатых моллюсков и два эпизода вымирания фауны в конце перми на Северо-Востоке Азии // Докл. АН. 2018. Т. 480, № 1. С. 121–124.
9. Герке А.А. Микрофауна пермских отложений Нордвикского района и ее стратиграфическое значение. Л., М.: Изд-во Главсевморпути, 1952. 210 с. (Тр. НИИГА. Т. XXVIII).
10. Герке А.А. Лингулинееллы и лингулины (Foraminifera) из пермских и нижнемезозойских отложений севера Центральной Сибири // Сб. стат. по палеонтологии и биостратиграфии. Л.: НИИГА, 1960. С. 29–70. (Тр. НИИГА. Вып. 21).
11. Герке А.А. Фораминиферы пермских, триасовых и лейасовых отложений нефтеносных районов севера Центральной Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1961. 518 с. (Тр. НИИГА. Т. 120).

вид сбоку, там же; 5–6 – *Glomospira cf. deplanata* Kasatkina: 5 – Экз. № СЕТ-2003/5, × 143, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, обр.2-2-2.2п; 6 – Экз. № СЕТ-2003/6, × 146, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, обр.15А-1; 7–10 – *Glomospirella indskiensis* Kasatkina: 7 – Экз. № СЕТ-2003/7, × 138, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии; обр.2-2-2.2п; 8 – Экз. № СЕТ-2003/8, × 135, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, обр.15А-1; 9 – Экз. № СЕТ-2003/9, × 136, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, обр.1-2-2.2п; 10 – Экз. № СЕТ-2003/10, × 135, вид сбоку в проходящем свете в иммерсии, обр.1-2-2.2п.; 11–12 – *Glomospirella ex gr. shengi* Но: 11 – Экз. № СЕТ-2003/11, × 117, а – вид с левого боку в проходящем свете в иммерсии; б – вид с правого боку в проходящем свете в иммерсии, обр.1-2-2.2п; 12 – Экз. № СЕТ-2003/12, × 130, вид сбоку, обр.15А-1.

12. Герке А.А. Фрондикулярии из пермских, триасовых и лейасовых отложений севера Центральной Сибири // Проблемы нефтегазоносности Советской Арктики. Л.: Гостоптехиздат, 1962. С. 97–175. (Тр. НИИГА. Т. 127).
13. Герке А.А., Сосипатрова Г.П. Стратиграфическое значение позднепалеозойских фораминифер Северо-Востока СССР // Верхний палеозой Северо-Востока СССР. Л.: Недра, 1975. С. 26–42.
14. Герке А.А. О составе фораминифер из триасовых отложений острова Котельного // Мезозойские отложения Северо-Востока СССР. Л., 1977. С. 50–56.
15. Герке А.А. Фораминиферы / А.С. Дагис, Ю.В. Архипов, Ю.М. Бычков. Стратиграфия триасовой системы Северо-Востока Азии. М.: Наука, 1979. С. 156–160. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 447).
16. Дагис А.С., Казаков А.М. Стратиграфия, литология и цикличность триасовых отложений севера Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. 177 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 586).
17. Дагис А.С., Дагис А.А., Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И. Биостратиграфия нижнего инда Восточного Верхоянья // Биостратиграфия мезозоя Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 21–31.
18. Дагис А.С., Дагис А.А. Биостратиграфия древнейших отложений триаса и граница палеозоя и мезозоя // Геология и геофизика. 1987. № 1. С. 19–29.
19. Дагис А.С., Ермакова С.П. Схема детальной биостратиграфии борейского нижнего триаса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1, № 2. С. 26–36.
20. Домохотов С.В. О татарском ярусе Восточного Верхоянья: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. 1960. Вып. 14. С. 27–33.
21. Домохотов С.В. Индский ярус и зона отоцерас Восточного Верхоянья: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. 1960. Вып. 1. С. 111–120.
22. Ермакова С.П., Кутыгин Р.В. О нижней границе индского яруса в Восточном Верхоянье // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, № 5. С. 671–678.
23. Ермакова С.П. Зональный стандарт борейского нижнего триаса. М.: Наука, 2002. 109 с.
24. Ефимова Н.А. Триасовые фораминиферы Северо-Западного Кавказа и Предкавказья // Вопросы микропалеонтологии. 1974. Вып. 17. С. 54–83.
25. Ефимова Н.А. Раннетриасовые сообщества фораминифер и их связь с палеозойскими фораминиферами (на примере Кавказа) // Вопросы микропалеонтологии. 1979. Вып. 22. С. 43–49.
26. Захаров В.А., Богомолов Ю.И., Ильина В.И., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Лебедева Н.К., Меледина С.В., Никитенко Б.Л., Соболев Е.С., Шурыгин Б.Н. Борейский зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 5. С. 927–956.
27. Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Хорачек М. Глобальная корреляция базальных слоев триаса в свете первых изотопно-углеродных свидетельств по границе перми и триаса на северо-востоке Азии // Тихоокеан. геология. 2014. Т. 33, № 1. С. 3–19.
28. Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Рихоц С., Хорачек М. Значение изотопно-углеродных данных по пограничным слоям перми и триаса в Верхоянье для глобальной корреляции базальных слоев триаса // Докл. АН. 2015. Т. 460, № 1. С. 60–64.
29. Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Могучева Н.К., Соболев Е.С., Фрадкина А.Ф., Ядренкин А.В., Девятов В.П., Смирнов Л.В. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Триасовая система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. 322 с.
30. Касаткина Е.А., Преображенская Э.Н., Черкесов О.В. Комплексы фораминифер из терригенных пород перми, нижнего и среднего триаса северо-западного побережья острова Котельный // Стратиграфия и палеонтология мезозойских осадочных бассейнов Севера СССР. Л., 1985. С. 55–61.
31. Касаткина Е.А. Триасовые фораминиферы Советской Арктики и Шпицбергена // Ярусные и зональные шкалы борейского мезозоя СССР. М.: Наука, 1989. С. 31–38. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 722).
32. Касаткина Е.А. Первые находки раннетриасовых фораминифер на Шпицбергене // Ежегодник ВПО. Л.: Наука, 1991. Т. XXXIV. С. 11–18.
33. Кашик Д.С., Ганелин В.Г., Ложкина Н.В., Миклухо-Маклай О.А., Бурков Ю.К., Дорофеева Л.А., Караваева Н.И., Бяков А.С., Стукалина Г.А., Гутенева Е.И., Смирнова Л.Н. Опорный разрез перми Омолонского массива. Л.: Наука, 1990. 198 с. (Тр. МСК СССР. Т. 21).
34. Константинов А.Г., Соболев Е.С., Копылова А.В., Ядренкин А.В. Триас Северо-Востока России: зональные шкалы, границы ярусов и нерешенные проблемы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы устройства: Всероссийское совещание, 23–25 мая 2013 г., ГИН РАН, г. Москва / Сб. статей / Ред. М.А. Федонкин. М.: ГИН РАН, 2013. С. 262–266.
35. Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В. Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 8. С. 1028–1046.
36. Корчагин О.А. Фораминиферы и стратиграфия Караташской серии (нижний триас–средний анизий) Юго-Восточного Памира // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16, № 3. С. 49–58.
37. Корчагин О.А. Фораминиферы на рубеже перми-триаса в глобальном стратотипе границы (слой № 27, Мейшань, Южный Китай) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19, № 2. С. 40–54.
38. Курушин Н.И. Древнейшие триасовые двустворчатые моллюски Якутии // Борейский триас. М.: Наука, 1987. С. 99–110. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 689).
39. Кутыгин Р.В. Основные черты стратиграфии и палеогеографии нижнедуглахахского регионального подъяруса пермской системы Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2018. Т. 25, № 3. С. 5–21.
40. Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Давыдов В.И., Килисов А.Н., Силантьев В.В. Первые находки цератитов рода *Otoceras* в Кобюминской зоне Южного Верхоянья, Северо-Восток России // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2019. (в печати).
41. Левен Э.Я., Корчагин О.А. Пермо-триасовый биотический кризис и фораминиферы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9, № 4. С. 55–64.
42. Лозовский В.Р. Пермо-триасовый кризис и его возмож-

- ная причина // Бюлл. МОИП. Отдел геол. 2013. Т. 88, № 1. С. 49–58.
43. Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России / Ред. Т.Н. Корень, Г.В. Котляр. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.
 44. Терехов М.И. Стратиграфия и тектоника южной части Омолонского массива. М.: Наука, 1979. 114 с.
 45. Шевырев А.А. Нижняя граница триаса и ее корреляция в морских отложениях. Статья 1. Пограничные разрезы Тетиса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7, № 2. С. 14–27.
 46. Шевырев А.А. Нижняя граница триаса и ее корреляция в морских отложениях. Статья 2. Бореальные разрезы базального триаса и их сопоставление с пограничными разрезами Тетиса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8, № 1. С. 55–65.
 47. Шевырев А.А. Биохронология триаса: современное состояние и основные проблемы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2006. Т. 14, № 6. С. 54–67.
 48. Ядренкин А.В., Бяков А.С., Кутыгин Р.В., Копылова А.В. Фораминиферы из пограничных пермо-триасовых отложений Южного Верхоянья (Якутия, р. Сеторым) // Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы. М.: ПИН РАН, 2018. С. 176–178. (Тр. XVII Всерос. микропалеонтолог. совещ., 24–28 сентября 2018 г., Казань, Россия).
 49. Algeo T., Henderson C.M., Ellwood B., Rowe H., Elswick E., Bates S., Lyons T., Hower J.C., Smith C., Maynard B., Hays L.E., Summons R.E., Fulton J., Freeman K.H. // GSA Bull. 2012. V. 124. P.1424–1448.
 50. Benton M.J., Twitchett R.J. How to kill (almost) all life: The end-Permian extinction event // Trends in ecology and evolution. 2003. V. 18. P. 358–365.
 51. Biakov A.S., Kutugin R.V. Bivalves from the Delendzhian–Dulgalakhian boundary beds of the Middle Permian of the lower reaches of the Lena River (Northern Verkhoyansk Region, Northern Siberia) // Paleontol. Journ. 2018. V. 52, N 7. P. 761–767.
 52. Bond D.P.G., Wignall P.B. Pyrite framboid study of marine Permian-Triassic boundary sections: A complex anoxic event and its relationship to contemporaneous mass extinction // GSA Bull. 2010. V. 122. P. 1265–1279.
 53. Chen Z.Q., Yang H., Luo M., Benton M.J., Kaiho K., L Zhao, Huang Y., Zhang K., Fang Y., Jiang H., Qiu H., Li Y., Tu C., Shi L., Zhang L., Feng X., Chen L. Complete biotic and sedimentary records of the Permian–Triassic transition from Meishan section, South China: Ecologically assessing mass extinction and its aftermath // Earth-Sc. Rev. 2015. V. 149. P. 67–107.
 54. Dagys A.S., Dagys A.A. Biostratigraphy of the lowermost Triassic and the boundary between Paleozoic and Mesozoic // Memorie della Soc. Geol. Italiana. 1986. V. 34. P. 313–320.
 55. Dagys A., Ermakova S. Induan (Triassic) Ammonoids from North-Eastern Asia // Revue de Paléobiol. Genève, 1996. V. 15, N 2. P. 401–447.
 56. Grasby S.E., Beauchamp B. Intrabasin variability of the carbon-isotope record across the Permian-Triassic transition, Sverdrup Basin, Arctic Canada // Chem. Geol. 2008. V. 253. P. 141–150.
 57. Grasby S.E., Beauchamp B., Bond P.G.D., Wignall P., Talavera C., Galloway J.M., Piepjohn K., Reinhardt L., Blomeier D. Progressive environmental deterioration in northwestern Pangaea leading to the latest Permian extinction // GSA Bull. 2015. V. 127. P. 1331–1347.
 58. Groves J.R., Altiner D., Rettori R. Extinction, survival, and recovery of Lagenide foraminifers in the Permian–Triassic boundary interval, central Taurides, Turkey // J. Paleontol. 2005. Mem. 62 Suppl. to N 4. P. 1–38.
 59. Groves J.R., Rettori R., Payne J.L., Boyce M.D., Altiner D. End-Permian mass extinction of Lagenide foraminifers in the Southern Alps (northern Italy) // J. Paleontol. 2007. V. 81. P. 415–434.
 60. Ho J. Triassic foraminifera from the Chialingchiang limestone of South Sechuan // Acta Paleont. Sinica. V. 7, N 5. 1959. P. 387–418.
 61. Horacek M., Povoden E., Richo S., Brandner R. High-resolution carbon isotope changes, litho- and magnetostratigraphy across Permian–Triassic boundary sections in the Dolomites, N-Italy. New constraints for global correlation // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2010. V. 290 (1–4). P. 58–64.
 62. Karavaeva N.L., Nestell G.P. Permian foraminifers of the Omolon Massif, northeastern Siberia, Russia // Micropaleontology. 2007. V. 53, N. 3. P. 161–211.
 63. Kolar-Jurkovšek T., Vuks V.J., Aljinović D., Hautmann M., Kaim A., Jurkovšek B. Olenekian (Early Triassic) fossils assemblage from Eastern Julian Alps (Slovenia) // Annales Soc. Geol. Poloniae. 2013. V. 83. P. 213–227.
 64. Kozur H. Some remarks to the conodonts Hindeodus and Isarcicella in the latest Permian and earliest Triassic // Palaeoworld. 1995. N 6. P. 64–77.
 65. Loeblich A., Tappan H. Foraminiferal genera and their classification. N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1988. V. 1–2. 969 p.
 66. Mørk A., Elvebakk G., Forsberg A.W., Hounslow M.W., Nakrem H.A., Vigran J.O., Weitschat W. The type section of the Vikinghøgda Formation: a new Lower Triassic unit in central and eastern Svalbard // Polar Res. 1999. V. 18. P. 51–82.
 67. Nestell G.P., Kolar-Jurkovšek T., Jurkovšek B., Aljinović D. Foraminifera from the Permian-Triassic transition in western Slovenia // Micropaleontology. 2011. V. 57, N 3. P. 197–222.
 68. Payne J.L., Clapham M.E. End-Permian mass extinction in the oceans; an ancient analog for the twenty-first century? // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 2012. V. 40. P. 89–111.
 69. Posenato R. The end-Permian mass extinction (EPME) and the Early Triassic biotic recovery in the western Dolomites (Italy): state of the art // Bull. della Soc. Paleo. Italiana, 2019. V. 58, N 1. P. 11–34.
 70. Salay J., Borza K., Samuel O. Triassic Foraminifers of the West Carpathians // Geol. Ustav Dyon. Stura, Bratislava. 1983. 211 p.
 71. Shen S.Z., Crowley J.L., Wang Y., Bowring S.A., Erwin D.H., Sadler P.M., Cao C.Q., Rothman D.H., Henderson C.M., Ramezani J., Zhang H., Shen Y., Wang X.D., Wang W., Mu L., Li W.Z., Tang Y.G., Liu X.L., Liu L.J., Zeng Y., Jiang Y.F., Jin Y.G. Calibrating the End-Permian mass extinction // Sci. 2011. V. 334. P. 1367–1372.
 72. Song H.J., Tong J.N., Zhang K.X. et al. Foraminiferal survivors from the Permian–Triassic mass extinction in the Meishan section, South China // Paleoworld. 2007. V. 16. P. 105–119.
 73. Song H., Jinnan Tong J., Chen Z.Q. Evolutionary dynamics of the Permian-Triassic foraminifer size: Evidence for Lilliput

- effect in the end-Permian mass extinction and its aftermath // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2011. V. 308. P. 98–110.
74. Song H., Wignall P.B., Tong J., Yin H. Two pulses of extinction during the Permian–Triassic crisis // *Nature Geosci.* 2013. V. 6, N 1. P. 52–56.
75. Song H.J., Tong J.N., Wignall P.B., Luo M. Early Triassic disaster and opportunistic foraminifers in South China // *Geol. Magazine.* 2015. V. 1, N 2. P. 1–18.
76. Styk O. Foraminifera from the Lower and Middle Triassic of Poland // *Acta Paleont. Pol.* Warszawa. 1975. V. 20, N 4. P. 501–534.
77. Tozer E.T. The Trias and its Ammonoids: The Evolution of a time scale. Ottawa: Geol. Surv. Can. 1984. 171 p.
78. Tozer E.T. Towards a Definition of the Permian-Triassic boundary // *Episodes.* 1988. V. 11, N 4. P. 251–255.
79. Tozer E.T. Canadian Triassic ammonoid faunas // *Geol. Surv. Can. Bull.* 1994. N 467. P. 1–663.
80. Twitchett R.J., Looy C.V., Morante R., Visscher H., Wignall P.B. Rapid and synchronous collapse of marine and terrestrial ecosystems during the end-Permian biotic crisis // *Geol.* 2001. V. 29. P. 351–354.
81. Wignall P.B., Morante R., Newton R. The Permo–Triassic transition in Spitsbergen: $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ chemostratigraphy, Fe and S geochemistry, facies, fauna and trace fossils // *Geol. Magazine.* 1998. V. 135. P. 47–62.
82. Yin H. (Ed.) The Paleozoic–Mesozoic boundary – candidates of the global stratotype section and point (GSSP) of the Permian–Triassic boundary. Wuhan: China Univ. Geosci. press, 1996. P. 1–137.
83. Yin H., Sweet W.C., Glenister B.F., Kotlyar G., Kozur H., Newell N.D., Sheng J., Yang Z., Zakharov Y.D. Recommendation of the Meishan section as global stratotype section and point for basal boundary of Triassic system // *Newslett. on Stratigraphy.* 1996. V. 34, N 2. P. 81–108.
84. Yin H., Zhang K., Tong J., Yang Z., Wu S. The Global stratotype section and point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary // *Episodes.* 2001. V. 24, N 2. P. 102–114.
85. Zaninetti L. Foraminifera du Trias. Essai de synthese et correlation entre les domaines mesogeens europeen et asiatique // *Rev. Ital. Paleont.* 1976. V. 82, N 1. P. 1–258.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

после доработки 17.02.2020 г.

принята к печати 19.05.2020 г.

A.V. Yadrenkin, A.S. Byakov, R.V. Kutygin, A.V. Kopylova

New dates and stratigraphical distribution of foraminifers from Permian-Triassic boundary deposits in the South Verkhoyan region

The first results made on the study of foraminifera from Permian-Triassic boundary deposits in the South Verkhoyan Region (the lower part of the Nekuchan Formation, the Suol section, the Setorym River basin, tributary of the Vostochnaya Khandyga River) are presented. The foraminifera are a new group for this section and were not used in paleontological stratigraphic studies before. The foraminiferal assemblage is represented exclusively by ammodiscids (genera *Ammodiscus*, *Glomospira*, and *Glomospirella*), among which *Ammodiscus septentrionalis* Gerke dominates. The distribution of foraminifera in the Suol section is compared with the previously constructed carbon isotope curve, which reflects global environmental changes. Three intervals are identified in the stratigraphic distribution of foraminifera. In the lower interval, foraminifera are relatively numerous and diverse. In the middle interval foraminifera were not detected; here the maximum negative values of the $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ isotope are also recorded. This interval, obviously, corresponds to the time of the main fauna extinction in the Tethyan basins. In the upper interval, a gradual recovery of the abundance and structure of the foraminiferal complex occurs. A comparative analysis of the distribution and dynamics of taxonomic rearrangements of foraminiferal associations in the Permian-Triassic deposits in the Suol section with Tethyan and Boreal sections was carried out, some general features and patterns are established. A brief description of four of foraminiferal species and a photo table with their image are given.

Key words: foraminifers, Permian-Triassic boundary, South Verkhoyan, Northeastern Russia.