

УДК 551.72:56.022:57.072

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕВЕНДСКИХ–НИЖНЕКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗЕ СКВАЖИНЫ СЕВЕРО-ПОЛОЦКАЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ, БЕЛАРУСЬ

© 2022 г. Е. Ю. Голубкова^{1, *}, О. Ф. Кузьменкова², А. Г. Лапцевич², Е. А. Кушим¹,
Т. В. Воскобойникова², М. О. Силиванов^{1, 3}

¹Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

²Филиал “Институт геологии” республиканского унитарного предприятия
“Научно-производственный центр по геологии”, Минск, Беларусь

³Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: golubkovaeyu@mail.ru

Поступила в редакцию 13.02.2022 г.

После доработки 11.04.2022 г.

Принята к публикации 26.04.2022 г.

В центральных районах Восточно-Европейской платформы скважинами вскрыты непрерывные терригенные последовательности венда–нижнего кембрия, что позволяет считать их опорными для разработки единой Региональной стратиграфической схемы Беларуси и европейской части России. В работе представлены результаты палеонтологического и литологического изучения параметрической скв. Северо-Полоцкая, пробуренной на севере Беларуси (Латвийская седловина). Анализ таксономического разнообразия ископаемых организмов позволил выделить шесть ассоциаций: ассоциация I с *Striatella coriacea*–*Zinkovioides inclusus* редкинского возраста; ассоциация II с *Leiosphaeridia minutissima*–*Leiosphaeridia tenuissima*, ассоциация III с *Aataenia reticularis*–*Primoflagella speciosa*–*Vendotaenia antiqua* и ассоциация IV с *Aataenia reticularis*–*Bicuspidata fusiformis* котлинского возраста; ассоциация V с *Teorphipolia lacerata*–Gen. et sp. indet. 4 ровенского–лонтоваского возраста; ассоциация VI с *Granomarginata squamacea*–*Cochleatina ignalinica*–*Platysolenites antiquissimus* лонтоваского возраста. Граница докембрия–кембрия проведена в основании рудаминской свиты. Полученные данные существенно дополняют палеонтологическую характеристику переходных отложений венда–кембрия, что может быть использовано в стратиграфических и палеофациальных построениях.

Ключевые слова: микрофоссилии, макрофоссилии, биостратиграфия, Восточно-Европейская платформа, Беларусь, венд, кембрий

DOI: 10.31857/S0869592X22060072

ВВЕДЕНИЕ

Региональные стратиграфические схемы (РСС) венда–нижнего кембрия Беларуси (Стратиграфические..., 2010) и европейской части России (Стратиграфическая..., 1996) разработаны на основе общих историко-геологических подходов и в целом сопоставимы друг с другом (рис. 1) (Розанов, 1973; Соколов, 1974, 1980; Рифей..., 1976; Волкова и др., 1979; Федонкин, 1981; Вендская..., 1985а, 1985б; Махнач и др., 1985; Геология..., 2001; Гражданкин, Маслов, 2015; Голубкова и др., 2021б). Основное и принципиальное отличие заключается в положении границы докембрия–кембрия, которая в РСС Беларуси проводится по подошве ровенского горизонта (Махнач и др., 1985; Абраменко и др., 1994; Геология..., 2001; Махнач и др., 2005а, 2005б; Стратиграфические...,

2010), а в схеме России – в основании вышележащего лонтоваского горизонта (Волкова и др., 1979; Вендская..., 1985б; Стратиграфическая..., 1996 и др.). В связи с этим особое значение приобретают современные биостратиграфические исследования, направленные на поиск единых критериев для обоснования границы докембрия–кембрия в обновленной РСС Восточно-Европейской платформы (ВЕП).

Выделение региональных горизонтов верхнего венда и нижнего кембрия в унифицированных схемах России (Стратиграфическая..., 1996) и Беларуси (Стратиграфические..., 2010) проводится по палеонтологическим данным, полученным из разрозненных местонахождений ВЕП. При этом принятые в схемах опорные разрезы не сохранились либо представлены отдельными фрагмента-

Беларусь				Европейская часть России			
ОСШ		РСШ	МП	ОСШ		РСШ	МП
Система	Отдел	Горизонт	Серия	Система	Отдел	Горизонт	Серия
Кембрий	Нижний	Лонтоваский	Балтийская	Кембрий	Нижний	Лонтоваский	Балтийская
		Ровенский				Ровенский	
Венд	Верхний	Котлинский	Валдайская	Венд	Верхний	Котлинский	Поваровская
		Редкинский				Редкинский	Редкинская
	Лиозненский	Вольнская	Нижний		Лапландский	Древлянская	
	Вильчанская						

Рис. 1. Сопоставление унифицированных стратиграфических схем венда–нижнего кембрия Беларуси (Стратиграфические..., 2010) и европейской части России (Стратиграфическая..., 1996).

Сокращения: ОСШ – Общая стратиграфическая шкала, РСШ – Региональная стратиграфическая шкала, МП – местные подразделения.

ми, зачастую недоступными для изучения. Особенно это касается керна скважин европейской части России, которые были пробурены в центральных районах и на севере Московской синеклизы в 1960–1980-е годы. Поэтому изучение новых геологических объектов, которые могут быть предложены в качестве опорных разрезов в РСШ нового поколения, имеет большое значение.

На протяжении нескольких последних лет нами ведутся комплексные исследования венд-кембрийских отложений Беларуси и северо-запада России. По результатам изучения для каждого из этих регионов будут выбраны наиболее полные и палеонтологически хорошо охарактеризованные разрезы, которые будут предложены в качестве опорных для центральных районов ВЕП. В статье приведено литологическое описание и дана палеонтологическая характеристика разреза параметрической скв. Северо-Полоцкая, пробуренной в 2019 г. на севере Беларуси.

КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Северная часть Беларуси в геологическом плане до сих пор слабо изучена. Для этой территории отсутствуют сведения о строении фундамента и границах тектонических структур, а стратиграфическое расчленение венд-кембрийских отложений проводится преимущественно по фактическим данным, полученным из единичных скважин. Анализируемая в работе скв. Северо-Полоцкая пробурена на юго-востоке Латвийской седловины, в 2.1 км на юго-запад от дер. Мошница в Россонском районе Витебской области (рис. 2). Разрез полностью охарактеризован керном, за исключением интервала 643.5–633.8 м.

Согласно принятой РСШ Беларуси, в составе венда выделены вильчанская, вольнская и валдайская серии, которые выше по разрезу перекрываются балтийской серией нижнего кембрия (рис. 1) (Геология..., 2001; Стратиграфические...,

2010). На северо-западе Беларуси ледниковые образования вильчанской серии отсутствуют, а вулканогенно-осадочные толщи лукомльской и лиозненской свит вольнской серии залегают на кристаллическом фундаменте. Для магматических пород вольнской серии Украины и Беларуси (центральная часть Вольнско-Брестской провинции) получен U–Pb возраст кристаллов циркона и бадделита, который отвечает интервалу от 573 ± 14 до 551 ± 4 млн лет (Shumlyansky et al., 2016 и др.).

Наиболее полные и мощные отложения редкинского и котлинского горизонтов валдайской серии развиты на севере, северо-востоке Беларуси (Махнач и др., 2005а; Стратиграфические..., 2010). В отличие от местных стратиграфических подразделений редкинского горизонта, стратотип котлинской свиты котлинского горизонта установлен за пределами Беларуси – на о-ве Котлин в Финском заливе, северо-запад России (Соколов, 1958; Стратиграфический..., 1994). На территории Ленинградской области к котлинской свите была отнесена глинистая пачка, содержащая вендотениевые водоросли и сапропелеподобные органические пленки. Позднее, при разработке РСШ венда ВЕП котлинская свита была переведена в ранг регионального подразделения (Решения..., 1965). В стратотипических разрезах северо-запада России и Прибалтики в состав котлинского горизонта были включены песчано-алевролитовые гдовские слои (свита) и аргиллиты котлинской свиты (Соколов, 1953; Постановления..., 1978; Meidla, 2017). Увеличение стратиграфического объема котлинского горизонта привело к упразднению на северо-западе России гдовской и котлинской свит и выделению новой василеостровской свиты (Постановления..., 2011; Вербицкий и др., 2012). Напротив, в унифицированной схеме Беларуси котлинский горизонт установлен в объеме котлинской свиты, а нижележащие отложения редкинского горизонта сопоставлены с гдовскими слоями (Решения..., 1983; Стратиграфические...,

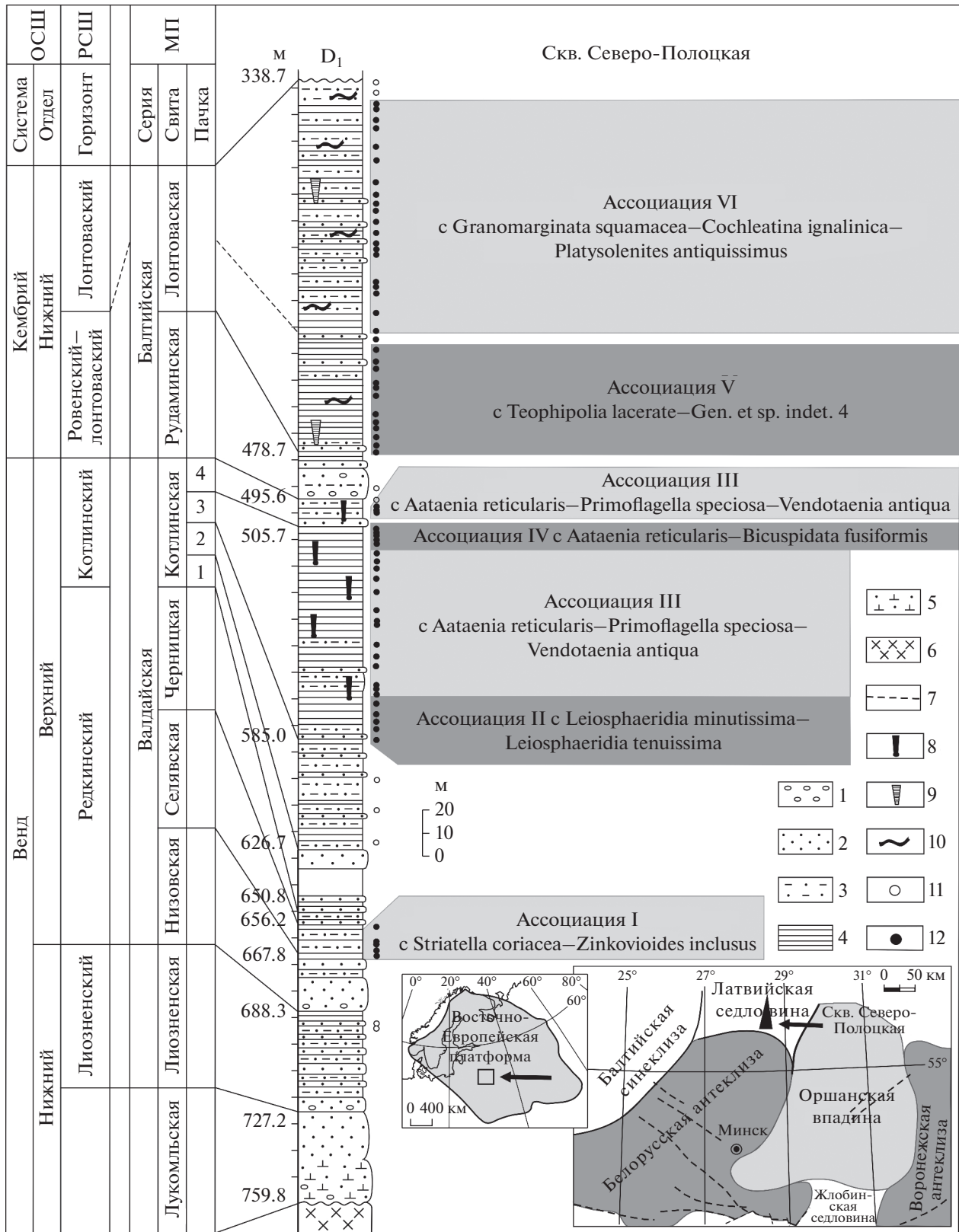


Рис. 2. Положение ассоциаций ископаемых организмов в разрезе скв. Северо-Полоцкая. 1 – гравелиты; 2 – песчаники; 3 – алевролиты; 4 – глины, аргиллиты; 5 – туфопесчаники; 6 – кристаллический фундамент; 7 – разломы; 8 – *Vendotaenia antiqua*; 9 – *Saagina* sp.; 10 – икнофоссилии; 11 – образцы, не содержащие микрофоссилий; 12 – образцы с микрофоссилиями. Сокращения: ОСШ – Общая стратиграфическая шкала, РСШ – Региональная стратиграфическая шкала, МП – местные подразделения, D₁ – нижний девон. Слева от разреза скважины приведена глубина (м).

2010). Сложившаяся ситуация требует проведения специальных стратиграфических исследований, направленных на выработку единой позиции по расчленению котлинского горизонта на ВЕП. В статье используется схема, принятая для территории Беларуси (Стратиграфические..., 2010), однако в дальнейших наших работах мы планируем вернуться к рассмотрению этой проблемы. Одним из возможных путей ее решения может стать предложение о выборе нового местного стратиграфического подразделения и опорного разреза котлинского горизонта для территории Беларуси.

Вышележащие отложения балтийской серии распространены в Балтийской синеклизе, Подляско-Брестской впадине и на западных склонах Белорусской антеклизы, Полесской и Латвийской седловин (Махнач и др., 1985; Геология..., 2001). На северо-западе Беларуси балтийская серия сложена рудаминской свитой, отнесенной к ровенскому горизонту, и лонтоваской свитой лонтоваского горизонта (Геология..., 2001; Махнач и др., 2005б). Отложения ровенского горизонта содержат комплекс микрофоссилий, выделенный в акритарховую лону (провинциальная зона) *Teorphipolia lacerata*–*Cochleatina rudaminica*, а лонтоваский горизонт включает комплекс микрофоссилий, выделенный в лону *Granomarginata prima* (Махнач и др., 2005б).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Во время полевого сезона 2020 г. было проведено литологическое изучение разреза скв. Северо-Полоцкая, отобраны образцы на шлифы и микропалеонтологическое исследование, а также собрана представительная коллекция макроскопических ископаемых организмов.

Для изучения микрофоссилий в химической лаборатории было растворено 87 образцов керна, отобранных из серых, зеленовато-серых аргиллитов и алевролитов (инт. 694.4–339.8 м). Растворение пород проводилось по щадящей методике, разработанной и позднее модернизированной в лаборатории литологии и биостратиграфии ИГГД РАН (Герман, 1974; Голубкова и др., 2021б). Породы были последовательно обработаны 45%-ной плавиковой (HF) и 10%-ной соляной (HCl) кислотами. После каждого этапа осадок был промыт через сито с размером ячейки 10 мкм дистиллированной водой. Затем органические остатки отбирали пипеткой на предметное стекло под биноклем Bresser Advance ICD и консервировали в полимерном клее Eukitt. Изучение постоянных препаратов и фотографирование микрофоссилий проводилось под биологическим микроскопом AxioScope.A1 (Carl Zeiss) с использованием камеры AxioCam MRc5.

В девяти образцах микрофоссилии выявлены не были. Остальные образцы содержали разнообразные организмы хорошей и удовлетворительной

сохранности. Палеонтологическая характеристика разреза скв. Северо-Полоцкая была дополнена данными по макроскопическим ископаемым организмам.

Керн скв. Северо-Полоцкая хранится в кернохранилище г. Слуцка и в литологической коллекции филиала “Институт геологии” республиканского унитарного предприятия “Научно-производственный центр по геологии”, Минск, Беларусь. Коллекция макроскопических ископаемых организмов, а также постоянных палеонтологических препаратов находится в лаборатории литологии и биостратиграфии ИГГД РАН, Санкт-Петербург, Россия (коллекция № Б-2019-СП).

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА СКВ. СЕВЕРО-ПОЛОЦКАЯ

Анализируемые в работе венд-нижнекембрийские отложения вскрыты скважиной Северо-Полоцкая в инт. 759.8–338.7 м. Скважина была остановлена на гл. 770.6 м в породах фундамента. В разрезе скважины выделены: лукомльская, лиозненская свиты волынской серии, низовская, сельявская, черницкая, котлинская свиты валдайской серии и рудаминская, лонтоваская свиты балтийской серии (рис. 2). Венд-кембрийские терригенные последовательности со стратиграфическим несогласием залегают на архейском–нижнепротерозойском кристаллическом фундаменте и также с несогласием перекрываются терригенно-карбонатными породами витебского горизонта нижнего девона.

Лукомльская свита (мощность 32.6 м). Стратотип свиты установлен в инт. 517–448 м скв. Толочин-29, пробуренной на северо-западе Оршанской впадины около дер. Прошика (Стратиграфические..., 2010). Свита сложена темно-лиловыми, буровато-серыми вулканомиктовыми песчаниками и гравелитами с глинистым (гидрослюдисто-каолининовым), доломит-глинистым цементом каемочно-гнездового и базально-порового типа. Породы нечетко горизонтально-слоистые до массивных, разнозернистые. Обломочный материал угловато-окатанной формы. Снизу вверх по разрезу размерность зерен уменьшается от гравийной в основании до мелкопесчаной в верхней части разреза. В инт. 729–727.2 м отмечаются прослойки слюдястых алевролитов и присыпки серо-зеленого глауконита (рис. 2).

Лиозненская свита (мощность 38.9 м) согласно залегают на породах лукомльской свиты (рис. 2). Стратотип свиты выделен в инт. 766–730 м скв. Богусевск-2, пробуренной около дер. Низы на севере Оршанской впадины (Стратиграфические..., 2010). Свита представлена переслаиванием слюдястых бурых алевролитов и лиловато-коричневых, пепельно-серых вулканомиктовых разно-

зернистых песчаников, преимущественно крупнозернистых аркозовых с карбонатно-глинистым, глинистым цементом гнездового, базально-гнездового типа. Породы горизонтально- и косослоистые, реже массивные. По всему интервалу периодически встречается тонкозернистый глауконит зеленовато-серого цвета. В двух отобранных образцах (гл. 694.4 м, 692.5 м) микрофоссилии выявлены не были.

Низовская свита (мощность 20.5 м) без видимого перерыва залегает на лиозненской свите (рис. 2). Стратотип свиты установлен в инт. 730–694 м скв. Богушевск-2 (Стратиграфические..., 2010). Свита представлена переслаиванием вулканомиктовых песчаников и алевролитов. Песчаники темно-бурого цвета, разномзернистые, преимущественно крупно- и среднезернистые, с доломитовым, доломит-гематит-каолиновым цементом базального типа, с горизонтальной и косоволнистой слоистостью, отмечаются текстуры подводных оползаний и внутриформационных срывов.

Селявская свита (мощность 11.6 м) согласно залегает на низовской свите (рис. 2). Стратотип свиты выделен в инт. 372–338 м скв. Толочин-29 (Стратиграфические..., 2010). Свита сложена зеленовато-серыми слюдястыми алевролитами и алевритистыми аргиллитами каолинит-гидрослюдистого состава. В нижней части разреза развиты маломощные прослои мелкозернистых слюдястых аркозовых песчаников с доломитоглинистым (гидрослюдисто-каолиновым) цементом базально-гнездового типа. Породы тонко- и горизонтально-слоистые, в нижней части пачки – с косой и волнистой слоистостью. Характерно присутствие пиритизированных органических пленок черного, темно-коричневого цвета и неопределимых уплощенных лентовидных фрагментов, сопоставляемых с водорослями.

В инт. 666.5–657.5 м обнаружены разнообразные микрофоссилии, которые по наиболее характерным таксонам выделены в ассоциацию I с *Striatella coriacea*–*Zinkovioides inclusus* (рис. 2, 3). На этом уровне широко распространены осцилляториевые многоклеточные цианобактерии *Striatella coriacea* Assejeva (табл. I, фиг. 5), *Oscillatoriopsis magna* Tynni et Donner, нити бесклеточного строения *Siphonophycus* Schopf, emend. Knoll et Swett, а также предполагаемые колониальные и нитчатые серные бактерии *Zinkovioides inclusus* Hermann (табл. I, фиг. 4), *Zinkovioides* Hermann. Ограниченное распространение имеют акритархи *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova), emend. Jankauskas, *L. tenuissima* Eisenack, *Pterospermopsisomorpha insolita* B.V. Timofeev, emend. Mikhailova. На гл. 663 м обнаружен один экземпляр сфероморфной колонии *Tynnina* cf. *presambrica* (Tynni et Donner), emend. Burzin (табл. I, фиг. 1), а в нижней части интервала – спирально-свернутые нитчатые микрофоссилии *Obruchevela parva* Reitlinger, emend. Yakschin et Luchinina, emend. Burzin

(табл. I, фиг. 3) и крупные акритархи *Chuarina circularis* Walcott, emend. Vidal et Ford, emend. Jankauskas (табл. I, фиг. 2).

В составе биоты также распространены пучки трихомов бесклеточного строения, заключенные в тонкий эластичный чехол (табл. I, фиг. 6). Наличие чехла установлено впервые. Подобные микроорганизмы ранее были описаны из редкинского горизонта ВЕП и отнесены под вопросом к роду *Polytrichoides* Hermann (Голубкова и др., 2021а, 2021б). Вместе с тем выявленные особенности строения микрофоссилий требуют пересмотра их систематической принадлежности. Они имеют близкое морфологическое строение с современными политрихоматозными цианобактериями, близкими к родам *Schizothrix* и *Microcoleus*. Предполагается, что клетки в трихомах могли быть разрушены на стадии захоронения в жидком осадке. На данном этапе исследования анализируемые формы отнесены к Gen. et sp. indet. 1. В органоматерате в значительном количестве присутствовал пирит.

Черницкая свита (мощность 5.6 м) согласно залегает на селявской свите (рис. 2). Стратотип свиты установлен в инт. 664–600 м скв. Богушевск-2 (Стратиграфические..., 2010). Свита представлена переслаиванием глин гематит-каолинит-гидрослюдистого состава и слюдястых алевролитов. В ее нижней части распространены алевролиты и разномзернистые аркозовые песчаники с гидрослюдисто-каолиновым цементом базально-гнездового типа. Породы пестроцветные, темно-бурого цвета с переходом в зеленовато-серый, редко табачный, тонкоплитчатые, с пологоволнистыми поверхностями напластования. Характерно присутствие пирита.

Котлинская свита (мощность 155.2 м) без видимого перерыва залегает на черницкой свите (рис. 2). Стратотип свиты установлен на о-ве Котлин, Россия (Стратиграфический..., 1994). По итогам решения Региональной Межведомственной стратиграфической комиссии название “котлинская свита” было упразднено на северо-западе России (Постановления..., 2011).

В составе свиты выделено 4 пачки. Первая пестроцветная пачка (мощность 24.1 м) представлена песчаниками с единичными прослоями вулканомиктовых алевролитов и алевритистых аргиллитов. Песчаники аркозовые, разномзернистые, от тонко- до крупнозернистых и гравелитистых в нижней части интервала. Цемент глинистый (каолиновый, гематит-каолиновый), доломит-каолиновый. Обломочный материал угловато-окатанной формы. Аргиллиты гематит-каолинит-гидрослюдистого состава, от горизонтально-слоистых до массивных.

Вторая глинисто-алевролитовая пачка (мощность 41.7 м) представлена переслаиванием алевритистых аргиллитов каолинит-гидрослюдистого состава, слюдястых алевролитов и аркозовых

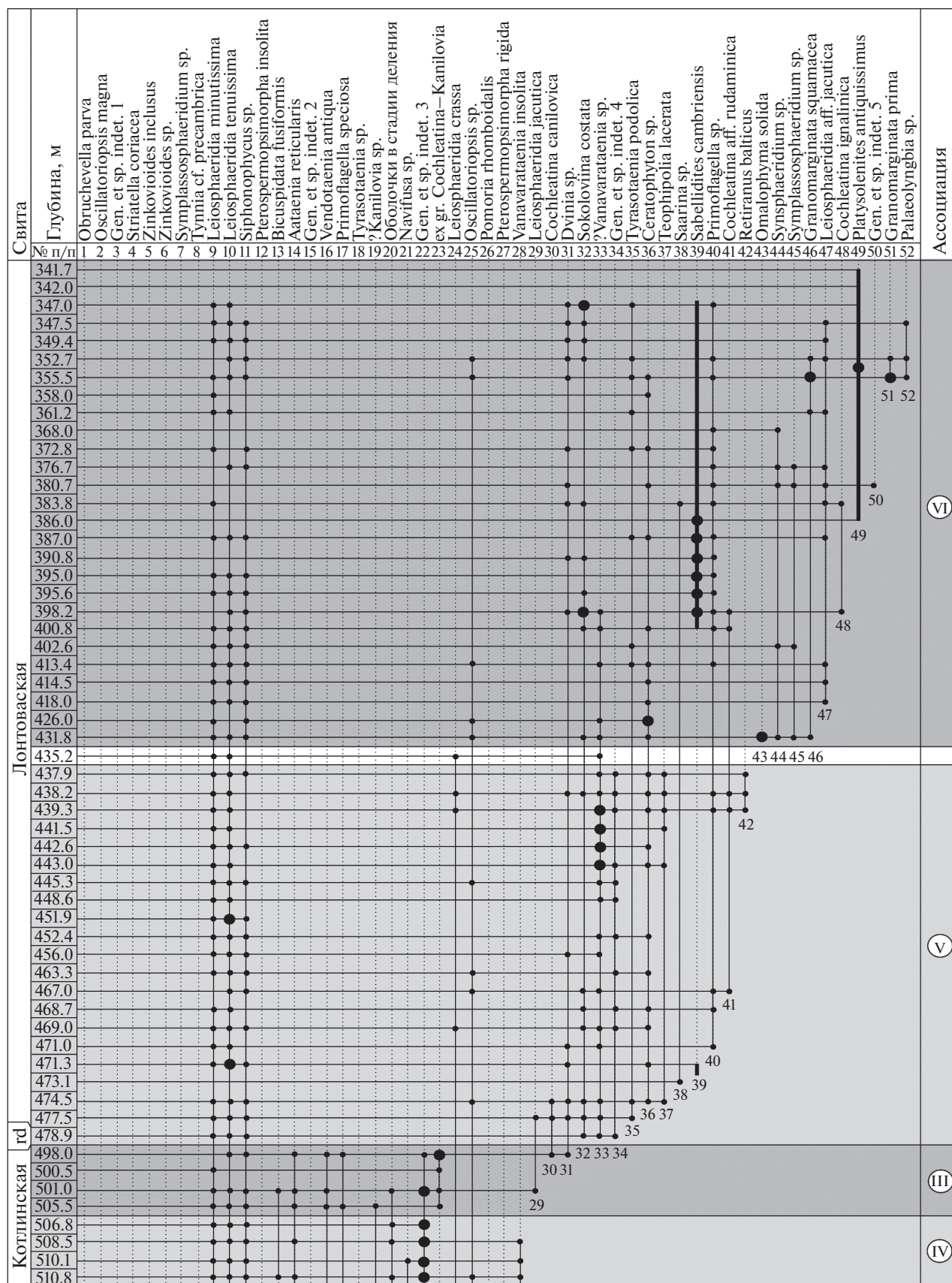


Рис. 3. Таксономическое разнообразие и стратиграфическое распространение ископаемых организмов в венд-кембрийских отложениях скв. Северо-Полоцкая.

1–6 – ассоциации микрофоссилий: 1 – ассоциация I с *Striatella coriacea*–*Zinkovioides inclusus*, 2 – ассоциация II с *Leiosphaeridia minutissima*–*Leiosphaeridia tenuissima*, 3 – ассоциация III с *Aataenia reticularis*–*Primoflagella speciosa*–*Vendotaenia antiqua*, 4 – ассоциация IV с *Aataenia reticularis*–*Bicuspidata fusiformis*, 5 – ассоциация V с *Teophipolia lacerate*–*Gen. et sp. indet.*, 6 – ассоциация VI с *Granomarginata squamacea*–*Cochleatina ignalinica*–*Platysolenites antiquissimus*; 7 – единичные находки; 8 – массовое распространение таксона. Сокращение: rd – рудаминская свита.

песчаников. Песчаники разномерные, тонко- и мелкозернистые, с глинистым (каолинистым, гидрослюдисто-каолинистым, железисто-каолинистым), карбонатно-глинистым (доломит-сидерит-каолинистым) и каолинит-доломитовым цементом гнездового, базально-гнездового типа. Обломочный материал угловато-окатанной формы. Породы пестроцветные, от зеленовато-серых до шоколадно-бурых, горизонтально- и тонкослоистые, грубоплитчатые, с волнистыми поверхностями напластования и косой, линзовидной слоистостью с раздувами и пережимами. Характерны текстуры взмучивания, оползания и внутриформационных срывов. Породы содержат пирит. В инт. 598.0–592.7 м распространены органические пленки.

Третья пачка (мощность 79.3 м) сложена преимущественно аргиллитами темно-серого цвета, каолинит-гидрослюдистого, хлорит-каолинит-гидрослюдистого состава, алевритистыми, с прослоями сидеритов коричневого цвета и буровато-серых глин, обогащенных органическим веществом. Встречены желваки и стяжения пирита. В нижней части пачки отмечаются прослои мелко- и тонкозернистых аркозовых песчаников.

Четвертая пачка (мощность 6.4 м) представлена тонким переслаиванием зеленовато-серых глауконитсодержащих аргиллитов, алевролитов и

песчаников. Характерна полого- и косоволнистая слоистость. В нижней части пачки распространены кварцевые, полевошпат-кварцевые, средне- и крупнозернистые до гравелистых, песчаники. Зерна хорошо окатаны. Песчаники массивные или неяснослоистые, содержат прослои аргиллитов, количество и мощность которых возрастают вверх по разрезу.

Ископаемые организмы обнаружены в третьей и четвертой пачках котлинской свиты. В инт. 585.5–572.5 м выявлена обедненная ассоциация II с *Leiosphaeridia minutissima*–*Leiosphaeridia tenuissima* (рис. 2, 3). На этом уровне спорадически встречаются морфологически просто устроенные гладкостенные акритархи рода *Leiosphaeridia* и нитчатые цианобактерии *Siphonophycus sp.* На гл. 576.6 м обнаружен 1 экземпляр *Bicuspidata fusiformis* Assejeva, emend. Golubkova, Kushim et Tarasenko.

Выше по разрезу (инт. 568.9–498 м) выявлены разнообразные микро- и макроскопические ископаемые организмы. По присутствию наиболее характерных таксонов было выделено две ассоциации: ассоциация III с *Aataenia reticularis*–*Primoflagella speciosa*–*Vendotaenia antiqua* и ассоциация IV с *Aataenia reticularis*–*Bicuspidata fusiformis* (рис. 2, 3).

Ассоциация III появляется в разрезе на двух уровнях, в интервалах 568.9–515 и 505.5–498 м.

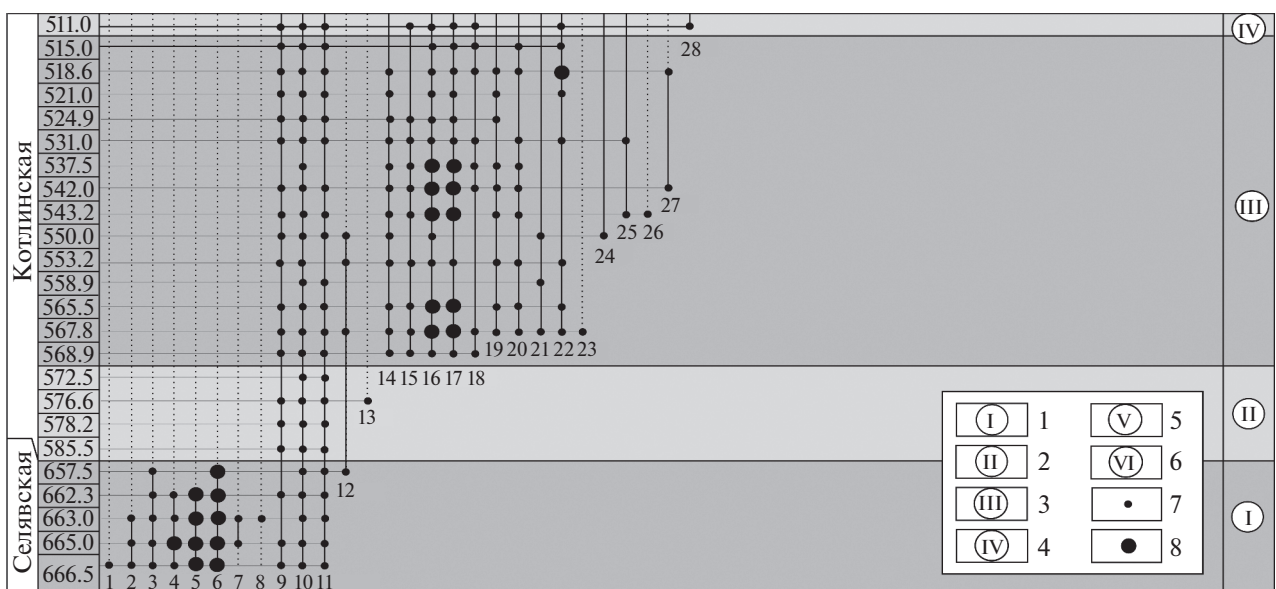


Рис. 3. Окончание

Наиболее широкое распространение имеют макроскопические водоросли *Vendotaenia antiqua* Gnilovskaya (табл. I, фиг. 8). Они обнаружены на межслойковых поверхностях и в постоянных препаратах. По органическим пленкам и вендетениевым водорослям развиты актиномицеты *Primoflagella speciosa* Gnilovskaya (табл. I, фиг. 9), которые выступают в качестве сапротрофов по отношению к первичной органике. Также распространены нитчатые микрофоссилии *Aataenia reticularis* Gnilovskaya, emend. Golubkova, Kushim et Tarasenko (табл. II, фиг. 9, 10).

Характерными представителями третьей ассоциации являются крупные трубчатые образования *Kanilovia insolita* A. Istchenko, на поверхности которых обнаружены спирально-свернутые проблематики *Cochleatina Assejeva* emend. Burzin (табл. III, фиг. 1, 2), *Cochleatina canilovica* Aseeva, emend. Burzin, emend. Slater, Harver, Bekker et Butterfield. Мы предполагаем, что данные формы были зафиксированы в прижизненном положении, что согласуется с выводами А.А. Ищенко (Ищенко, 1983). Спирали *Cochleatina*, как правило, сгруппированы по три экземпляра в кластер (табл. III, фиг. 1, 2б; Slater et al., 2020 и собственные данные). Анализ морфологического строения *Cochleatina canilovica* позволил Б.Дж. Слэйтеру и соавторам интерпретировать данные образования как “ловчий аппарат” многоклеточных хищных животных (Slater et al., 2020).

В составе третьей ассоциации спорадически встречаются акритархи *Leiosphaeridia crassa* (Naukova), emend. Jankauskas, *L. minutissima*, *L. tenuissima*, *Pterospermopsimorpha insolita* (табл. II, фиг. 1), нитчатые микрофоссилии *Pomoria rhomboidalis* Siverzeva, цианобактерии *Oscillatorioopsis* Schopf, emend. Knoll et Golubic, emend. Knoll, Swett et Mark, emend. Butterfield, *Siphonophycus* sp., вендетениевые водоросли *Tyrasotaenia* Gnilovskaya и разнообразные крупные сферические и овальные оболочки, находящиеся на разной стадии деления (табл. II, фиг. 2, 3). Особый интерес вызывают находки новых микроорганизмов *Gen. et sp. indet. 2.* (табл. II, фиг. 6, 7). Эти формы представляют собой линейно-вытянутые фрагменты, несущие характерные зубчики-чешуйки. Подобный план строения у докембрийских организмов установлен впервые. Также к новому таксону *Gen. et sp. indet. 3* могут быть отнесены ветвящиеся микроорганизмы с характерными сферическими образованиями на конце нитей. Эти формы сохраня-

ются в ископаемом состоянии за счет фиксации на растительных пленках.

Ассоциация IV с *Aataenia reticularis*—*Bicuspidata fusiformis* выявлена в инт. 511—506.8 м. На этом стратиграфическом уровне наблюдается сокращение таксономического разнообразия ископаемых организмов (рис. 3). Из состава биоты исчезают вендетениевые водоросли, актиномицеты и некоторые другие таксоны, а массовое распространение получают нитчатые микрофоссилии *Aataenia reticularis*, *Bicuspidata fusiformis*, *Siphonophycus* sp., *Gen. et sp. indet. 3* (фиг. II, фиг. 8) и крупные делящиеся оболочки (фиг. II, фиг. 4). В нижней части интервала выявлены единичные грибоподобные организмы *Vanavarataenia insolita* Pjatiletov. Спорадически встречаются морфологически просто устроенные акритархи *Leiosphaeridia minutissima*, *L. tenuissima*.

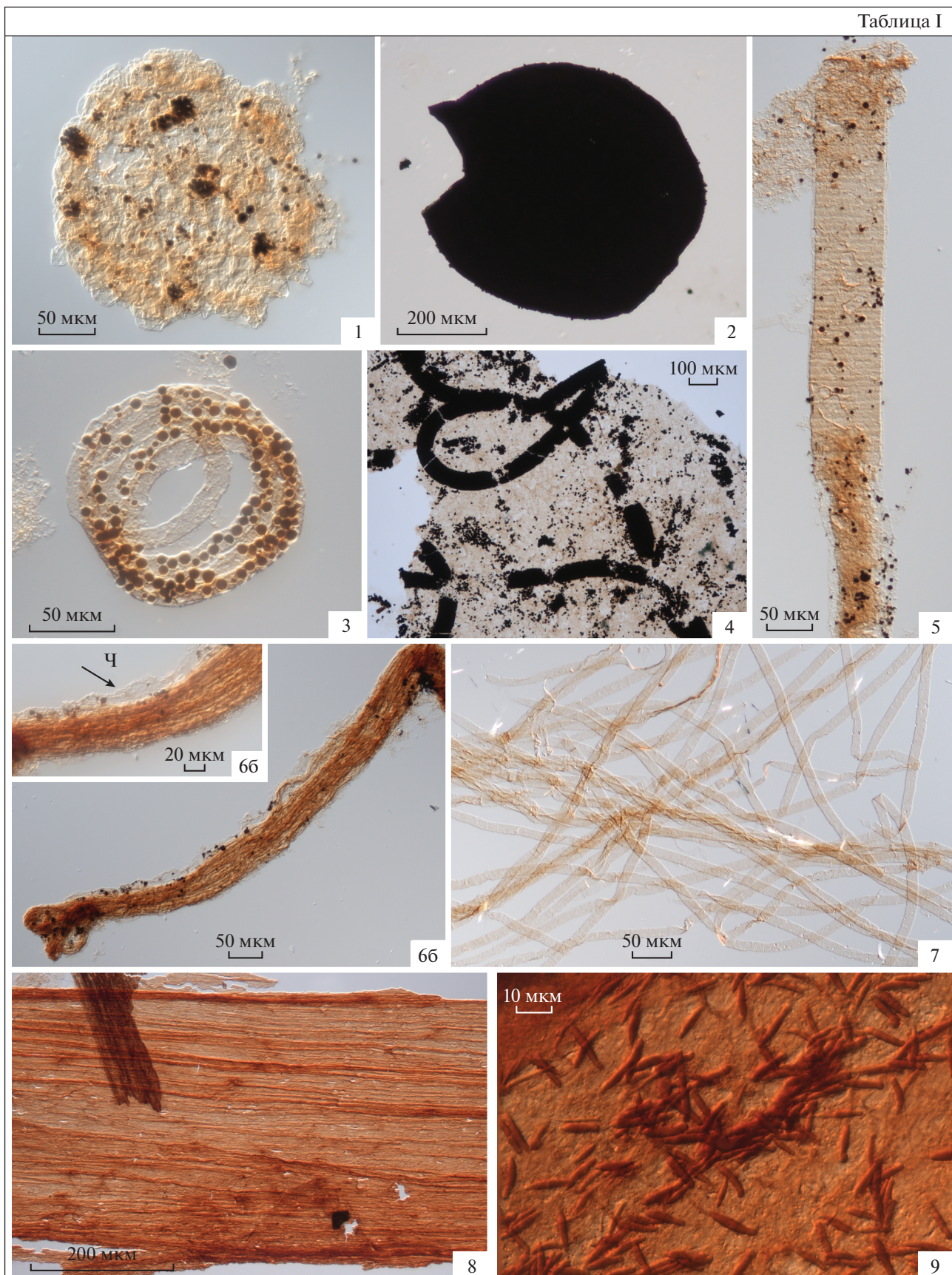
Рудаминская свита (мощность 16.9 м) без видимого перерыва залегает на породах котлинской свиты. Стратотип свиты установлен в инт. 356—332 м скв. Вилкишкяй-68 (*Vilkiškės-68*) Литвы (Геология..., 1982; Решение..., 1986; Jankauskas, 2002). Нижняя часть свиты (инт. 495.6—480.0 м) представлена косослоистыми аркозовыми гравелитами и песчаниками светло-бежевого цвета с тонкими прослоями зеленовато-серых слюдистых алевролитов. Зерна хорошо окатаны, сцементированы глинистым материалом гидрослюдисто-каолинитового состава и гипсом. Породы содержат пирит и интракласты глин зеленовато-серого цвета. В инт. 480—479 м залегают горизонтально-слоистые светло-серые тонко-, мелкозернистые кварцевые песчаники с прослоями аргиллитов и алевролитов. Песчаники рыхлые, хорошо сортированные, с гидрослюдисто-каолинитовым цементом, содержат стяжения сидерита. Верхняя часть свиты (инт. 480—478.7 м) сложена тонко переслаивающимися зеленовато-серыми гидрослюдисто-каолинитовыми аргиллитами и слюдистыми алевролитами.

Лонтоваская свита (мощность 140 м) согласно залегает на рудаминской свите. Стратотип свиты установлен за пределами Беларуси, в карьере Кунда, около дер. Лонтова Эстонии (Стратиграфический..., 1975). Свита представлена зеленовато-серыми, серыми, в верхней части разреза пестроцветными, слюдистыми, глауконитсодержащими алевролитами с линзами и тонкими прослоями аргиллитов, глин каолинит-гидрослюдистого состава и полевошпат-кварцевых песчаников с глинисто-доломи-

Таблица I. Редкинская и котлинская ассоциации ископаемых организмов.

1 — *Tynnina* cf. *precambrica* (Tynni et Donner), emend. Burzin; гл. 666.5 м, обр. СП-663.5, преп. 2; 2 — *Chuarina circularis* Walcott, emend. Vidal et Ford, emend. Jankauskas; гл. 665 м, обр. СП-665, преп. 2; 3 — *Obruchevella parva* Reitlinger, emend. Yakschin et Luchinina, emend. Burzin; гл. 666.5 м, обр. СП-663.6, преп. 3; 4 — нитчатые микроорганизмы *Zinkovioides inclusus* Hermann, захороненные на растительной пленке; гл. 665 м, обр. СП-665, преп. 2; 5 — *Striatella coriacea* Assejeva; гл. 666.5 м, обр. СП-663.6, преп. 4; 6 — *Gen. et sp. indet. 1*; гл. 663 м, обр. СП-663.1, преп. 1; 7 — *Siphonophycus* sp.; гл. 498 м, обр. СП-501.9, преп. 1; 8 — *Vendotaenia antiqua* Gnilovskaya; гл. 498 м, обр. СП-501.9, преп. 2; 9 — актиномицеты *Primoflagella speciosa* Gnilovskaya, развитые на *Vendotaenia antiqua*; гл. 567.5 м, обр. СП-568.7, преп. 6. Сокращение: ч — чехол.

Таблица I



товым, доломит-глинистым цементом порового типа, реже с пойкилитовым гипсовым цементом. Песчаники мелко- и среднезернистые до гравелистых, обломочный материал угловато-окатанный. Породы горизонтально-слоистые, с волнистыми поверхностями напластования, присутствуют желваки пирита диаметром до 2 см. В верхней части разреза появляются тонкие прослои доломитовых алевролитов и аргиллитов. В инт. 425.5–416.0 м выявлены косослоистые тонкозернистые песчаники с трещинами усыхания. На межслойковых поверхностях широко распространены пиритизированные следы ползания и объемные слепки роющих организмов.

Ассоциация V с *Teorhipolia lacerata*—Gen. et sp. indet. 4 установлена в инт. 478.9–437.9 м (рис. 2, 3). На этом стратиграфическом уровне обнаружены овальные оболочки с отверстием *Teorhipolia lacerata* Kirjanov (табл. III, фиг. 3), роговидно изогнутые фрагменты *Ceratophyton Kirjanov* и новые микрофоссилии Gen. et sp. indet. 4 (табл. III, фиг. 4–6). Последние представляют собой гладкую трубку, вокруг которой по спирали навито лентовидное образование. Характерными представителями пятой и шестой ассоциаций являются разнообразные по морфологии грибоподобные организмы, отнесенные со знаком вопроса к роду *Vanavarataenia Pjatiletov* (табл. IV, фиг. 4, 5). Эти организмы также могут быть сопоставлены с проблематиками *Baltinema rana Slater, Harvey, Guilbaud et Butterfield* (Slater et al., 2017). Имеет ли *Baltinema rana* самостоятельный статус, либо вид необходимо включить в состав ранее выделенного рода *Vanavarataenia*, пока не вполне понятно.

В составе пятой ассоциации спорадически встречаются акритархи *Leiosphaeridia jacutica* (B.V. Timofeev) emend. Mikhailova et Jankauskas, *L. crassa* (Naumova), emend. Jankauskas, *L. minutissima*, *L. tenuissima* Eisenack, цианобактерии *Siphonophycus* sp., *Oscillatoriopsis* sp., предполагаемые актиномицеты *Primoflagella Gnilovskaya*, трубчатые образования *Sokoloviina costata* Kirjanov, водоросли *Tyrasotaenia podolica Gnilovskaya* и свернутые в спирали *Cochleatina aff. rudaminica Paškevičiene*, *Cochleatina Assejeva*. В нижней части разреза обнаружены макроскопические органические трубки *Sabellidites cambriensis Yanishevsky*, а также проходящие из отложений котлинского горизонта *Cochleatina canilovica*. В инт. 439.3–437.9 м распространены проблематики *Retiranus balticus Slater, Harvey et Butterfield* (табл. III, фиг. 7–9), а на гл. 472.8 и 471.3 м обнаружено два эк-

земпляра *Saarina Sokolov, emend. Gnilovskaya*. В постоянных препаратах присутствовал пирит. Выше по разрезу, на глубине 435.2 м выявлены единичные транзитные микрофоссилии родов *Leiosphaeridia*, *Siphonophycus*, ?*Vanavarataenia* (рис. 3).

Ассоциация VI *Granomarginata squamacea*—*Cochleatina ignalinica*—*Platysolenites antiquissimus* установлена в интервале 431.8–347 м (рис. 2, 3). На фоне проходящих снизу таксонов *Ceratophyton* sp. (табл. IV, фиг. 3), *Primoflagella* sp. (табл. IV, фиг. 12), *Sabellidites cambriensis* (табл. IV, фиг. 13), *Sokoloviina costata* (табл. III, фиг. 10–12), *Tyrasotaenia podolica* (табл. IV, фиг. 11) обнаружены кремнистые трубки *Platysolenites antiquissimus* Eichwald (табл. IV, фиг. 10), акритархи *Granomarginata prima Naumova, G. squamacea Volkova* (табл. IV, фиг. 1), спирально-свернутые формы, осложненные зубчиками двух типов *Cochleatina ignalinica Paškevičiene* (табл. IV, фиг. 9), а также разнообразные по форме колонии, отнесенные к формальным родам *Synsphaeridium Eisenack* (табл. IV, фиг. 6, 7), *Symplassosphaeridium Timofeev*. На гл. 431.8 отмечается массовое распространение нитчатых микрофоссилий *Omalophyma solida Golub*. (табл. IV, фиг. 8). В верхней части интервала обнаружен фрагмент трубки *Saarina* sp. (табл. IV, фиг. 14) и один экземпляр оболочки Gen. et sp. indet. 5 (табл. IV, фиг. 2), орнаментированный на одном из “полюсов” характерными овальными бугорками. В органоматерате присутствовал пирит.

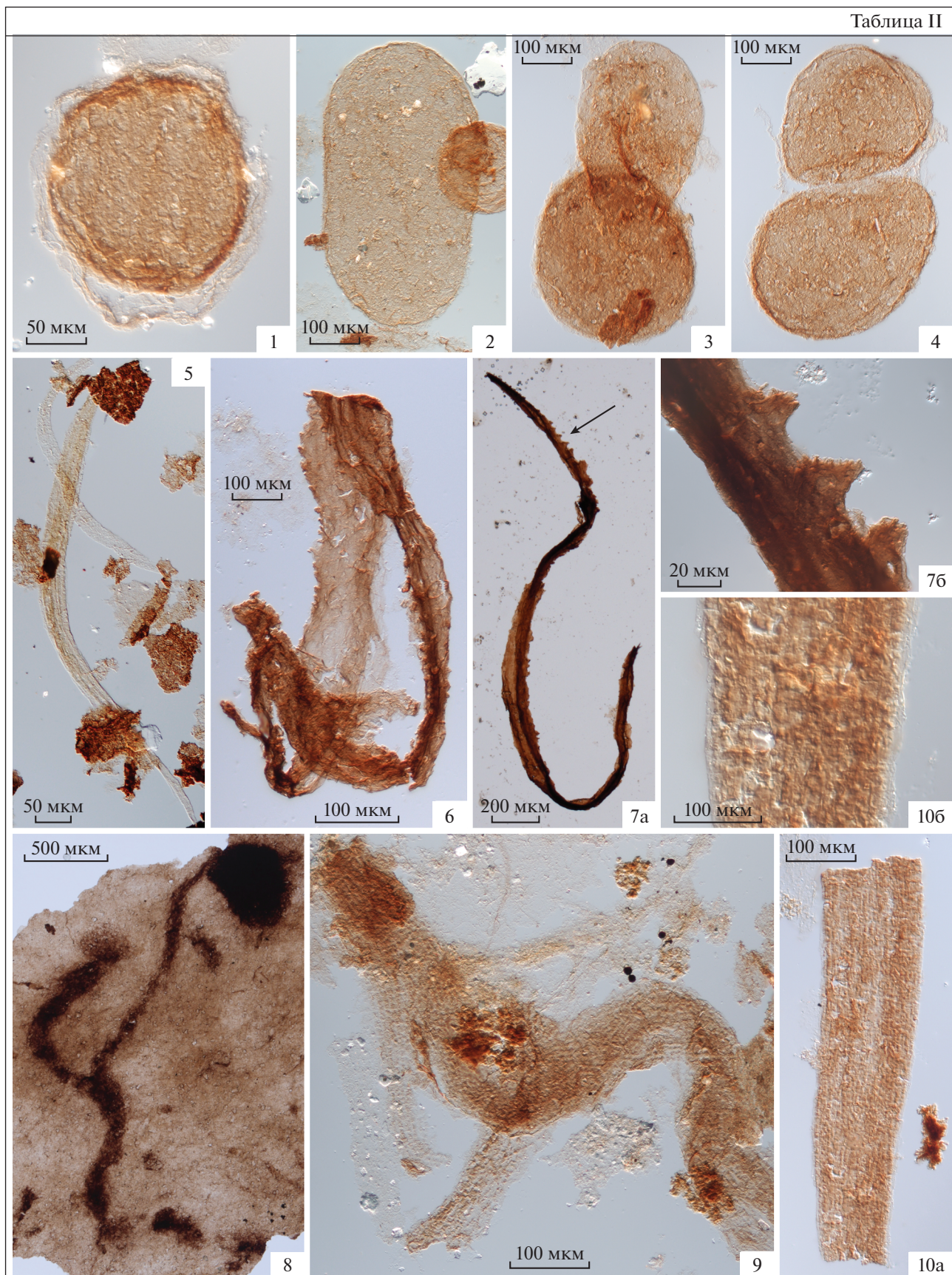
АНАЛИЗ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЗМОВ

Отложения волынской и нижней части валдайской серий сложены красноцветными грубозернистыми терригенными породами, накопившимися в обстановках, неблагоприятных для развития и захоронения организмов. Относительно богатая первая ассоциация обнаружена в сероцветных алевролитах и аргиллитах селявской свиты. На фоне проходящих таксонов на этом уровне выявлены многочисленные крупные цианобактерии *Striatella coriacea*. Эти микрофоссилии распространены в редкинском горизонте европейской части России, Украины, Молдавии (Асеева, Великанов, 1983; Вендская..., 1985а; Соколов, 1997; Бурзин, 1998). На территории Беларуси они известны из черницкой свиты редкинского горизонта Оршанской впадины (Голубкова и др., 2021б). Предполагаемые серные бактерии *Zinkovioides inclusus* описаны из редкинского го-

Таблица II. Котлинская ассоциация ископаемых организмов.

1 — *Pterospermopsimorpha insolita* B.V. Timofeev, emend. Mikhailova; гл. 510.1 м, обр. СП-512, преп. 2; 2–4 — сферические оболочки в разной стадии размножения; 2, 3 — гл. 518.6 м, обр. СП-518.3, преп. 6; 4 — гл. 506.8 м, обр. СП-508.8, преп. 1; 5 — *Vicuspidata fusiformis* Assejeva, emend. Golubkova et al.; гл. 498 м, обр. СП-501.9, преп. 2; 6, 7 — Gen. et sp. indet. 2; гл. 567.5 м, обр. СП-568.7; 6 — преп. 6, 7 — преп. 7; 8 — Gen. et sp. indet. 3; гл. 818.6 м, обр. СП-518.3, преп. 5; 9, 10 — *Aataenia reticularis* Gnilovskaya, emend. Golubkova et al.; гл. 524.9 м, обр. СП-527: 9 — преп. 1, 10 — преп. 3.

Таблица II



ризонта: из ярышевской свиты Украины (Вендская..., 1985a; Соколов, 1997), гаврилов-ямской свиты Московской синеклизы (Бурзин, 1998), старорусской свиты Ленинградской области (Голубкова и др., 2018, 2021a) и черницкой свиты Оршанской впадины Беларуси (Голубкова и др., 2021б). Колониальные формы *Tynnina presambrica* выявлены в редкинском горизонте Украины, Беларуси, на севере Русской плиты (Ленинградская, Архангельская области; Бурзин, 1997; Голубкова и др., 2018, 2021a). Нитчатые микрофоссилии *Obruchevelia parva* известны из верхневендских—нижнекембрийских отложений, массовые находки выявлены в редкинском горизонте ВЕП (Buzin, 1995a). Предполагаемые колонии *Tynnina presambrica* (Willman, Slater, 2021, фиг. 9, j–n) и спирально-свернутые цианобактерии *Obruchevelia* sp. были обнаружены в аргиллитах формации Хайлуото (Hailuoto) и близких к ним отложениях эдиакария Финляндии. Присутствие крупных цианобактерий ex gr. *Palaeolyngbya–Striatella* (Willman, Slater, 2021, фиг. 5), а также представителей родов *Tynnina*, *Obruchevelia* может указывать на редкинский возраст отложений Финляндии.

В котлинской свите обнаружена обедненная ассоциация II и более богатые ассоциации III и IV. В составе второй ассоциации на фоне единичных транзитных таксонов (*Leiosphaeridia*, *Siphonophycus*) выявлен один экземпляр *Vicuspidata fusiformis*. Нитчатые цианобактерии *Vicuspidata fusiformis* известны из котлинского горизонта каниловской свиты Вольни, жарновской и крушановской свит каниловской серии Подолии (Асеева, 1982; Вендская..., 1985a; The State..., 2008 (2010)), василеостровской свиты Ленинградской области (Голубкова и др., 2020) и верхней части ремшинской свиты Ярославской впадины (Стратиграфическая..., 1996).

В составе третьей ассоциации распространены *Vendotaenia antiqua* и *Primoflagella speciosa*, характерные для котлинского горизонта ВЕП (Волкова и др., 1979; Вендская..., 1985a; Гниловская и др., 1988; The State..., 2008 (2010); Голубкова и др., 2020; 2021б; Arverstal, Willman, 2020). Типичными представителями третьей биоты являются трубчатые организмы *Kanilovia insolita*, которые находятся в тесной взаимосвязи со спирально-свернутыми проблематиками *Cochleatina* sp. Макроскопические “слоевища” *Kanilovia insolita* с “тонкими, свернутыми в плоские спирали нитями” были обнаружены в каниловской серии котлинского горизонта Подольского Приднестровья Украины (Ищенко, 1983). Подобные образования ex gr. *Kanilovia–Co-*

chleatina найдены нами в василеостровской свите котлинского горизонта скв. Уткина-Заводь-1 Ленинградской области (Голубкова и др., 2020). Отдельно закрученные в спирали ленты *Cochleatina canilovica* описаны из котлинского и нижней части ровенского горизонтов каниловской свиты Вольни (Buzin, 1995b; Соколов, 1997), из котлинского горизонта крушановской свиты Подолии и котлинской свиты Эстонии (Slater et al., 2020).

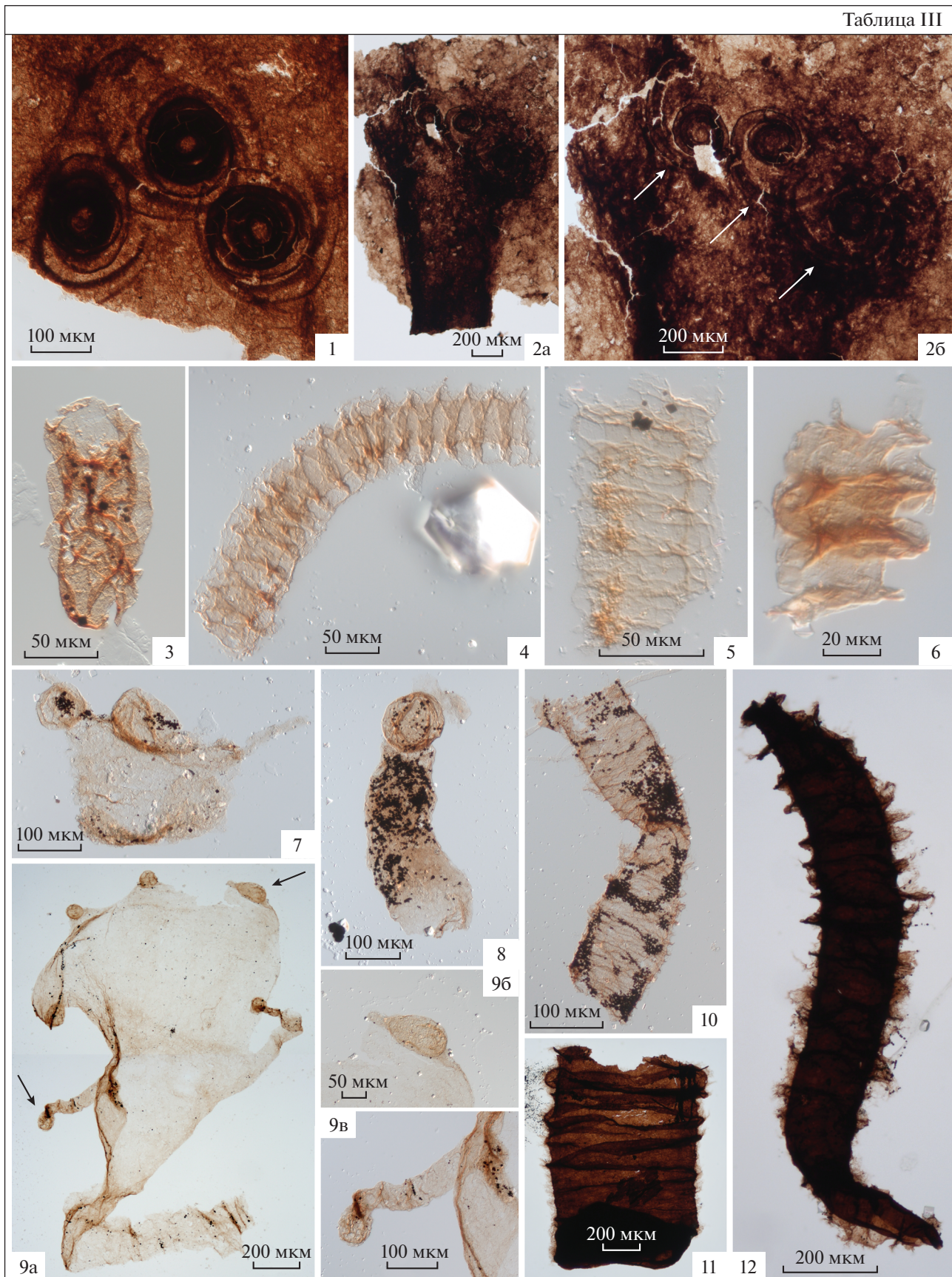
Обнаруженные в третьей и четвертой ассоциациях микрофоссилии *Aataenia reticularis* являются видом-индексом котлинского горизонта европейской части России (Стратиграфическая..., 1996). Они выявлены в котлинской свите Эстонии (Гниловская, 1976; Волкова и др., 1979), василеостровской свите Ленинградской области (Голубкова и др., 2020), в любимской и ремшинской свитах Ярославской впадины (Стратиграфическая..., 1996), колковской свите Вольни (Buzin, 1995b) и некоторых других местонахождениях. Нитчатые микрофоссилии *Pomoria rhomboidalis* также известны из котлинской свиты Эстонии и севера европейской части России (Вендская..., 1985a; Голубкова и др., 2020; Arverstal, Willman, 2020). В обобщающих работах по микрофоссилиям докембрия ВЕП (Микрофоссилии..., 1989; Пискун, 2013) их диапазон распространения оценивается в пределах редкинско-котлинского горизонтов. На наш взгляд, находки *Pomoria rhomboidalis* в редкинском горизонте требуют дополнительной проверки. В изученных нами разрезах микрофоссилии *Pomoria rhomboidalis* распространены в мелководных обстановках опресненного котлинского бассейна и неизвестны в нижележащих отложениях редкинского горизонта, охарактеризованного своим набором таксонов (Голубкова и др., 2020, 2021a; настоящая работа).

В составе четвертой ассоциации обнаружены котлинские нитчатые цианобактерии *Vicuspidata fusiformis* и грибоподобные организмы *Vanavartaenia insolita*. Последние описаны из василеостровской свиты Ленинградской области (Голубкова и др., 2020) и вендских отложений непского горизонта внутренних районов Сибирской платформы (Микрофоссилии..., 1989; Наговицин, Кочнев, 2015; Голубкова, Кочнев, 2018). Отдельные фрагменты *Vanavartaenia insolita* имеют близкое морфологическое сходство с видами *Vendomycetes major* Buzin и *Baltinema gana*, что, на наш взгляд, требует проведения ревизии этих ископаемых организмов. Представители *Vendomycetes major* описаны

Таблица III. Котлинская и раннекембрийские ассоциации ископаемых организмов.

1 – три экземпляра *Cochleatina Assejeva emend. Buzin* на растительной пленке; гл. 498 м, обр. СП-498, преп. 8; 2 – три экземпляра *Cochleatina* sp., “зафиксированные” на *Kanilovia insolita* A. Istchenko; гл. 501 м, обр. 591, преп. 4; 3 – *Teophipolia lacerata* Kirjanov; гл. 439.3 м, обр. СП-440.1, преп. 1; 4–6 – Gen. et sp. indet. 4: 4 – гл. 443 м, обр. СП-444.6, преп. 2; 5, 6 – гл. 463.3 м, обр. СП-463.8: 5 – преп. 2, 6 – преп. 4; 7–9 – *Retiranus balticus* Slater, Harvey et Butterfield; гл. 437.9 м, обр. СП-437.9: 7 – преп. 2, 8 – преп. 1, 9 – преп. 3; 10–12 – *Sokoloviina costata* Kirjanov: 10, 11 – гл. 398.2 м, обр. СП-398.2: 10 – преп. 4, 11 – преп. 7; 12 – гл. 347 м, обр. 408, преп. 2.

Таблица III



из верхневендских отложений котлинского горизонта ВЕП (Бурзин, 1993, 1998; Соколов, 1997) и старореченской свиты Анабарского поднятия Сибирской платформы (Воробьева, Петров, 2014). Микрофоссилии *Baltinema gapa* известны из нижнего кембрия Швеции (Slater et al., 2017). Новые микрофоссилии *Gen. et sp. indet. 2* и *Gen. et sp. indet. 3* обнаружены нами также в василеостровской свите котлинского горизонта скв. Тайцы-2 Ленинградской области (неопубликованные данные), что может указывать на высокий корреляционный потенциал ископаемых организмов.

В рудаминской свите и нижней части лонтоваской свиты установлена пятая ассоциация, а в верхней части лонтоваской свиты – шестая ассоциация. Характерным таксоном пятой ассоциации являются овальные оболочки *Teorphipolia lacerata*. Эти микрофоссилии появляются в верхней части котлинского горизонта (Burzin, 1995b; Голубкова и др., 2021б), массовое их распространение приурочено к ровенскому горизонту ВЕП (Волкова и др., 1979; Пашкавичене, 1980; Махнач и др., 1985). Проблематики *Retiranus balticus* были недавно описаны из нижнекембрийских отложений терреновия (Terreneuvian) Литвы и Эстонии (Slater et al., 2018).

В составе пятой и шестой ассоциаций обнаружены макроскопические органические трубки *Sabellidites cambriensis* и *Saarina sp.* Фрагменты трубок *Sabellidites* распространены в ровенском–лонтоваском горизонтах ВЕП (Кириянов, 1969; Розанов, 1973; Пашкавичене, 1980; Махнач и др., 1985; Соколов, 1997). Представители *Saarina sp.* обнаружены в редкинском горизонте Московской, Мезенской синеклиз ВЕП и в ровенском горизонте Ленинградской области скв. Гатчина-13 (Вендская..., 1985а; Гниловская, 1996; Соколов, 1997). Проблематики *Sokoloviina costata* описаны из ровенского горизонта Украины и европейской части России (Кириянов, 1968; Стратиграфическая..., 1996; Соколов, 1997), а также из лонтоваской свиты Прибалтики (Slater et al., 2018). Вендотениевые водоросли *Tyrasotaenia podolica* найдены в верхней части котлинского горизонта, в ровенском и лонтоваском горизонтах западных, северо-западных и центральных районов ВЕП (Волкова и др., 1979; Вендская..., 1985а; Махнач и др., 1985; Гниловская и др., 1988; Стратиграфическая..., 1996; The State..., 2008 (2010); Голубкова и др., 2021а). Фрагменты роговидной формы *Sera-*

tophyton sp. широко распространены в ровенском и лонтоваском горизонтах ВЕП (Пашкавичене, 1980; Вендская..., 1985а; Slater et al., 2017 и др.).

Выявленные в шестой ассоциации кремнистые трубки *Platysolenites antiquissimus* появляются в ровенском горизонте, широкое распространение имеют в лонтоваском горизонте, а единичные их находки известны из люкатинского, вергальского горизонтов среднего кембрия (Кириянов, 1969; Розанов, 1973; Волкова и др., 1979; Пашкавичене, 1980; Махнач и др., 1985). Виды *Cochleatina ignalinica*, *C. rudaminica* обнаружены также в ровенском и лонтоваском горизонтах ВЕП (Пашкавичене, 1980; Вендская..., 1985а; Burzin, 1995b). Маргинатные акритархи рода *Granomarginata* являются характерными представителями лонтоваских биот ВЕП, отдельные находки известны также из отложений среднего кембрия (Волкова и др., 1979; Moczyłowska, 1991, 2011 и др.).

Анализ литературных и полученных нами данных позволил установить для первой ассоциации ископаемых организмов редкинский возраст, для второй, третьей и четвертой ассоциаций – котлинский возраст, для пятой ассоциации – ровенский–лонтоваский возраст и для шестой ассоциации – лонтоваский возраст. Виды-индексы провинциальной зоны *Teorphipolia lacerata*–*Cochleatina rudaminica*, установленной для ровенского горизонта Беларуси (Махнач и др., 2005б), имеют более широкий стратиграфический интервал распространения, чем предполагалось ранее.

По таксономическому составу первая сельвская ассоциация сопоставляется с черницкой, сельвской биотами Оршанской впадины Беларуси и первой старорусской биотой Ленинградской области, третья котлинская ассоциация – со второй и третьей василеостровской биотами, а четвертая котлинская – с пятой и шестой василеостровскими биотами северо-запада России (Голубкова и др., 2020, 2021а, 2021б). Предполагается, что смешанный состав третьей и четвертой ассоциаций, установленных в скв. Северо-Полоцкая, может указывать на накопление котлинских осадков в более мелководных обстановках, по сравнению с отложениями Ленинградской области. Очевидно, еще более мелководной части бассейна отвечают территории северо-запада ВЕП. Так, в отложениях котлинской свиты Эстонии распространены преимущественно обедненные биоты, представленные цианобактериями и морфологи-

Таблица IV. Раннекембрийские ассоциации ископаемых организмов.

1 – *Granomarginata squamacea* Volkova; гл. 431.8 м, обр. СП-433.8, преп. 1; 2 – *Gen. et sp. indet. 5*; гл. 380.7 м, обр. СП-380.2, преп. 1; 3 – *Seratophyton Kirjanov*; гл. 402.6 м, обр. СП-402.6, преп. 2; 4, 5 – *?Vanavarataenia Pjatiletov*; гл. 398.2 м, обр. СП-398.2; 4 – преп. 4, 5 – преп. 2; 6, 7 – *Synsphaeridium Eisenack*; 6 – гл. 368 м, обр. 427, преп. 2; 7 – гл. 380.7 м, обр. СП-380.2, преп. 1; 8 – *Omalophyton solida* Golub.; гл. 431.8 м, обр. СП-433.8, преп. 1; 9 – *Cochleatina ignalinica* Paškevičienė; гл. 383.8 м, обр. 440, преп. 2; 10 – *Platysolenites antiquissimus* Eichwald; гл. 353 м, обр. СП-353; 11 – актиноиды, развитые по фрагменту водоросли *Tyrasotaenia podolica* Gnilovskaya; гл. 398.2 м, обр. СП-398.2, преп. 2; 12 – *Primoflagella Gnilovskaya*; гл. 368 м, обр. СП-368, преп. 1; 13 – *Sabellidites cambriensis* Yanishevsky; гл. 387.2 м, обр. СП-386.5; 14 – *Saarina sp.*; гл. 383.8 м, обр. 440.

Таблица IV



чески просто устроенными эврифаціальными акритархами (Arverstal, Willman, 2020).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ таксономического разнообразия и вертикального распространения ископаемых организмов в разрезе параметрической скв. Северо-Полоцкая позволил выделить шесть ассоциаций. В сельвской свите обнаружена редкинская ассоциация микрофоссилий I с *Striatella coriacea*–*Zinkovioides inclusus*. В верхней части котлинской свиты выявлена одна обедненная ассоциация II с *Leiosphaeridia minutissima*–*Leiosphaeridia tenuissima* и две более богатые ассоциация III с *Aataenia reticularis*–*Primoflagella speciosa*–*Vendotaenia antiqua* и ассоциация IV с *Aataenia reticularis*–*Vicuspidata fusiformis* котлинского возраста. Ассоциация III появляется в разрезе на двух стратиграфических уровнях, что опосредованно может указывать на колебания уровня моря во время накопления третьей и четвертой пачек котлинской свиты.

В рудаминской и нижней части лонтоваской свит выявлена ассоциация V с *Teorphipolia laserata*–Gen. et sp. indet. 4, а выше по разрезу, в верхней части лонтоваской свиты – ассоциация VI с *Granomarginata squamacea*–*Cochleatina ignalinica*–*Platysolenites antiquissimus* раннекембрийского возраста. Граница докембрия–кембрия проведена на глубине 496.6 м по подошве светло-серых гравелитов рудаминской свиты. Последние составляют единый седиментационный ритм с вышележащими алевролитами, содержащими раннекембрийские таксоны. Полученные стратиграфические выводы согласуются с РСС Беларуси. Предполагается, что рудаминская свита залегает на котлинской свите без заметного стратиграфического перерыва. На это указывает постепенный характер смены сообществ ископаемых организмов в интервале 498–474.5 м.

Проведенные исследования позволили выявить единую непрерывную последовательность смены редкинской, котлинской и ровенско-лонтоваской ассоциаций ископаемых организмов, что позволяет считать разрез условно полным и рассматривать скв. Северо-Полоцкая в качестве опорной для центральных районов ВЕП. Полученные палеонтологические данные детализируют таксономическую характеристику переходных отложений верхнего венда–нижнего кембрия, что следует учитывать при разработке региональных стратиграфических схем нового поколения, а также в эволюционных и палеофаціальных построениях.

Источники финансирования. Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00427 и в рамках темы НИР ИГГД РАН № FMUW-2021-0003 при использовании оборудования Центра коллективного пользова-

ния аналитических исследований ранней истории земли (ЦКП АИРИЗ) ИГГД РАН.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абраменко В.И., Зиновенко Г.В., Пискун Л.В. Кембрийские отложения запада Восточно-Европейской платформы и проблемы их корреляции // Литасфера. 1994. № 1. С. 42–55.
- Асеева Е.А. Новые виды планктонных водорослей венда Вольны-Подолы // Систематика и эволюция древних растений Украины. Киев: Наукова думка, 1982. С. 5–16.
- Асеева Е.А., Великанов В.А. Новая находка ископаемых фитоостатков в лядовских слоях венда Подолы (верхний докембрий) // Ископаемая фауна и флора Украины. Киев: Наукова думка, 1983. С. 3–8.
- Бурзин М.Б. Древнейший хитридиомицет (*Mycota, Chytridiomycetes incertae sedis*) из верхнего венда Восточно-Европейской платформы // Фауна и экосистемы геологического прошлого. М.: Наука, 1993. С. 21–33.
- Бурзин М.Б. *Tynnina* Burzin, gen. nov. – новый род вендских колониальных коккоидных органикостенных микрофоссилий // Палеонтол. журн. 1997. № 2. С. 20–28.
- Бурзин М.Б. Палеобиогеография позднего венда Русской плиты // Палеогеография венда–раннего палеозоя Северной Евразии. Сб. научн. трудов. Екатеринбург: УРО РАН, 1998. С. 136–146.
- Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология. Отв. ред. Соколов Б.С., Федонкин М.А. М.: Наука, 1985а. 224 с.
- Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. Отв. ред. Соколов Б.С., Федонкин М.А. М.: Наука, 1985б. 244 с.
- Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., Васильева О.В., Саванин В.В., Клямяра В.В., Мазуркевич К.Н., Кротова-Путинцева А.Е., Семёнова Л.Р., Богданов Ю.Б., Петров Б.В., Максимов А.В., Горбацевич Н.Р., Иванова Т.А., Енгальцев С.Ю., Жамойда В.А., Мохов В.В., Сулов Г.А., Журявлева О.Ю., Михайлов М.В., Русецкая Г.А., Бутаков П.М., Вербицкая Н.В., Галитарова А.С., Насонова Л.Д., Саммет Э.Ю., Яновский А.С., Буслевич А.Л., Ауслендер В.Г., Плевинцева Э.С., Гусев А.П., Шатрова Н.А., Винкентерн Ю.С., Атакова М.М., Савиных Т.Н., Чичова И.В., Иванов М.А., Шишилов С.Б., Шеколдин Р.А., Цинкобурова М.Г., Таловина И.В., Тарасенко А.И., Никитина Э.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1000000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы о-35 – Псков, (N-35), о-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с.
- Волкова Н.А., Гниловская М.Б., Палий В.В., Линдзен К., Кирьянов В.В., Палий В.М., Папквичене Л.Т., Пискун Л.В., Пости Э., Розанов А.Ю., Урбанек А., Федонкин М.А., Янкаускас Т.В. Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. 212 с.
- Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Род *Vendomyces* Burzin и фациально-экологическая специфика старореченской

- микробиоты позднего венда Анабарского поднятия Сибири и ее стратиграфических аналогов // Палеонтол. журн. 2014. № 6. С. 80–92.
- Геология Беларуси. Отв. ред. Махнач А.С., Гарецкий Р.Г., Матвеев А.В. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
- Геология республик Советской Прибалтики. Сводная объяснительная записка к геологическим картам масштаба 1 : 500 000. Гл. ред. Гиргялис А.А. Л.: Недра, 1982. С. 304 с.
- Герман Т.Н.* Из опыта извлечения крупных растительных остатков и микрофоссилий с помощью химического растворения пород // Микрофоссилии СССР. Новосибирск: Наука, 1974. С. 94–97.
- Гиловская М.Б.* Древнейшие Metaphyta // Международный геол. конгресс. XXV сессия. Докл. сов. геологов. Палеонтология. Морская геология. М.: Наука, 1976. С. 10–14.
- Гиловская М.Б.* Новые саариниды венда Русской платформы // Докл. АН. 1996. Т. 348. № 1. С. 89–93.
- Гиловская М.Б., Иценко А.А., Колесников Ч.М. и др.* Вендотениды Восточно-Европейской платформы. Л.: Наука, 1988. 143 с.
- Голубкова Е.Ю., Кочнев Б.Б.* Органостенные микрофоссилии в верхнедокембрийских отложениях внутренних районов Сибирской платформы // Эволюция вещественного и изотопного состава докембрийской литосферы. Ред. Глебовицкий В.А., Балтыбаев Ш.К. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2018. С. 129–144.
- Голубкова Е.Ю., Кушим Е.А., Кузнецов А.Б., Яновский А.Б., Маслов А.В., Шведов С.Д., Плоткина Ю.В.* Редкинская биота макроскопических ископаемых организмов северо-запада Восточно-Европейской платформы (Южное Приладожье) // Докл. АН. 2018. Т. 479. № 2. С. 163–167.
- Голубкова Е.Ю., Кушим Е.А., Тарасенко А.Б.* Ископаемые организмы котлинского горизонта верхнего венда северо-запада Русской плиты (Ленинградская область) // Палеонтол. журн. 2020. № 4. С. 99–108.
- Голубкова Е.Ю., Бобровский И.М., Кушим Е.А., Плоткина Ю.В.* Ископаемые организмы редкинского горизонта верхнего венда северо-запада Русской плиты (Ленинградская область) // Палеонтол. журн. 2021а. № 5. С. 1–8.
- Голубкова Е.Ю., Кузьменкова О.Ф., Кушим Е.А., Лапцевич А.Г., Плоткина Ю.В., Манкевич С.С.* Распространение микрофоссилий в отложениях венда Оршанской впадины Восточно-Европейской платформы, Беларусь // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2021б. Т. 29. № 6. С. 24–38.
- Гражданкин Д.В., Маслов А.В.* Место венда в международной стратиграфической шкале // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 4. С. 703–717.
- Иценко А.А.* К характеристике вендской водорослевой флоры Приднестровья // Стратиграфия и формации докембрия Украины. Киев: Наукова думка, 1983. С. 181–203.
- Кирьянов В.В.* Палеонтологические остатки и стратиграфия отложений балтийской серии Вольно-Подолы // Палеонтология и стратиграфия нижнего палеозоя Вольно-Подолы. Киев: Наукова думка, 1968. С. 5–25.
- Кирьянов В.В.* Схема стратиграфии кембрийских отложений Вольны // Геол. журн. 1969. Т. XXIX. Вып. 5. С. 48–62.
- Махнач А.С., Шкуратов В.И., Зиновенко Г.В., Пискун Л.В.* Кембрий Беларуси. Минск: Наука и техника, 1985. 195 с.
- Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И., Лапцевич А.Г., Пискун Л.В.* Стратиграфическая схема вендских отложений Беларуси // Литасфера. 2005а. № 1(22). С. 36–43.
- Махнач А.С., Зиновенко Г.В., Абраменко В.И., Пискун Л.В.* Стратиграфическая схема кембрийских отложений Беларуси // Литасфера. 2005б. № 1(22). С. 44–52.
- Микрофоссилии докембрия СССР. Отв. ред. Янкаускас Т.В. Л.: Наука, 1989. 190 с.
- Наговицин К.Е., Кочнев Б.Б.* Микрофоссилии и биофацции вендской ископаемой биоты юга Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 4. С. 748–760.
- Объяснительная записка к схеме стратиграфии верхнего докембрия Русской платформы. Отв. ред. Келлер Б.М., Шульга П.Л. Киев: ИГН АН УССР, 1978. 36 с.
- Пашкавичене Л.Т.* Акритархи пограничных отложений венда и кембрия запада Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1980. 76 с.
- Пискун Л.В.* Микрофоссилии венда Беларуси. Минск, 2013. 67 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 18. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1978. 111 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий. Вып. 40. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. 40 с.
- Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем верхнего докембрия и палеозоя Русской платформы, 1962 г. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1965. 79 с.
- Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Беларуси, 1981 г. (с унифицированными стратиграфическими корреляционными таблицами). Л.: ВСЕГЕИ, 1983. 136 с.
- Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по кембрийским отложениям Русской платформы (г. Вильнюс, 1983 г.). Л.: ВСЕГЕИ, 1986. 49 с.
- Рифей и венд Беларуси. Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И., Бордон В.Е. Минск: Наука и техника, 1976. 360 с.
- Розанов А.Ю.* Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. М.: Наука, 1973. 164 с.
- Соколов Б.С.* Стратиграфическая схема нижнепалеозойских (додевонских) отложений северо-запада Русской платформы // Девон Русской платформы. М.: Гостоптехиздат, 1953. С. 16–38.
- Соколов Б.С.* Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии. Геол. сб. 3. Л.: Гостоптехиздат, 1958. С. 5–67 (Тр. ВНИГРИ. Вып. 126).
- Соколов Б.С.* Венд Русской платформы: его границы расчленения и стратиграфические аналоги // Тезисы докладов совещания по верхнему докембрию (рифейю) Русской платформы. М.: Наука, 1974. С. 3–10.
- Соколов Б.С.* Вендская система: предкембрийская геобиологическая среда // Международный геол. конгресс. XXVI сессия. Докл. сов. геол. Палеонтология. Стратиграфия. М.: Наука, 1980. С. 9–21.

- Соколов Б.С. Очерки становления венда. М.: КМК Лтд, 1997. 156 с.
- Стратиграфический словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон. Л.: Недра, 1975. 622 с.
- Стратиграфический словарь. Верхний венд (Северная Евразия в границах бывшего СССР). М.: Наука, 1994. 351 с.
- Стратиграфическая схема вендских отложений Московской синеклизы. Объяснительная записка. М., 1996. 46 с.
- Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка. Минск: ГП “БелНИГРИ”, 2010. 282 с.
- Федонкин М.А. Беломорская биота венда (докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы. М.: Наука, 1981. 100 с.
- Arverstal E.H.M., Willman S. Organic-walled microfossils in the Ediacaran of Estonia: Biodiversity on the East European Platform // *Precambrian Res.* 2020. V. 341. 105626
- Burzin M.B. Late Vendian Helicoids Filamentous Microfossils // *Paleontol. J.* 1995a. V. 29. № 1A. P. 1–34.
- Burzin M.B. Redescription of the enigmatic microfossil Cochleatina from the Upper Vendian of the East European Platform // *Paleontol. J.* 1995b. V. 29. № 2A. P. 51–80.
- Jankauskas T. Cambrian stratigraphy of Lithuania. Vilnius: Institute of Geology of Lithuania, 2002. 256 p.
- Meidla T. Ediacaran and Cambrian stratigraphy in Estonia: an updated review // *Eston. J. Earth Sci.* 2017. V. 66. № 3. P. 152–160.
- Moczyłowska M. Acritarch biostratigraphy of the Lower Cambrian and the Precambrian–Cambrian boundary in southeastern Poland. Oslo: Universitetsforlaget, 1991. № 29. 127 p.
- Moczyłowska M. The early Cambrian phytoplankton radiation: acritarch evidence from the Lükati Formation, Estonia // *Palynology.* 2011. V. 35. № 1. P. 103–145.
- Shumlyanskyy L., Nosova A., Billström K., Söderlund U., Andréasson Per-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.* 2016. V. 138. Iss. 1. P. 17–30.
- Slater B.J., Harvey T.H.P., Gulbaud R., Butterfield N.J. A cryptic record of Burgess shale-type diversity from the Early Cambrian of Baltica // *Palaeontology.* 2017. V. 60. Pt. 1. P. 117–140.
- Slater B.J., Harvey T.H.P., Butterfield N.J. Small carbonaceous fossils (SCFs) from the Terreneuvian (Lower Cambrian) of Baltica // *Palaeontology.* 2018. V. 61. Pt. 3. P. 1–20.
- Slater B.J., Harvey T.H.P., Bekker A., Butterfield N.J. Cochleatina: an enigmatic Ediacaran–Cambrian survivor among small carbonaceous fossils (SCFs) // *Palaeontology.* 2020. V. 63. Pt. 5. P. 733–752.
- The State Geological Map of Ukraine in the scale 1 : 200000, map sheets M-35-XXVIII (Bar), M-35-XXXIV (Mogylyv-Podilskiy) (in the limits of Ukraine). Explanatory Notes. Kyiv: Ministry of Environment Protection of Ukraine, State Geological Survey, Ukrainian State Geological Research Institute. Kiev: UkrSGRI, 2008 (2010). 218 p.
- Willman S., Slater B.J. Late Ediacaran organic microfossils from Finland // *Geol. Mag.* 2021. V. 158. Iss. 12. P. 2231–2244.

Рецензенты Е.Г. Раевская, М.А. Федонкин

Paleontological Characteristics of the Upper Vendian–Lower Cambrian Sediments in the Section of the North Polotsk Borehole of the East European Platform, Belarus

E. Yu. Golubkova^{a, #}, O. F. Kuzmenkova^b, A. G. Laptsevich^b, E. A. Kushim^a,
T. V. Vaskaboinikava^b, and M. O. Silivanov^{a, c}

^a Institute of Precambrian Geology and Geochronology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

^b State Enterprise “Research and Production Center for Geology”, Branch “Institute of Geology”, Minsk, Belarus

^c Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

[#]e-mail: golubkovaeyu@mail.ru

In boreholes of the central regions of the East European Platform, continuous terrigenous sequences of the Vendian–Lower Cambrian are exposed, which makes it possible to consider them as reference for the development of a unified Regional stratigraphic scheme for Belarus and the European Russia. This article presents the results of a paleontological and lithological study of a parametric borehole North Polotsk, drilled in the north of Belarus (Latvian saddle). An analysis of the taxonomic diversity of fossil organisms made it possible to identify six associations: association I with *Striatella coriacea*–*Zinkovioides inclusus* of the Redkino age; association II with *Leiosphaeridia minutissima*–*Leiosphaeridia tenuissima*, association III with *Aataenia reticularis*–*Vendotaenia antiqua*–*Primoflagella speciosa* and association IV with *Aataenia reticularis*–*Bicuspidata fusiformis* of the Kotlin age; association V with *Teophipolia lacerate*–Gen. et sp. indet. 4 of the Rovno–Lontova age, and association VI with *Granomarginata squamacea*–*Cochleatina ignalinica*–*Platysolenites antiquissimus* of the Lontova age. The Precambrian–Cambrian boundary is drawn at the base of the Rudamina Formation. The data obtained significantly complement the paleontological characterization of the Vendian–Cambrian transitional deposits, which can be used in stratigraphic and paleofacies constructions.

Keywords: microfossils, macrofossils, biostratigraphy, East European Platform, Belarus, Vendian, Cambrian