

## БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ

Е. А. Кушим<sup>1</sup>, Е. Ю. Голубкова<sup>2</sup>, Ю. В. Плоткина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург

Поступила 29 ноября 2016 г.

**Аннотация:** на основании новых палеонтологических данных проанализировано стратиграфическое распространение и таксономическая характеристика ассоциаций ископаемых организмов, установленных в переходных верхневендских-нижнекембрийских отложениях северо-запада Восточно-Европейской платформы. В разрезах скважин Коровье-8, Шоткуса-1 выявлено четыре таксономически различные ассоциации микро- (группа микрофоссилии) и макроскопических ископаемых остатков: две редкинского, одна – котлинского и одна – лонтоваского возраста. Граница докембрия-кембрия в изученных разрезах проводится в верхней части василеостровской свиты по первому появлению ископаемых остатков четвертой ассоциации. Полученные новые палеонтологические данные детализируют Местную стратиграфическую схему северо-запада ВЕП.

**Ключевые слова:** биостратиграфия, венд, нижний кембрий, редкинский, котлинский, лонтоваский горизонты, Восточно-Европейская платформа.

### BIOSTRATIGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE VENDIAN - CAMBRIAN DEPOSITS OF THE SOUTH LADOGA

**Annotation:** the stratigraphic distribution and taxonomic characteristics of the fossil associations which was established in the transitional Upper Vendian-Lower Cambrian deposits of north-west of the East European Platform were analyzed on the basis of new paleontological data. In the sequences of borehole (Korov'e-8, Shotkusa-1) were identified four different taxonomically associations of micro- (microfossils group) and macroscopic fossils. Two associations of them are Redkinian, one of them is Kotlinian and another – Lontovan regional stages. In obtained sequences the Precambrian-Cambrian boundary is locate at the upper part of the Vasileostrovskaya Formation. The first appearance of fourth association microfossils is a mark of this boundary. The new data refined the Local Stratigraphic scale of north-west of Eastern European Platform.

**Keywords:** biostratigraphy, Vendian, Lower Cambrian, Redkinian, Kotlinian, Lontovan regional stages, Eastern European Platform.

#### Введение

Наиболее интенсивно венд-кембрийские отложения Восточно-Европейской платформы (ВЕП) изучались в 1960–80-ые годы. В результате этих исследований была разработана Региональная стратиграфическая шкала ВЕП, в которой были выделены редкинский, котлинский, ровенский горизонты позднего венда и лонтоваский горизонт раннего кембрия [1, 2, 3]. Стратотипической местностью развития венд-кембрийских отложений были приняты западные, северо-западные территории ВЕП, большинство из которых в настоящее время находятся за пределами России [3]. В связи с этим на современном этапе изучения особое значение приобретают разрезы Ленинградской области, вскрывающие непрерывные терригенные последовательности, перспективные для проведения палеонтологических исследований. Вместе с тем, ограниченность биостратиграфических данных,

полученных здесь более 30 лет назад и содержащихся в редких публикациях и производственных отчетах, а также зачастую отсутствие привязок к конкретным разрезам существенно затрудняют привлечение этих данных для целей стратиграфии.

Для восполнения существующих пробелов и получения новых палеонтологических данных было проведено детальное изучение скважин Коровье-8, Шоткуса-1, вскрытых бурением в 2013, 2014 гг. в Южном Приладожье (рис. 1). В результате литологического изучения в разрезах скважин были выделены нижнерифейские красноцветные песчаники приозерской свиты и венд-кембрийские терригенные последовательности в объеме старорусской, василеостровской, ломоносовской и сиверской свит. В Местной стратиграфической схеме, разработанной для северо-запада Русской плиты, граница докембрия-кембрия проводится по подошве песчаников ломоносовской свиты [4].

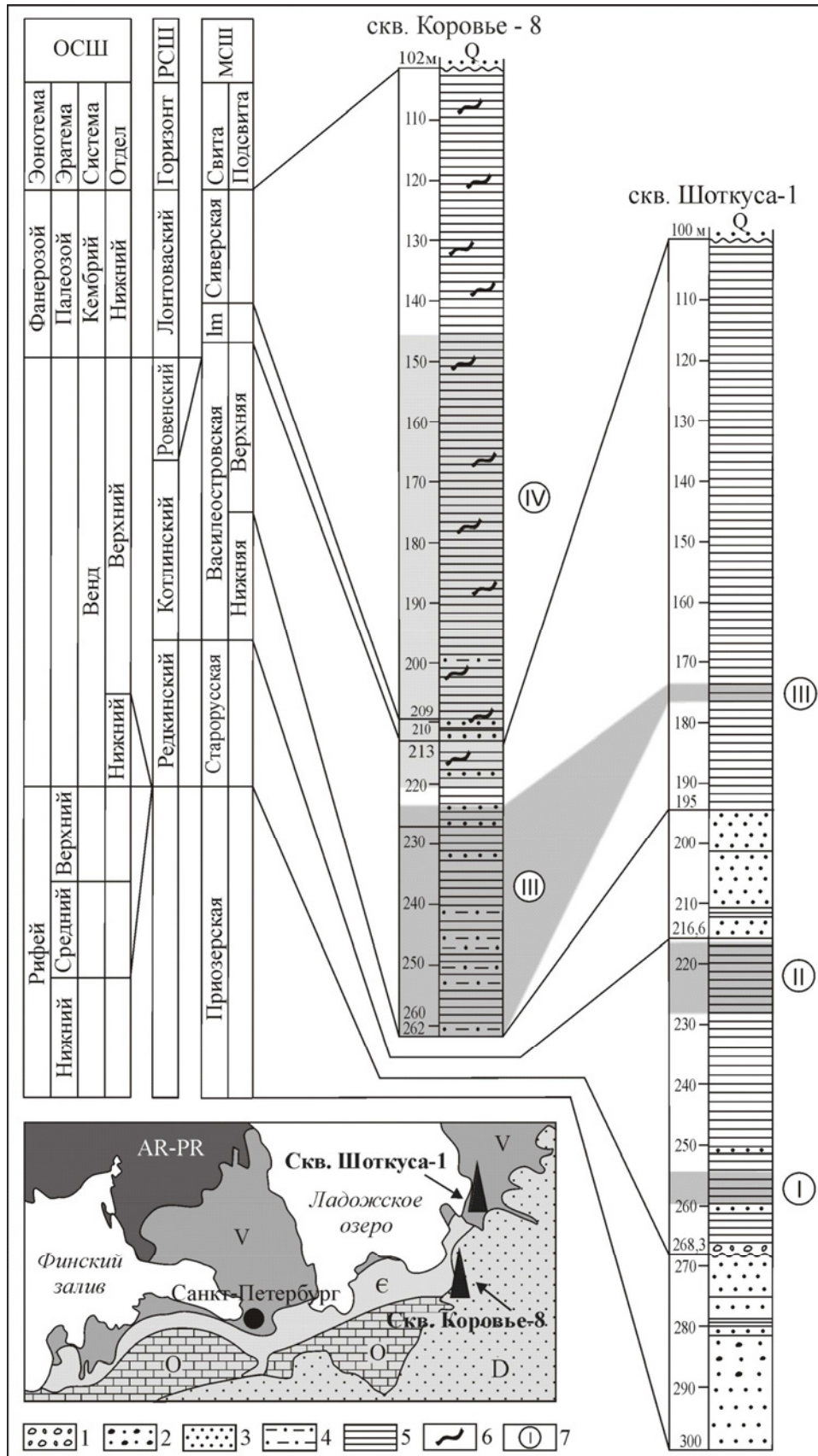


Рис. 1. Распространение ассоциаций ископаемых организмов в переходных верхневендских – нижнекембрийских отложениях скважин Шоткуса-1, Коровье-8: 1 – конгломераты, 2 – гравелиты, 3 – песчаники, 4 – алевролиты, 5 – глины, 6 – следы ползания ихнофоссилий, 7 – ассоциации ископаемых организмов. Принятые сокращения: ОСШ – Общая Стратиграфическая шкала России, РСШ – региональная стратиграфическая шкала, МСШ – местная стратиграфическая шкала, *lm* – ломоносовская свита.

### Материал и методика изучения

Во время полевого сезона 2015 г. была собрана представительная коллекция макроскопических ископаемых организмов, а также отобрано 65 образцов керн на микропалеонтологические исследования (группа микрофоссилии). При отборе образцов предпочтение отдавалось зеленоватым и сероцветным породам – глинам, мергелям, аргиллитам и алевролитам.

Все пробы прошли химическую обработку в соответствии с базовой методикой, применяемой для извлечения докембрийских микрофоссилий [5], с внесенными нами изменениями и дополнениями. В связи с тем, что породы не обнаружили первичной реакции с соляной кислотой, их обработка началась с растворения в концентрированной плавиковой кислоте (HF) с целью удаления кремне содержащих минералов. Освобождение осадка от фторатов осуществлялось на следующем этапе путем растворения в 10 % соляной кислоте (HCl). Далее организматерат изучался под бинокуляром Bresser Advance ICD. Крупные органические остатки отбирались на предметное стекло и консервировались полиэстером Eukitt. Для контроля из оставшегося осадка были изготовлены постоянные препараты в той же консервационной среде. Дальнейшее изучение и фотографирование микрофоссилий проводилось на биологическом микроскопе Альтами БИО 2 (2Т), с использованием цифровой камеры TourCam USB2.0/C-Mount. Изучение морфологических особенностей микроорганизмов проводилось на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3. Коллекция постоянных препаратов по анализируемым в работе скважинам хранится в лаборатории литологии и биостратиграфии ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург).

Изучение и фотографирование макроскопических ископаемых организмов проводилось в отраженном свете под бинокуляром Olympus SZ-61.

### Результаты палеонтологических исследований

Анализ палеонтологических данных позволил выделить четыре ассоциации микрофоссилий и макроскопических ископаемых остатков.

Первая, наиболее древняя ассоциация микрофоссилий обнаружена в нижней части старорусской свиты скв. Шоткуса-1 (рис. 1; инт. 259,4–255,5 м). Для этого стратиграфического уровня характерно высокое содержание органического вещества, которое представлено, главным образом, в виде сапропелеподобных органических пленок, однако таксономическое разнообразие микрофоссилий невелико. В составе биоты преобладают цианобактериальные маты *Siphonophycus sp.* и нитчатые серные бактерии *Zinkovioides inclusus* Herm. Более ограниченное распространение имеют колониальные формы *Tynnina precambrica* (Tun. et Don.), emend Bur. (табл., фиг. 1), сферические оболочки *Leiosphaeridia minutissima* (Naum.) emend. Jank., *L. tenuissima* Eis., а также нитчатые многоклеточные водоросли *Oscillatoriopsis sp.*

Бактериальные формы *Zinkovioides inclusus* описа-

ны из ярышевской и розничской свит редкинского горизонта Украины [3, 6]. Сферические колонии *Tynnina precambrica* известны из верхневендских отложений редкинского горизонта европейского севера России и Украины [7, 8]. Остальные таксоны имеют более широкий стратиграфический интервал распространения [9].

Вторая ассоциация ископаемых организмов выделяется в верхней части старорусской свиты скв. Шоткуса-1 (рис. 1; инт. 225,7–217 м). Микрофоссилии представлены акритархами *Leiosphaeridia crassa* (Naum.) emend. Jank., *L. jacutica* (Tim.) emend. Mikh. et Jank. *L. minutissima*, *L. tenuissima* и нитчатыми водорослями *Obruchevella parva* Reitl., emend. Bur. (табл., фиг. 3), *Siphonophycus sp.* На гл. 224,8 м обнаружено два экземпляра *Tynnina precambrica*, которые являются характерными представителями первой ассоциации.

Широкое распространение на этом уровне имеют макроскопические двухрядные кольцевидные образования *Orbisiana simplex* Sok. (табл., фиг. 2), а на гл. 219,8 м обнаружено несколько экземпляров проблематичных ископаемых остатков *Redkinia spinosa* Sok.

За пределами региона колонии *Orbisiana simplex* описаны из редкинского горизонта Московской синеклизы [10], а вид *Redkinia spinosa* известен из верхневендских отложений редкинского горизонта непейцинской свиты Московской синеклизы и ярышевской свиты Украины [3, 6, 10].

Третья ассоциация микрофоссилий обнаружена в верхней подсвите василеостровской свиты скв. Коровье -8 (инт. 259,6–225 м) и Шоткуса-1 (гл. 179,5 м) (рис. 1). Наиболее широкое распространение на этом стратиграфическом уровне имеют сфероморфные акритархи *L. minutissima*, *L. tenuissima*, нитчатые водоросли *Siphonophycus sp.* (табл., фиг. 4) и неопределимые растительные пленки. Спорадически встречаются *L. crassa*, *L. jacutica*, двухслойные оболочки *Pterospertopsimorpha sp.*, овальные формы *Navifusa sp.*, нитчатые водоросли *Bicuspidata fusiformis* As., *Oscillatoriopsis sp.*, *Aataenia reticularites* Gnil., фрагменты макроскопических вендетениевых водорослей, а также предполагаемые остатки грибной природы *Vanavarataenia insolita* Pjat. (табл., фиг. 6), и *Primoflagella speciosa* Gnil.

Присутствие в составе первой ассоциации микрофоссилий *Aataenia*, *Primoflagella*, *Vanavarataenia*, *Bicuspidata* указывает на верхневендский котлинский возраст верхней подсвиты василеостровской свиты [2, 3, 6, 10, 11].

Последняя, четвертая ассоциация ископаемых организмов установлена в верхней части василеостровской, ломоносовской и старорусской свитах скв. Коровье-8 (рис. 1; инт. 221,3–146,3 м). Значительная перестройка в сообществах микрофоссилий наблюдается на гл. 221,3 м. Из состава биоты исчезают все котлинские таксоны, заметно сокращается количество растительных пленок и рассеянного органического вещества, ограничено распространение цианобактериальных матов и фитопланктона. На фоне проходящих

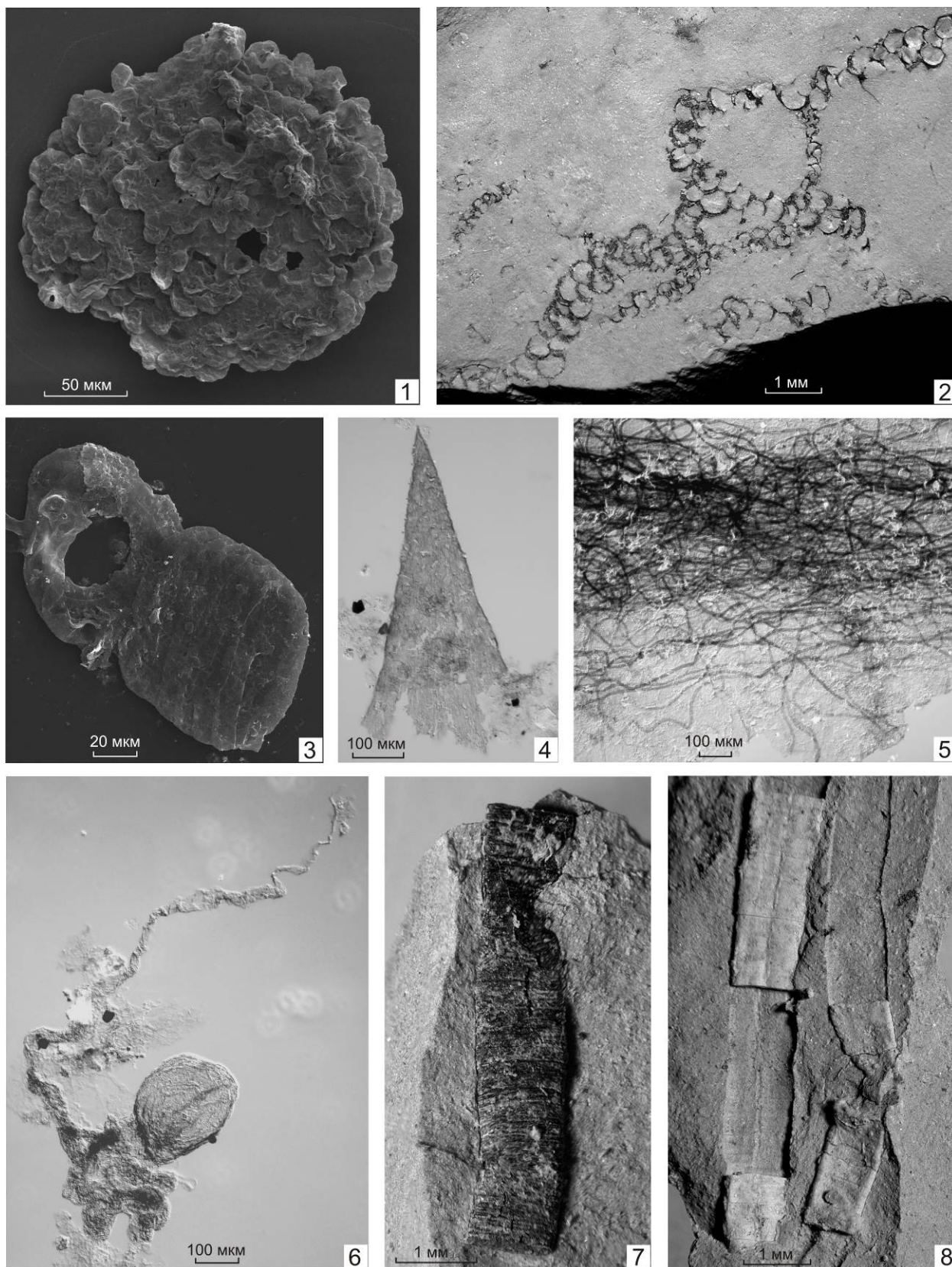


Табл. Микрофоссилии и макроскопические ископаемые организмы, обнаруженные в отложениях верхнего венда – нижнего кембрия Южного Приладожья: 1 – *Tynnina precambrica* (Тун. et Don.), emend Bur., 2 – *Orbisiana simplex* Sok., 3 – *Obruchevella parva* Reitl., emend. Bur., 4 – *Ceratophyton vernicosum* Kirjan., 5 – *Siphonophycus* sp., 6 – *Vanavarataenia insolita* Pjat., 7 – *Sabelledites cambriensis* Yan., 8 – *Platysolenites antiquissimus* Eich. Фиг. 1-3 – скв. Шоткуса-1, старорусская свита: фиг. 1 – гл. 256,8 м, фиг. 2 – гл. 219 м, фиг. 3 – гл. 220,9 м. Фиг. 4-8 – скв. Коровье-8; фиг. 4-6 – василеостровская свита: фиг. 4 – 216,3 м, фиг. 5 – гл. 259,6 м, 6 – гл. 231,3 м; фиг. 7, 8 – сиверская свита: фиг. 7 – гл. 188 м; фиг. 8 – гл. 149,5 м.

снизу транзитных микрофоссилий *L. minutissima*, *L. tenuissima*, *L. jacutica*, *L. crassa*, *Siphonophycus sp.* отмечается появление специфических изогнуто-конических форм *Ceratophyton dublicum* Pašk, *Ceratophyton vernicosum* Kirjan. (табл., фиг. 4), *Ceratophyton sp.*, акритарх *ex gr. Granomarginata-Leiomarginata*, а также овальных оболочек *Teophypolia lacerata* Kirjan. На гл. 195 м обнаружены спирально свернутые лентовидные фрагменты *Cochleatina ignalinica* Pašk. Макроскопические ископаемые остатки представлены трубками *Sabelledites cambriensis* Yan. (табл., фиг. 7), *Platysolenites antiquissimus* Eich. (табл., фиг. 8). В интервале 210–110 м отмечается появление и широкое распространение разнообразных пиритизированных следов ползания и объемных слепков ходов ихнофоссилий.

На основании присутствия ископаемых остатков *ex gr. Granomarginata-Leiomarginata*, *Cochleatina*, *Platysolenites* возраст вмещающих отложений интерпретируется нами как лонтоваский [2, 3, 12, 13]. Ранее овальные оболочки *Teophypolia lacerata* считались видом-индексом ровенского горизонта [2, 12]. Однако позднее эти формы были описаны из отложений каниловской свиты котлинского горизонта Волыни [6, 13]. В нашем материале представители *T. lacerata* обнаружены в средней части сиверской свиты, в ассоциации с лонтоваскими таксонами. Таким образом, приведенные выше данные указывают на более широкий, чем предполагалось ранее стратиграфический интервал распространения вида *T. lacerata*.

### Заключение

В результате биостратиграфического исследования получены новые палеонтологические данные для переходных венд-кембрийских отложений Южного Приладожья. В разрезах скважин Шоткуса-1, Коровье-8 установлена последовательная смена двух редкинских, котлинской и лонтоваской ассоциаций микро- и макроскопических ископаемых остатков, что позволяет обосновать выделение региональных стратиграфических подразделений (горизонтов) на северо-западе ВЕП. В изученном материале отсутствуют таксоны, характерные для терминального подразделения верхнего венда – ровенского горизонта, а граница докембрия-кембрия проводится в верхней части василеостровской свиты скв. Коровье-8 по появлению ископаемых остатков четвертой ассоциации.

Полученные новые данные указывают на высокий потенциал разрезов Ленинградской области, которые, в случае расширения работ по их изучению, могли бы

рассматриваться в качестве опорных для верхневендских-нижнекембрийских подразделений Региональной стратиграфической шкалы ВЕП.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ 17-05-00498.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов, А. Ю. Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия / А. Ю. Розанов. – М.: Наука. – 1973. – 164 с.
2. Волкова, Н. А. Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы / Н. А. Волкова, М. Б. Гниловская, К. Лендзен [и др.]. – М.: Наука. – 1979. – 212 с.
3. Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология / Отв. ред. Соколов Б. С., Ивановский А. Б. – М.: Наука. – 1985. – 221 с.
4. Вербицкий, В. П. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы 0-35 – Псков, (N-35) 0-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка / В. П. Вербицкий, И. В. Вербицкий, О. В. Васильева, В. В. Саванин [и др.]. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. – 2012. – 510 с.
5. Герман, Т. Н. Находки массивных скоплений трихомов в рифее / Т. Н. Герман // Микрофитофоссилии протерозоя и раннего палеозоя СССР. – Л. – 1974. – С. 6–10.
6. Соколов, Б. С. Очерки становления венда / Б. С. Соколов. – М.: КМК Лтд. – 1997. – 156 с.
7. Бурзин, М. Б. *Tunnia Burzin*, Gen. Nov. – новый род вендских колониальных коккоидных органикостенных микрофоссилий / М. Б. Бурзин // Палеонтологический журнал, 1997. – № 2. – С. 20–28.
8. Голубкова, Е. Ю. Микрофоссилии и Rb-Sr-возраст глауконитов в опорном разрезе верхнего протерозоя северо-востока Русской плиты (скв. Кельтменская-1) [Текст] / Е. Ю. Голубкова [и др.] // Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 462. – № 4. – С. 444–448.
9. Микрофоссилии докембрия СССР / Ред. Янкаускас Т. В. – Л.: Наука. – 1989. – 190 с.
10. Гниловская, М. Б. Вендотениды Восточно-Европейской платформы / М. Б. Гниловская, А. А. Ищенко, Ч. М. Колесников [и др.]. – Л.: Наука. – 1988. 143 с.
11. Бурзин, М. Б. Палеобиогеография позднего венда Русской платформы / М. Б. Бурзин // Сб. науч. трудов. Палеогеография венда – раннего палеозоя Северной Евразии (Екатеринбург, 25 июля–3 августа 1996 г.). – Екатеринбург: УРО РАН. – 1998. – С. 136–146.
12. Пашкавичене, Л. Т. Акритархи пограничных отложений венда и кембрия запада Восточно-Европейской платформы / Л. Т. Пашкавичене. – М.: Наука. – 1980. – 76 с.
13. Burzin, M. B. Redescription of the enigmatic microfossil *Cochleatina* from the Vendian of the East European Platform / M. B. Burzin // Paleontological J., 1995. – 29(2A). – P. 51–77.

Санкт-Петербургский горный университет

Кушим Екатерина Анатольевна, аспирант  
E-mail: kushim\_ea@mail.ru; Тел.: 8-931-373-45-48

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН

Голубкова Елена Юрьевна, младший научный сотрудник  
E-mail: golubkovaeyu@mail.ru; Тел.: 8 (812) 328-02-92

Плоткина Юлия Владимировна, старший научный сотрудник  
E-mail: jplotkina@yandex.ru; Тел.: 8 (812) 328-43-02

Saint-Petersburg Mining University

Kushim E. A., postgraduate student  
E-mail: kushim\_ea@mail.ru; Тел.: 8-931-373-45-48

Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS

Golubkova E. Y., research scientist  
E-mail: golubkovaeyu@mail.ru; Тел.: 8 (812) 328-02-92

Plotkina Y. V., senior research scientist  
E-mail: jplotkina@yandex.ru; Тел.: 8 (812) 328-43-02