

*На правах рукописи*



**ГОЛУБКОВА Елена Юрьевна**

**ОРГАНОСТЕННЫЕ МИКРОФОССИЛИИ В СТРАТИГРАФИИ ВЕНДА  
ЮГО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

Специальность: 1.6.2 – палеонтология и стратиграфия  
(Специальность: 25.00.02 – палеонтология и стратиграфия)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Санкт-Петербург

2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук

**Научный руководитель:**

**Раевская Елена Геннадьевна,**  
кандидат геолого-минералогических наук,  
зав. отделом стратиграфии,  
первый заместитель директора  
АО «ВНИГРИ-Геологоразведка»

**Официальные оппоненты:**

**Толмачева Татьяна Юрьевна,**  
доктор геолого-минералогических наук,  
ученый секретарь Всероссийского научно-  
исследовательского геологического  
института им. А.П. Карпинского

**Медведев Павел Владимирович,**  
кандидат геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник Института  
геологии Карельского научного центра РАН

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт нефтегазовой  
геологии и геофизики им. А.А. Трофимука  
Сибирского отделения РАН

Защита состоится 28 октября 2021 г. в 14 ч. 30 мин. на заседании диссертационного совета 24.1.019.01 (Д 002.215.03), созданного на базе ФГБУН Геологический институт Российской академии наук, в конференц-зале.

Отзыв на автореферат, заверенный печатью, в 2-х экземплярах просьба направлять по адресу:

119017, г. Москва, Пыжевский пер., д.7, стр. 1, ГИН РАН

Тел. (495) 953-18-19, факс (495) 951-04-43, e-mail: fillita@yahoo.com

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГЕМ РАН, Москва, Старомонетный пер., д. 35 и на официальном сайте ГИН РАН: <http://www.ginras.ru>

Автореферат разослан «    »                      2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат геолого-минералогических наук,

Филимонова Т.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Юго-восток Сибирской платформы входит в состав одного из крупнейших нефтегазоносных бассейнов России. Продуктивными горизонтами являются вендские и нижнекембрийские осадочные последовательности. Стратиграфия этих отложений разрабатывается и совершенствуется не одно десятилетие (Решения Всесоюзного..., 1983; Решения четвертого..., 1989, Шенфиль, 1991; Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005; Шемин, 2007; Мельников, 2018 и др.). Однако до сих пор возрастное обоснование и корреляция верхнедокембрийских отложений не имеет однозначного решения. Дефицит фактического материала (отсутствие естественных обнажений, низкий выход керна в скважинах), литологическая неоднородность пород (высокая фациальная изменчивость), большое количество перерывов, спорадичность палеонтологических и изотопно-геохимических данных, а также невозможность прямого сопоставления сибирских разрезов со стратотипами венда Восточно-Европейской платформы (ВЕП) обусловили высокую субъективность региональных стратиграфических построений. Трудности вызывает и корреляция нижнего и верхнего отделов венда Общей стратиграфической шкалы России (ОСШ) с эдиакарием Международной хроностратиграфической шкалы (МХСШ).

Привлекаемые палеонтологические данные и, в частности, использование микрофоссилий из-за разночтения результатов и ошибочности определений на ранних этапах изучения не всегда способствовали решению стратиграфических задач, а иногда даже усугубляли их, вызывая понятный скепсис у ряда геологов. В современных работах обоснование возраста и выделение общих и региональных стратиграфических подразделений нижней терригенной части осадочного чехла Сибирской платформы проводится, главным образом, по литологическим и общегеологическим данным (Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005; Шемин, 2007; Кочнев и др., 2018; Мельников, 2018). Биостратиграфические данные в этих построениях имеют второстепенное значение.

Вместе с тем, благодаря повсеместному расширению микропалеонтологических исследований в последние годы и накоплению новых материалов потенциал группы микрофоссилии неуклонно растет. Наметившийся прогресс в изучении докембрийских микроорганизмов связан с открытием в разрезах венда/эдиакария крупных, разнообразно орнаментированных акритарх. На Сибирской платформе подобные акантоморфные микрофоссилии известны с 1980ых годов. Однако, разрозненность данных в редких изданиях, краткое описание и зачастую отсутствие фотографических изображений в ранних работах, а также выборочная ревизия отдельных таксонов без комплексного анализа биот существенно затрудняют использование этого материала для

биостратиграфических построений. К настоящему моменту микрофоссилии обнаружены практически во всех терригенных интервалах верхнего докембрия. К уже опубликованному материалу добавилось большое количество новых находок, а международный опыт изучения одновозрастных микрофоссилий заметно продвинул общие представления об их таксономии и диапазонах распространения. Сложившиеся обстоятельства обеспечили возможность проведения давно необходимой ревизии и переоценки имеющегося материала, что и было реализовано в настоящей работе.

**Цель и задачи исследования.** Основная цель работы – детализация Региональной стратиграфической схемы юго-востока Сибирской платформы по биостратиграфическим данным. Для ее достижения были поставлены и решены следующие задачи: 1) выделение органостенных микрофоссилий из терригенных пород методом шадящей мацерации; 2) изучение таксономического разнообразия, а также выявление пределов и закономерностей вертикального и латерального распределения ассоциаций микрофоссилий; 3) анализ распространения эдиакарских акантоморфных биот мира и их вендских аналогов в Восточной Сибири; 4) оценка биостратиграфического потенциала микрофоссилий внутренних районов Сибирской платформы и уточнение границ стратиграфических подразделений.

**Фактический материал.** В основу работы легли сведения по всем основным местонахождениям акантоморфных биот юго-востока Сибирской платформы. Помимо сведений из литературных источников, в работе использованы оригинальные данные, полученные в результате переизучения рабочей палеонтологической коллекции В.А. Рудавской, а также собственной коллекции. Анализируемые в работе образцы (около 300 шт.) были отобраны из талаканской свиты, вилючанского (бетичинская, хоронохская свиты), непского, (талахская, паршинская, курсовская, бесюряхская, ынахская и харыстанская свиты) и тирского (бюкская свита) горизонтов внутренних районов Сибирской платформы. В ходе работы была изучена представительная коллекция постоянных препаратов, насчитывающая порядка 2300 экземпляров. Часть коллекций В.А. Рудавской хранится в палеонтологическом музее ВНИГРИ, остальные коллекции – в лаборатории литологии и биостратиграфии ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург).

#### ***Защищаемые положения.***

1. В верхнедокембрийских отложениях внутренних районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинский, Предпатовский, Сюгджерский, Анабарский) обнаружены органостенные микрофоссилии хорошей сохранности, отнесенные к 30 родам и 53 видам, из них 8 таксонов – новые. В составе непской биоты выявлены представители подгрупп: акритархи (80 % от всего видового разнообразия обнаруженных таксонов), синезеленые водоросли (13 %) и проблематики (7 %).

2. Стратиграфическое и латеральное распределение микрофоссилий в вендских отложениях изученной территории связано с трансгрессивно-регрессивными циклами осадконакопления. Установлено 9 ассоциаций микрофоссилий: I с *Leiosphaeridia* sp., IIa с *Leiosphaeridia* sp. – *Talakania obscura*, IIб с *Leiosphaeridia* sp. – *Nepia calycina*, IIIa с *Appendisphaera tenuis* – ? *Appendisphaera tabifica* – *Talakania obscura*, IIIб с *Appendisphaera tenuis* – *Tanarium tuberosum* – *Verruculatasphaera protea*, IIIв с *Appendisphaera tenuis* – *Hamakinia* sp. – *Nepia calycina*, IIIг с ?*Polygonium cratum*, IVa с *Oscillatoriopsis* sp. – *Siphonophycus* sp., IVб с *Vanavarataenia insolita* – *Siphonophycus* sp. Обедненные ассоциации (I, IIa, IIб, IVa, IVб) распространены в отложениях, отвечающих начальной стадии трансгрессии и завершающей фазе регрессии, богатые акантоморные ассоциации (IIIa, IIIб, IIIв, IIIг) – максимумам трансгрессий.

3. Установлено положение сибирских акантоморфных ассоциаций микрофоссилий в Общей и Международной стратиграфических шкалах. Орнаментированные микрофоссилии распространены в отложениях с возрастом 630–540 млн. лет. Расцвет акантоморфных акритарх пришелся на интервал 580–560 млн. лет. Значительное их сокращение произошло около 560–550 млн. лет назад и совпало с глобальным С-событием Шурам-Вонока. Диапазон существования непской, торгинской и уринской биот Сибирской платформы ограничен интервалом 580–560 млн. лет.

4. Детализирована Региональная стратиграфическая схема юго-востока Сибирской платформы. Граница нижнего и верхнего отделов венда в Непско-Ботуобинском, Предпатомском, Сюгджерском и Анабарском районах сопоставлена с подошвой вилючанского горизонта, а в Патомском районе – с кровлей кэп доломитов нижней части баракунской свиты дальнотайгинской серии. Вилючанский и непский горизонты отнесены к нижней части верхнего венда. Граница непского и тирского горизонтов помещена в основание верхней подсвиты бюкской свиты. Торгинская свита Березовской зоны отнесена к венду. Таксоны узкого стратиграфического интервала распространения, выделенные в непском горизонте и уринской свите дальнотайгинского горизонта, предложено включить в Региональную стратиграфическую схему нового поколения в качестве микропалеонтологической характеристики стратонов.

**Научная новизна.** Впервые получена детальная палеонтологическая характеристика нижней терригенной части осадочного чехла внутренних районов Сибирской платформы. В нефтегазоносных отложениях вилючанского, непского и нижней части тирского горизонтов установлено 53 вида микрофоссилий. Обнаружены и монографически описаны 8 новых таксонов. Определено положение некоторых нитчатых микрофоссилий в систематике современных организмов. Реконструирован цикл размножения новых водорослей *Nepia calycina*, Golubkova. Уточнено положение и впервые

определены закономерности распространения ассоциаций микрофоссилий в стратиграфической последовательности отложений. Показано, что появление богатых непских акантоморфных ассоциаций в верхнедокембрийских отложениях Сибирской платформы отвечает определенному эволюционному рубежу в истории развития древних микроорганизмов. Однако вертикальное и латеральное распределение микрофоссилий в терригенных последовательностях вилочанского, непского и тирского горизонтов определялось локальными условиями, существующими в вендском бассейне на каждом этапе его развития. По 44 изученным скважинам составлен каталог распространения органостенных микрофоссилий по глубинам и свитам (приложение II).

**Практическое значение.** Уточнены объемы и границы нижнего и верхнего отделов венда, а также непского регионального горизонта на юго-востоке Сибирской платформы. Торгинская свита по биостратиграфическим данным отнесена к венду. Выделены таксоны узкого стратиграфического интервала распространения, которые предложены для включения в Региональную стратиграфическую схему в качестве палеонтологической характеристики непского и верхней части дальнетайгинского горизонтов. Полученные палеонтологические данные имеют большое значение для региональной стратиграфии: при разработке стратиграфической схемы нового поколения, в межрегиональных корреляциях, а также при палеоэкологических и палеофациальных реконструкциях.

***Апробация результатов работы.***

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях и совещаниях: «Современная российская палеонтология» (Москва, 2004); «Palaeontological Association, 48 Annual Meeting» (Лиль, 2004); «Precambrian to Palaeozoic Palaeopalynology and Paleobotany» (Лиёж, 2005); «Рассвет и закат вендской (эдиакарской) биоты» (Москва, 2007); «Геодиманическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса» (Иркутск, 2007): LV, LVII, LXI, LXIV сессии Палеонтологического общества (Санкт-Петербург: 2009, 2011, 2015, 2018); «Neoproterozoic Sedimentary Basins» (Новосибирск, 2011); XV микропалеонтологическое совещание (Геленджик, 2012); I Палеоальгологическая конференция (Москва, 2013); 30 IAS Meeting of Sedimentology (Манчестер, 2013).

По теме диссертации опубликовано 27 работ, из них 7 – в рецензируемых научных изданиях и 20 – в тематических сборниках статей и тезисах научных конференций и совещаний. Исследования проводились при финансовой поддержке Программ Президиума РАН «Проблемы зарождения биосферы Земли и ее эволюции» (№ 25, 18), «Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем» (№ 15, 24, 28), а также грантов РФФИ (№ 07-05-00906, 11-05-00813, 14-05-00415, 17-05-00418).

### ***Объем и структура работы.***

Диссертация объемом 207 страниц состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, включающего 198 наименований, из которых 76 – в международных изданиях, а также двух приложений. Текст диссертации проиллюстрирован 27 рисунками и 25 палеонтологическими фототаблицами (приложение I). Распространение микрофоссилий по скважинам внутренних районов Сибирской платформы приведено в 46 таблицах (приложение II).

**Глава 1 «Современное состояние стратиграфической шкалы венда юго-востока Сибирской платформы»** подразделяется на две подглавы. В первой из них рассмотрены принципы и критерии выделения терминальных подразделений верхнего докембрия в Российской и Международной стратиграфических шкалах. Вторая подглава посвящена истории становления Региональной стратиграфической схемы венда Восточной Сибири. Также проанализированы критерии, привлекаемые разными авторами для выделения общих и региональных подразделений на юго-востоке Сибирской платформы. В конце главы приведена позиция автора по вопросам общей и региональной стратиграфии.

**В главе 2 «Геологический обзор и стратиграфия венда внутренних районов Сибирской платформы»** рассмотрена местная стратиграфическая схема, принятая для центральных территорий Восточной Сибири, а также дано литологическое описание свит и палеонтологическая характеристика изученных разрезов. Материал изложен в четырех подглавах по регионам – Предпатомскому, Непско-Ботуобинскому, Сюдджерскому и Анабарскому.

**В главе 3 «Биостратиграфическое расчленение и особенности распространения ассоциаций микрофоссилий в изученных районах»** обобщены первичные фактические данные, проанализировано вертикальное и латеральное распределение ассоциаций микрофоссилий в разрезах исследуемого региона, а также предложена модель распространения органостенных микрофоссилий в вендском палеобассейне.

**В главе 4 «Сопоставление сибирских ассоциаций микрофоссилий с известными биотами других регионов»** проведена компиляция биостратиграфических, изотопных и историко-геологических данных по всем основным местонахождениям венд/эдиакарских акантоморфных биот мира, а также показано положение анализируемых комплексов микрофоссилий в Общей и Международной стратиграфических шкалах.

**Глава 5 «Монографическое описание изученных таксонов»** подразделяется на две подглавы. В первой приведена методика извлечения и изучения органостенных микрофоссилий. Вторая содержит общие сведения по принципам классификации докембрийских микроорганизмов, а также монографические описания характерных и новых таксонов.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю Е.Г. Раевской за ценные советы и моральную поддержку на всех этапах подготовки и написания диссертации. Отдельная признательность А.Б. Кузнецову за практическое содействие и организационную помощь. Искренняя благодарность сотрудникам Лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск) Д.В. Гражданкину и К.Е. Наговицину за полезные и интересные дискуссии по проблемам стратиграфии и палеонтологии докембрия, а также за предоставленную возможность по фотографированию докембрийских микрофоссилий. Особая благодарность Б.Б. Кочневу за критические замечания по вопросам региональной геологии Сибирской платформы, переданный фактический материал (литологические колонки, каменный материал), а также дружеское расположение и помощь в процессе написания диссертации. Автор благодарен А.В. Ивановской за предоставленные образцы керн по скважинам Ньюско-Пелейдуйской зоны. Отдельная признательность коллегам института ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург) С.А. Бушмину, А.Б. Вревскому, Т.С. Зайцевой, И.К. Козакову А.Б. Котову, Е.А. Кушим, М.Р. Павлову, Ю.В. Плоткиной, В.Н. Подковырову, Е.Ю. Рыцку, Е.Б. Сальниковой, Е.В. Толмачевой за поддержку и дружеское участие на всех этапах работы.

## **ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ**

**Защищаемое положение 1.** В верхнедокембрийских отложениях внутренних районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинский, Предпатомский, Сюдджерский, Анабарский) обнаружены органостенные микрофоссилии хорошей сохранности, отнесенные к 30 родам и 53 видам, из них 8 таксонов - новые. В составе непской биоты выявлены представители подгрупп: акритархи (80 % от всего видового разнообразия обнаруженных таксонов), синезеленые водоросли (13 %) и проблематики (7 %).

Защищаемое положение раскрыто в главе 5 и опирается на палеонтологические данные, приведенные в главе 2.

Осадочная последовательность верхнего докембрия внутренних районов Сибирской платформы сложена ледниковыми образованиями конгломератовой и доломитовой толщ (сар dolomite), терригенными породами талаканской свиты, вилючанского и непского горизонта, а также карбонатными и эвапоритовыми отложениями тирского, даниловского горизонтов. Граница докембрия–кембрия проводится в верхней части даниловского горизонта по смене комплексов мелкокораквиной фауны *Purella antiqua* на *Nochoroicyathus sunnanginicus* (Хоментовский и др., 1998; Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005). Вилючанский горизонт расчленяется на бетичинскую и хоронохскую свиты (Авдеева и др., 1978; Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005). В составе

непского горизонта выделяется два подгоризонта, которые имеют ритмичное строение. Нижняя часть каждого ритма сложена преимущественно песчаниками, а верхняя – аргиллитами и алевролитами. В Вилючанской зоне Предпатомского района, на востоке Сюгджерского района и на юге Куонамской зоны Анабарского района к непскому горизонту отнесены талахская, бесюряхская, ынахская и харыстанская свиты (рис. 1). Этим стратиграфическим подразделениям в Нюйско-Пеледуйской зоне и на востоке Приленско-Непской зоны отвечают талахская и паршинская свиты, а в Ботуобинской зоне – талахская и курсовская свиты (Решения четвертого..., 1989; Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005; Шемин, 2007; Голубкова, Кочнев, 2018; Мельников, 2018).

В период интенсивных микропалеонтологических исследований 1980-ых годов, сопровождавших поиски месторождений углеводородов, в терригенных отложениях непского горизонта внутренних районов Сибирской платформы было обнаружено своеобразное сообщество крупных акантоморфных микрофоссилий, которое было описано как комплекс ШБ (Решения Всесоюзного..., 1986). На ранних этапах изучения эти микроорганизмы были ошибочно отнесены к разным видам нижнекембрийского рода *Baltisphaeridium*. Позднее некоторые орнаментированные микрофоссилии были переизучены, а вся видовая ассоциация ШБ комплекса сопоставлена с эдиакарской биотой формации Пертататака южной Австралии (Moczyłowska et al., 1993). Опубликованные данные имели большое научное значение, однако касались лишь единичных таксонов, установленных на отдельных дискретных уровнях.

В результате настоящих исследований получена детальная палеонтологическая характеристика нижней терригенной части осадочного чехла юго-востока Сибирской платформы. Разнообразные по таксономическому составу ассоциации микрофоссилий установлены в разрезах 44 глубоких скважин Непско-Ботуобинского, Предпатомского, Сюгджерского и Анабарского районов (рис. 1; Голубкова и др., 2010; Голубкова, Кочнев, 2018). В вилючанском, непском и нижней части тирского горизонтов выявлено 53 вида микрофоссилий, которые отнесены к 30 родам. Из них восемь таксонов являются новыми: *Cavaspina majuscula*, *Cavaspina rotundata*, *Eotyllotopalla rarotuberculata*, *Tanarium longodactylusi*, *Verruculatasphaera protea*, *Uniex crescentia tubulosa*, *Bicortex mutabilis* и *Nepia calycina*. Наиболее богатые акантоморфные ассоциации, содержащие таксоны узкого вертикального интервала распространения, установлены в средней части непского горизонта. В составе непской биоты отсутствуют коккоидные формы, а все обнаруженные ископаемые микроорганизмы могут быть отнесены к трем формальным подгруппам: акритархи, синезеленые водоросли и проблематичные ископаемые остатки, возможно близкие к грибоподобным организмам. В результате палеобиологического изучения микрофоссилии второй подгруппы (*Nepia*,

*Obruchevella*, *Oscillatoriopsis*, *Siphonophycus*, *Talakania*) отнесены к гормогониевым цианобактериям. Для новых нитчатых водорослей *Nepia calycina* реконструирован цикл размножения, что позволило сопоставить их с современными осцилляториевыми цианобактериями, близкими роду *Lyngbia*. Микрофоссилии, выделенные ранее в формальный род *Talakania*, отнесены к политрихоматозным синезеленым водорослям, морфологически близким современным родам *Schizothrix* и *Microcoleus*.

**Защищаемое положение 2.** Стратиграфическое и латеральное распределение микрофоссилий в вендских отложениях изученной территории связано с трансгрессивно-регрессивными циклами осадконакопления. Установлено 9 ассоциаций микрофоссилий: I с *Leiosphaeridia sp.*, IIa с *Leiosphaeridia sp.* – *Talakania obscura*, IIб с *Leiosphaeridia sp.* – *Nepia calycina*, IIIa с *Appendisphaera tenuis* – ? *Appendisphaera tabifica* – *Talakania obscura*, IIIб с *Appendisphaera tenuis* – *Tanarium tuberosum* – *Verruculatasphaera protea*, IIIв с *Appendisphaera tenuis* – *Hamakinia sp.* – *Nepia calycina*, IIIг с ? *Polygonium cratum*, IVa с *Oscillatoriopsis sp.* – *Siphonophycus sp.*, IVб с *Vanavarataenia insolita* – *Siphonophycus sp.*). Обедненные ассоциации (I, IIa, IIб, IVa, IVб) распространены в отложениях, отвечающих начальной стадии трансгрессии и завершающей фазе регрессии, богатые акантоморные ассоциации (IIIa, IIIб, IIIв, IIIг) – максимумам трансгрессий.

Второе защищаемое положение изложено в главе 3 и основано на фактических данных, приведенных в главе 2.

Полученные палеонтологические данные позволили проследить диапазон распространения микрофоссилий, как в вертикальной последовательности пород, так и по площади (рис. 2). В разрезах скважин было выделено девять ассоциаций. Они обозначены римскими цифрами (от I до IV), к которым, при нахождении двух и более ассоциаций на одном стратиграфическом уровне, были добавлены арабские буквы. Установлено, что терригенные отложения талаканской свиты, вилючанского и самой нижней части непского горизонтов содержат обедненные биоты, выделенные в ассоциацию I и выше по разрезу – в ассоциацию IIa или IIб. Богатые комплексы с орнаментированными акритархами (IIIa, IIIб, IIIв, IIIг) обнаружены на двух стратиграфических уровнях – в средних частях нижнего и верхнего подгоризонтов непского горизонта. Латеральное распределение акантоморфных ассоциаций показано на рис. 1. Наиболее богатая IIIв биота установлена на двух стратиграфических уровнях в наиболее погруженных частях вендского палеобассейна – в Нюйско-Пеледуйской (северная часть Талаканской и Хамакинской площади) и Вилючанской зонах Предпатомского района. Заметное сокращение акантоморфных акритарх отмечается на юго-западе изученной площади, где

распространена ассоциация IIIa. Промежуточное по таксономическому разнообразию положение занимает ассоциация IIIб, выявленная на северо-западе Вилючанской зоны, а также в Сюдджерском и Анабарском районах. И последняя моновидовая ассоциация IIIг обнаружена в единственной скважине на севере Нюйско-Пеледуйской зоны. Переходные отложения непского и тирского горизонтов охарактеризованы обедненными биотами, в составе которых доминируют нитчатые водоросли, выделенные в ассоциацию IVa или IVб. Исключение составляет скважина Дюданская-2910, вскрытая бурением на северо-востоке Сюдджерского района. В этой скважине богатая акантоморфная IIIб биота обнаружена в нижней части тирского горизонта.

Проведенные палеонтологические исследования, подкрепленные литолого-фациальными и историко-геологическими данными (Лебедев, Чернова, 1996; Шемин, 2007 и др.), позволили предложить модель вертикального (рис. 3) распространения ассоциаций микрофоссилий в регионе (рис. 3). Предполагается, что анализируемые отложения накопились в течение трех трансгрессивно-регрессивных циклов: нижнего – сокращенного и верхних двух – полных (рис. 3). Первый неполный цикл охватывает отложения талаканской свиты и вилючанского горизонта, второй – нижний подгоризонт непского горизонта и третий – верхний подгоризонт непского горизонта и нижнюю подсвиту бюкской свиты тирского горизонта.

Предполагается, что регрессивная часть первого цикла была размыта в начале последующей трансгрессии. На это указывает состав пород, а также отсутствие акантоморфит в нижней части разреза. Появление богатых биот с орнаментированными акритархами в средних частях нижнего и верхнего подгоризонтов непского горизонта отвечает максимумам второй и третьей трансгрессий. Обедненные биоты приурочены к начальным и завершающим фазам трансгрессивно-регрессивных трендов (рис. 2, 3).

***Защищаемое положение 3.*** Установлено положение сибирских акантоморфных ассоциаций микрофоссилий в Общей и Международной стратиграфических шкалах. Орнаментированные микрофоссилии распространены в отложениях с возрастом 630–540 млн. лет. Расцвет акантоморфных акритарх пришелся на интервал 580–560 млн. лет. Значительное их сокращение произошло около 560–550 млн. лет назад и совпало с глобальным С-событием Шурам-Вонока. Диапазон существования непской, торгинской и уринской биот Сибирской платформы ограничен интервалом 580–560 млн. лет.

На основе компиляции разобщенных палеонтологических, изотопно-геохимических, изотопно-геохронологических и историко-геологических данных проведена корреляция и обосновано стратиграфическое положение акантоморфных биот в разрезах венда/эдиакария Китая, Австралии, Сибирской

и Восточно-Европейской платформ (рис. 4). В отличие от существующих ранее представлений (Сергеев и др., 2010 и др.) доказано, что орнаментированные биоты были распространены в отложениях с возрастом 630–540 млн. лет. Этот вывод подтверждается находками акантоморфных акритарх в мезенской свите скважины Кельтменская-1 северо-востока Восточно-Европейской платформы (Голубкова, Кузнецов, 2014; Голубкова и др., 2015) и оппокунской свите немакит-далдынского горизонта скв. Хастахская-930 севера Восточной Сибири (Grazhdankin et al., 2020). Возраст мезенской биоты оценивается в пределах 550–540 млн. лет, а хастахской – около 545–540 млн. лет. Наиболее широкое таксономическое разнообразие акантоморфных акритарх отмечается в интервале 580–560 млн. лет, что соответствует средней части эдиакария МХСШ или нижней части верхнего венда ОСШ России. К этому интервалу приурочены вторая китайская, австралийская, уринская, торгинская, непская и нижняя кельтменская биоты (рис. 4). На этом стратиграфическом уровне появляется большое количество новых морфотипов, в том числе и сложноорнаментированных. Постепенное сокращение таксономического разнообразия акритарх очевидно началось около 560–550 млн. лет назад и совпало с глобальным С-событием Шурам-Вонока. Часть акантоморфит, обладавшая высокой адаптивной способностью, продолжило свое существование до конца позднего венда и, возможно, полностью исчезла в раннем кембрии. Компиляция палеонтологических и С-хемостратиграфических данных позволила ограничить диапазон существования непской биоты интервалом 580–560 млн. лет.

***Защищаемое положение 4.* Детализирована Региональная стратиграфическая схема юго-востока Сибирской платформы. Граница нижнего и верхнего отделов венда в Непско-Ботуобинском, Предпатомском, Сюгджерском и Анабарском районах сопоставлена с подошвой вилючанского горизонта, а в Патомском районе - с кровлей кэп доломитов нижней части баракунской свиты дальнетайгинской серии. Вилючанский и непский горизонты отнесены к нижней части верхнего венда. Граница непского и тирского горизонтов помещена в основание верхней подсвиты бюкской свиты. Торгинская свита Березовской зоны отнесена к венду. Таксоны узкого стратиграфического интервала распространения, выделенные в непском горизонте и уринской свите дальнетайгинского горизонта, предложено включить в Региональную стратиграфическую схему нового поколения в качестве микропалеонтологической характеристики стратонов.**

Четвертое защищаемое положение сформулировано в главе 4 и опирается на фактические данные, изложенные в главах 2 и 3.

В отличие от существующих ранее представлений (Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005; Кочнев и др., 2018), уточнены границы и объемы общих и региональных стратиграфических подразделений. На основе историко-геологических данных в Патомском районе к нижнему отделу венда отнесены диамиктиты джемкуканской (большепатомской) свиты, а также завершающие ледниковое событие кэп доломиты баракунской свиты, которым во внутренних районах Сибирской платформы отвечают конгломератовая и доломитовая толщи (рис. 4). Доломиты баракунской свиты и конгломератовой толщи охарактеризованы отрицательными значениями  $\delta^{13}\text{C}$  (Покровский и др., 2006; Кочнев и др., 2015), которые сопоставляются автором с экскурсом EN2 Китая. Предполагается, что время формирования диамиктитов джемкуканской свиты и конгломератовой толщи совпадает с ледниковым событием Гаскье (около 580 млн. лет.) и, соответственно, отложения нижней части дальнотайгинской свиты могут отвечать верхней части нижнего венда ОСШ России.

На основании проведенных корреляций и анализа биостратиграфических данных вышележащие отложения верхней большей части баракунской и жуинской серий Патомского района, а также вилючанского и непского горизонтов внутренних районов Сибирской платформы отнесены к верхнему венду. В стратотипических разрезах венда ВЕП этот возрастной интервал может отвечать редкинскому региональному горизонту.

Открытие акантоморфной ШБ ассоциации в нижней подсвите бюкской свиты Сюджерского района (рис. 2) позволяет с определенной долей условности провести границу непского и тирского горизонтов в основании верхней подсвиты бюкской свиты. По биостратиграфическим данным торгинская биота Березовской зоны Предпатомского района отнесена к венду (Голубкова и др., 2010).

В непском горизонте и уринской свите дальнотайгинского горизонта выделены таксоны узкого стратиграфического интервала распространения, которые следует включить в Региональную стратиграфическую схему нового поколения в качестве микропалеонтологической характеристики стратонов. К диагностичным таксонам верхней части дальнотайгинского горизонта могут быть отнесены: *Ancorosphaeridium magnum*, *A. minor*, *A. robustum*, *Bullatosphaera vilata*, *Cavaspina uria*, *Eotyllotopalla delicata*, *?Sinosphaera rupina*, *Stellarossica ampla*, *Tanarium digitiformum*, *Multifronsphaeridium sp.*, *Urasphaera capitalis*, *Variomargosphaeridium floridum*. В качестве видов-индексов непского горизонта предлагаются: *Appendisphaera grandis*, *?A. tabifica*, *Cavaspina majuscula*, *C. rotundata*, *Ceratosphaeridium glaberosum*, *?Hocosphaeridium anozus*, *Tanarium cratum*, *T. longodactylusi*, *Talakania obscura*, *Hamakinia sp.*, *Verruculatasphaera protea*, *Nepia calycina*, *Obruchevella crassa*, *Vanavarataenia insolita*. Предлагаемые таксоны имеют характерный, морфологически

выдержанный облик, а также относительно узкий стратиграфический и широкий географический интервал распространения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получена детальная палеонтологическая характеристика вилючанского, непского и нижней части тирского горизонтов внутренних районов Сибирской платформы. Выявлено 53 вида и 30 родов органостенных микрофоссилий, восемь из которых описаны впервые. На основе проведенного палеобиологического изучения нитчатые водоросли родов *Nepia*, *Talakania* отнесены к гормогониевым цианобактериям. Установлены закономерности распространения микрофоссилий в стратиграфической последовательности отложений и по площади. Выделено 9 ассоциаций. Появление наиболее богатых акантоморфных ассоциаций в средних частях нижнего и верхнего подгоризонтов непского горизонта приурочено к максимумам ранненепской и поздненепской трансгрессий. Несмотря на то, что распространение микрофоссилий контролировалось палеообстановками, в целом, появление непской биоты в венде Сибирской платформы отвечает определенному эволюционному рубежу, что придает акантоморфным акритархам стратиграфическую значимость.

На основе анализа палеонтологических, изотопных и историко-геологических данных уточнено стратиграфическое положение и проведена корреляция акантоморфных биот в венд/эдиакарских отложениях Китая, Австралии, Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Эти исследования позволили обосновать границы и объемы нижнего и верхнего отделов венда, а также непского горизонта на юго-востоке Сибирской платформы. По биостратиграфическим данным торгинская свита Березовской зоны отнесена к венду. В составе непского горизонта Непско-Ботуобинского, Предпатомского, Сюгджерского, Анабарского районов и в уринской свите дальнетайгинской серии Патомского района установлены таксоны узкого стратиграфического интервала распространения, которые предложено включить в Региональную стратиграфическую схему нового поколения в качестве палеонтологической характеристики стратонов.

Полученные в диссертации стратиграфические выводы опираются на палеонтологические и увязанные с ними изотопно-геохимические данные, что позволило провести межрегиональную корреляцию венд/эдиакарских отложений и обеспечить относительно изохронный характер границ региональных и общих стратиграфических подразделений, установленных на юго-востоке Сибирской платформы. Результаты исследования имеют большое научное значение и могут быть использованы в дальнейшем в стратиграфических, палеоэкологических и палеофациальных работах.

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в рецензируемых журналах.

1. Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г., **Голубкова Е.Ю.** Первые находки нижневендских микрофоссилий на Русской плите: таксономический состав и биостратиграфическое значение // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14. № 6. С. 28-46.
2. **Голубкова Е.Ю.**, Раевская Е.Г., Кузнецов А.Б. Нижневендские комплексы микрофоссилий Восточной Сибири в решении стратиграфических проблем региона // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18. № 4. С. 3-27.
3. **Голубкова Е. Ю.**, Зайцева Т. С., Кузнецов А. Б., Довжикова Е. Г., Маслов А.В. Микрофоссилии и Rb-Sr возраст глауконитов в опорном разрезе верхнего протерозоя северо-востока Русской плиты (скв. Кельтменская-1) // Докл. АН. 2015 Т. 462. № 4. С. 444–448.
4. Подковыров В.Н., Котова Л.Н., **Голубкова Е.Ю.**, Ивановская А.В. Литохимия тонкозернистых обломочных пород венда Непско-Жуинского региона Сибирской платформы // Литология и полезные ископаемые. 2015. № 4. С. 337-349.
5. **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.
6. **Голубкова Е.Ю.**, Кочнев Б.Б. Нитчатые цианобактерии из вендских отложений непского горизонта внутренних районов Сибирской платформы // Палеонтологический журнал. 2020. № 5. С. 102-110.
7. Grazhdankin D., Nagovitsin K., **Golubkova E.**, Karlova G., Kochnev V. Doushantuo-Pertatataka-type acantomorphs and Ediacaran ecosystem stability // *Geology*. 2020. V. 48. P. 708-712.

### Статьи в тематических сборниках и тезисах совещаний и конференций.

8. **Голубкова Е.Ю.** Нижневендская микробиота Непско-Ботуобинской антеклизы, Якутия // Современная российская палеонтология: классические и новейшие методы. Москва. 2004. С. 22-26.
9. **Golubkova E.**, Raevskaya E. Unique microbiota from the Early Neoproterozoic of Yacutia (Eastern Siberia) // Palaeontological Association. 48<sup>th</sup> Annual Meeting. Lille. 2004. P. 155.
10. **Голубкова Е.Ю.** Микрофоссилии Байкалия юга Сибирской платформы (биостратиграфическое значение и таксономическое разнообразие) // Материалы XVIII молодежной научной конференции, посвященной памяти К. О. Кратца «Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии. 2007. Санкт-Петербург. С. 279-282.
11. **Голубкова Е.Ю.**, Кузнецов А.Б. Биостратиграфическая и Sr хемотратиграфическая характеристика байкальского комплекса юга Сибирской платформы: рифей или венд? // Мат. совещания «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса. От океана к континенту». Иркутск. 9-14 сентября 2007 г. Вып. 5. Иркутск: ИЗК СО РАН. 2007. С. 58-60.
12. **Голубкова Е.Ю.**, Раевская Е.Г. Нижневендский комплекс микрофоссилий внутренних районов Сибирской платформы // Тр. Междун. конфер. по проекту 493 МПГК. Рассвет и закат вендской (эдиакарской) биоты. Происхождение современной биосферы. Москва: Геос, 2007. С. 39-42.

13. **Голубкова Е.Ю.**, Раевская Е.Г. Комплексы микрофоссилий венда и их биостратиграфический потенциал // Проблемы зарождения и эволюции биосферы. М.: Книжный дом «Либроком». 2008. С. 546-552.
14. **Golubkova E.Yu.**, Raevskaya E.G., Ivanovskaya A.V. Patterns of lateral distribution of microfossils in Vendian petroliferous deposits of Nepa Dome of the Nepa-Botuoba Antecclise, eastern Siberea // Neoproterozoic Sedimentary Basins: stratigraphy, geodynamics and petroleum potential. Proceedings of the International Conference (Novosibirsc, 30 July-02 August, 2011). Novosibirsk: IPGG SP RAS. 2011. P. 25-27.
15. **Голубкова Е.Ю.**, Довжикова Е.Г. Микрофоссилии рифей-вендских отложений Вычегодского прогиба Мезенской синеклизы Восточно-Европейской платформы // Материалы LVII сессии Палеонтологического общества при РАН (5-8 апреля 2011 г., Санкт-Петербург). Санкт-Петербург. 2011. С. 47-50.
16. **Голубкова Е.Ю.**, Раевская Е.Г., Ивановская А.В. Закономерности латерального распространения микрофоссилий в вендских нефтегазоносных отложениях Непского свода Непско-Ботубинской антеклизы Восточной Сибири // Проблемы зарождения и эволюции биосферы. Ч. 2. Под. ред. Э.М. Галимова. М.: УРСС, 2012. С. 591-595.
17. **Голубкова Е.Ю.** Микрофоссилии эдиакарского комплекса акантоморфной палинофлоры // Современная микропалеонтология. Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания (12-16 сентября 2012г., Геленджик). Москва. 2012. С. 480-483.
18. **Golubkova E.Yu.**, Raevskaya E. G. The Vendian Microfossil Assemblages of Eastern Siberia and their Biostratigraphic Potential// Problems of Biosphere Origin and Evolution. E.M.Galimov, Ed. V. 2. Nova Publ.: N.Y., 2013. P. 363-372.
19. **Голубкова Е.Ю.**, Кузнецов А.Б. Эдиакарские комплексы акантоморфной палинофлоры мира (стратиграфическое распространение, корреляция и таксономическое разнообразие) // Водоросли в эволюции биосферы. Материалы I палеоальгологической конференции. 25-28 февраля 2013 г. Москва. ПИН РАН. 2013. С. 26-29.
20. **Golubkova E.Yu.**, Kuznetsov A.B. The biostratigraphic bistribution of the Ediacaran acantomorphic acritarchs and co-evolution with C-isotope record // 30<sup>th</sup> IAS Meeting of Sedimentology. 2-5 september. T2S1 P 48. 2013. P. 153.
21. **Голубкова Е.Ю.**, Кузнецов А.Б. Таксономическое разнообразие и корреляция эдиакарских комплексов акантоморфной палинофлоры мира // Водоросли в эволюции биосферы. Отв. Ред. С.В. Рожнов. 2014. С. 119-140.
22. **Голубкова Е.Ю.**, Зайцева Т.С., Довжикова Е.Г., Кузнецов А.Б., Кушим Е.А. биостратиграфическая характеристика и Rb-Sr возраст верхнедокембрийских отложений Вычегодского прогиба Мзенской синеклизы // Современные проблемы палеонтологии. Материалы LXI сессии Палеонтологического общества при РАН (13-17 апреля 2015 г., Санкт-Петербург). Санкт-Петербург. 2015. С. 34-36.
23. Кочнев Б.Б., **Голубкова Е.Ю.**, Покровский Б.Г. Микрофоссилии в стратиграфии венда внутренних районов Сибирской платформы // Современные проблемы палеонтологии. Материалы LXI сессии Палеонтологического общества при РАН (13-17 апреля 2015 г., Санкт-Петербург). Санкт-Петербург. 2015. С. 58-60.
24. Кушим Е.А., **Голубкова Е.Ю.**, Плоткина Ю.В. Биостратиграфическое расчленение венд-кембрийских отложений Южного Приладожья // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2016. № 4. С. 18-22.

25. **Голубкова Е.Ю.**, Кушим Е.А., Плоткина Ю.В. Палеонтологическая характеристика пограничных отложений венда-кембрия северо-запада Русской плиты // 100-летие Палеонтологического общества России. Проблемы и перспективы палеонтологических исследований. Материалы LXII сессии Палеонтологического общества при РАН (4-8 апреля 2016 г., Санкт-Петербург). Санкт-Петербург. Изд-во ВСЕГЕИ. 2016. С. 55-57.
26. **Голубкова Е.Ю.**, Кочнев Б.Б. Органостенные микрофоссилии в верхнедокембрийских отложениях внутренних районов Сибирской платформы / Эволюция вещественного и изотопного состава докембрийской литосферы. Ред. В.А. Глебовицкий, Ш.К. Балтыбаев. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений. 2018. С. 129-144.
27. **Голубкова Е.Ю.**, Кочнев А.Б. Нитчатые водоросли из вендских отложений непского горизонта внутренних районов Сибирской платформы: морфологическое разнообразие и биологическая интерпретация // Фундаментальная и прикладная палеонтология. Материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (2-6 апреля 2018 г., Санкт-Петербург). СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ. 2018. С. 37-39.

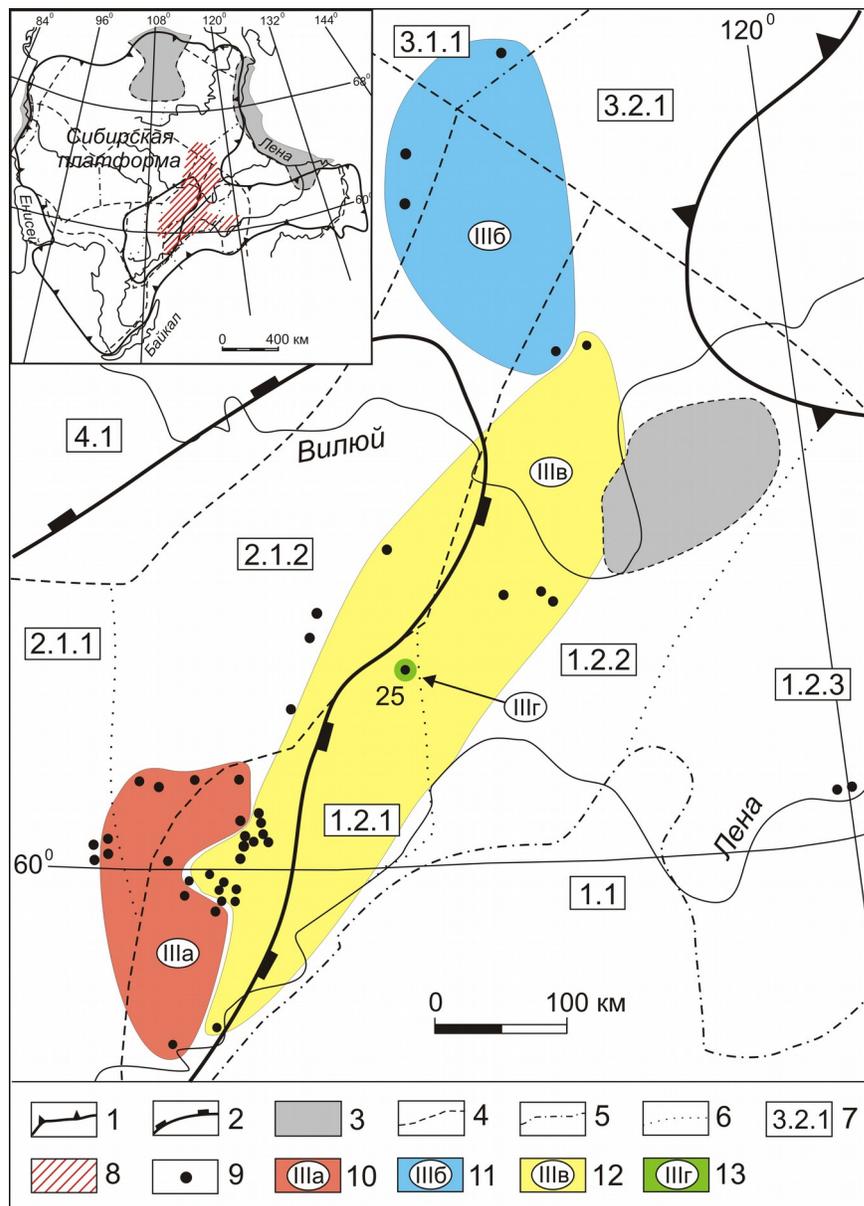


Рис.1. Район исследований на схеме структурно-фациального районирования Сибирской платформы (Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005, с дополнениями).

1 – граница Сибирской платформы; 2 – граница Непско-Ботуобинской антеклизы; 3 – отсутствие вендских отложений; 4 – граница фациальных регионов; 5 – граница фациальных районов; 6 – граница фациальных зон; 7 – индексы фациальных регионов, районов, зон: 1 – Байкало-Патомский регион, 1.1 – Патомский район, 1.2 – Предпатомский район, 1.2.1 – Нюйско-Пелейдуйская зона, 1.2.2 – Вилючанская зона, 1.2.3 – Березовская зона, 2 – Катангско-Ботуобинский регион, 2.1 – Непско-Ботуобинский район, 2.1.1 – Приленско-Непская зона, 2.1.2 – Ботуобинская зона, 3 – Анабаро-Алданский регион, 3.1.1 – Куонамская зона Анабарского района, 3.2.1 – Синская зона Алданского района, 4.1 – Сюдджерский район Турухано-Сюдджерского региона; 8 – регион исследования; 9 – изученные скважины, 10–13 – "ареалы" распространения акантоморфных ассоциаций: 10 – IIIa, 11 – IIIб, 12 – IIIв, 13 – IIIг.

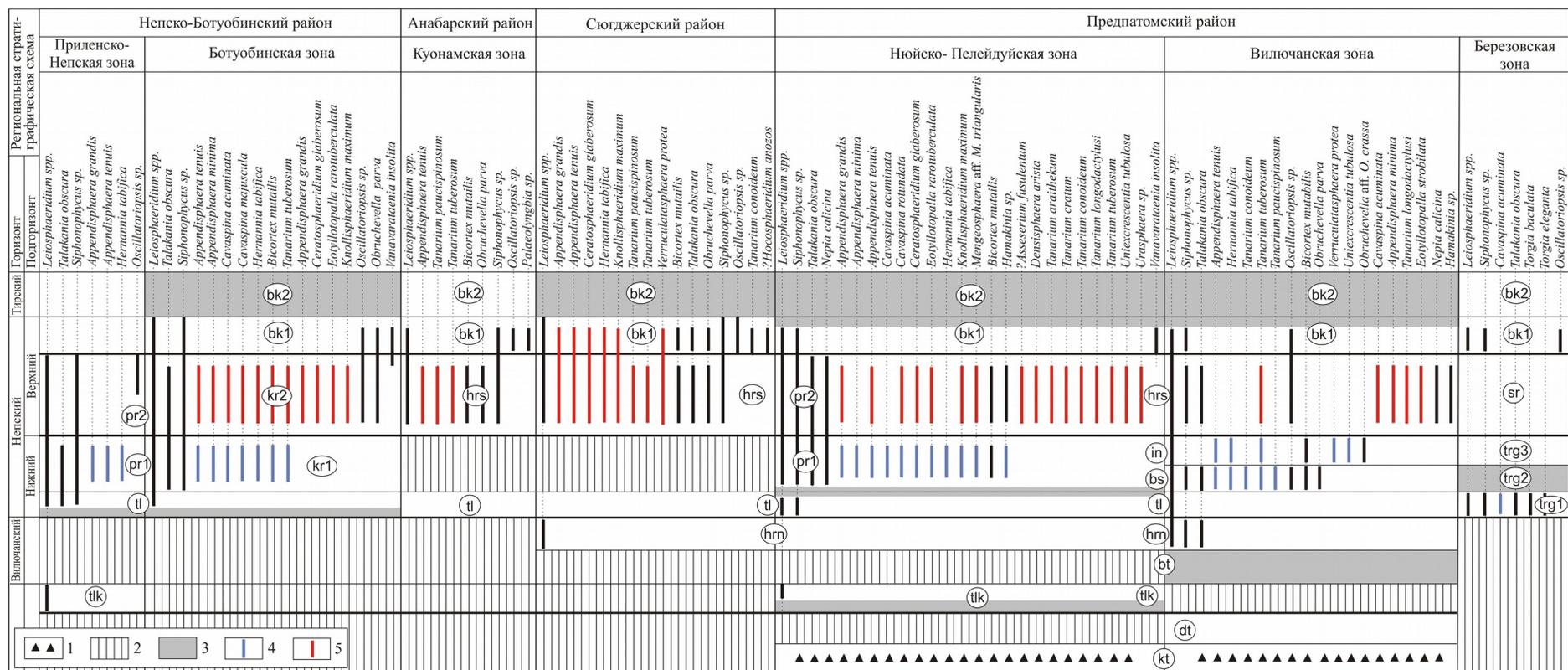


Рис.2. Вертикальное распространение характерных и стратиграфически значимых микрофоссилий в разрезах внутренних районов Сибирской платформы (Решения четвертого..., 1989; Стратиграфия нефтегазоносных..., 2005; Мельников, 2018).

1 – диамиктиты, 2 – перерыв в осадконакоплении, 3 – уровни, не содержащие микрофоссилий, 3 – первый уровень появления акантоморфных микрофоссилий, 4 – второй уровень появления акантоморфных микрофоссилий. Сокращения: РСС – Региональная стратиграфическая схема; свиты: bk – бюкская, bs – бесюряхская, bt – бетичинская, hrn – хоронохская, hrs – харыстанская, kr – курсовская, in – ынахская, pr – паршинская, ser – сералахская, tl – талахская, tlk – талаканская, tr – торгинская, usр – успунская; толщи: kt – конгломератовая, dt – доломитовая.

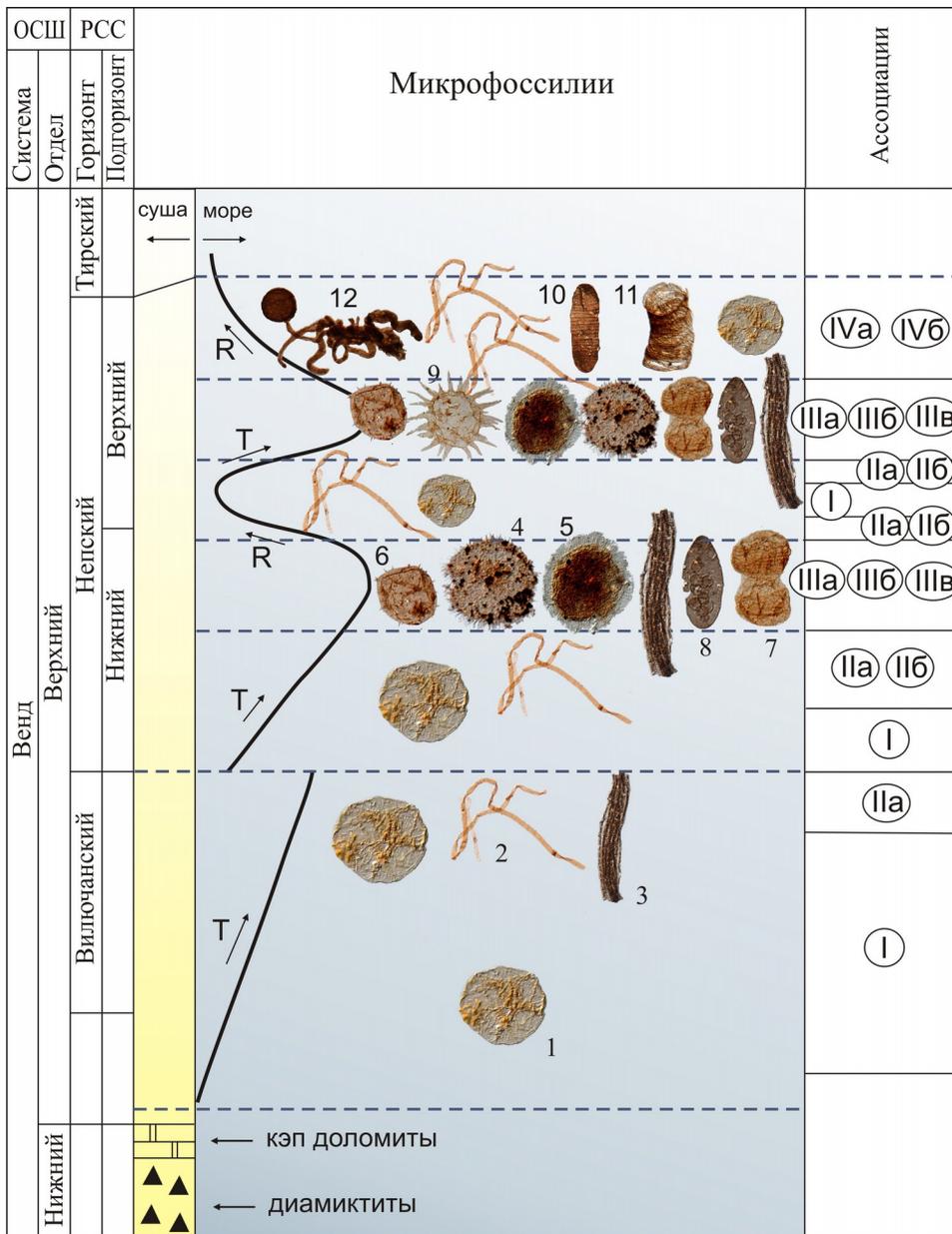


Рис. 3. Модель вертикального распространения микрофоссилий в вендском бассейне юго-востока Сибирской платформы.

Микрофоссилии: 1 – *Leiosphaeridia* sp., 2 – *Siphonophycus* sp., 3 – *Talakania obscura*, 4 – *Appendisphaera tenuis*, 5 – ?*Appendisphaera tabifica*, 6 – *Cavaspina acuminata*, 7 – *Nepia calycina*, 8 – *Hamakinia* sp., 9 – *Tanarium conoideum*, 10 – *Oscillatoriopsis* sp., 11 – *Obruchevella* sp., 12 – *Vanavarataenia insolita*, Т – трансгрессия, R – регрессия.

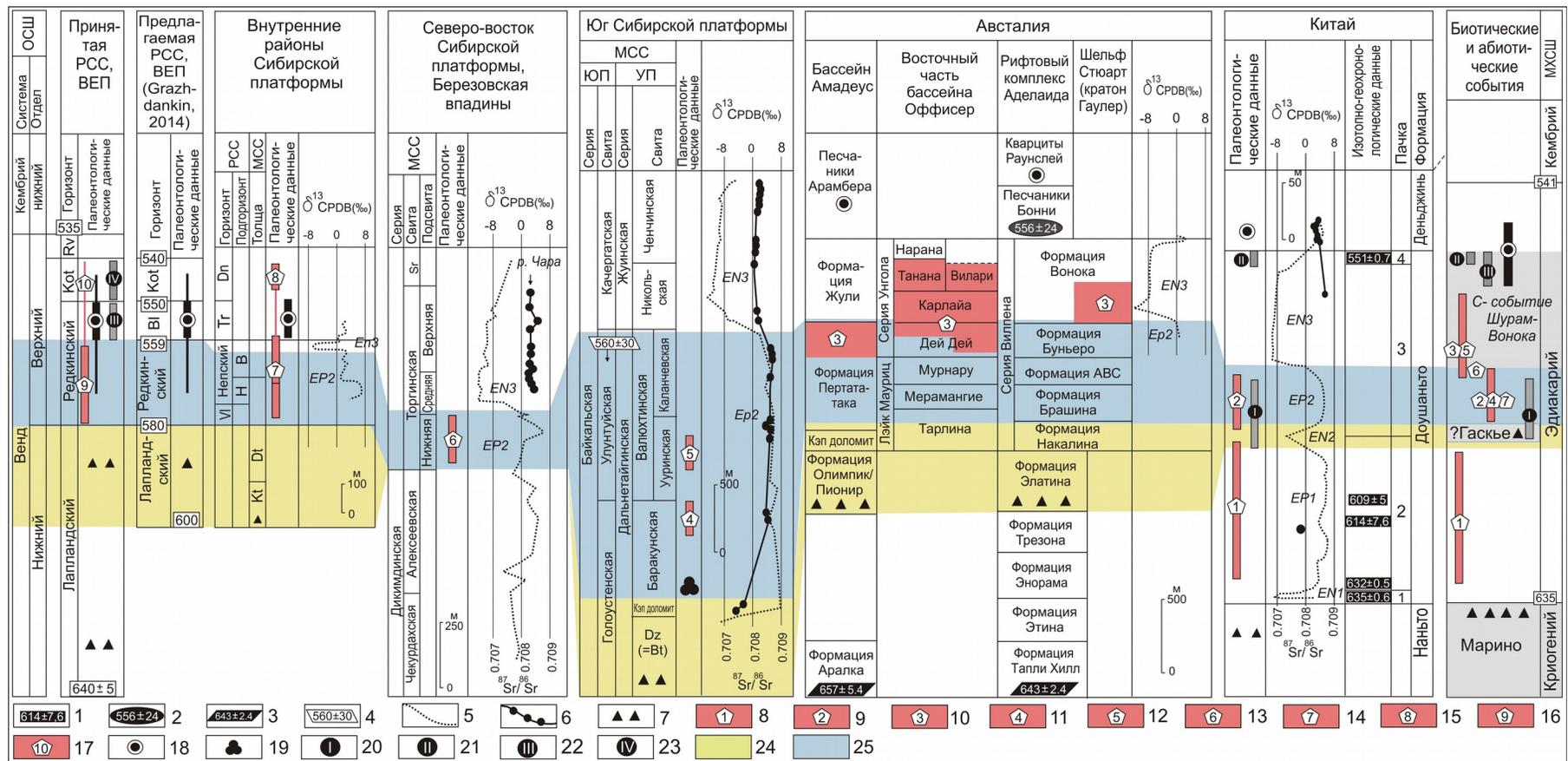


Рис. 4. Корреляция венд/эдиакарских отложений на основе биостратиграфических и изотопных данных (Голубкова, Кузнецов, 2014) с изменениями и дополнениями. 1 – U-Pb возраст вулканогенных цирконов; 2 – U-Pb возраст обломочных цирконов; 3 – Re-Os возраст алевролитов и сланцев; 4 – Pb-Pb возраст известняков; 5 – вариации  $\delta^{13}\text{C}$ ; 6 – вариации отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; 7 – тиллиты, диамиктиты; 8–17 акантоморные биоты: 8 – первая китайская; 9 – вторая китайская, 10 – австралийская, 11 – баракунская, 12 – уринская, 13 – торгинская, 14 – непская, 15 – хастахская, 16 – нижняя кельтменская, 17 – верхняя кельтменская, 18–23 – макроорганка: 18 – эдиакарские мягкотелые организмы, 19 – *Beltanelliformis*, 20 – лантианская биота, 21 – миахонская биота, 22 – старорусская биота, 23 – вендотениевая биота; 24 – корреляция нижневендских ледниковых отложений Гаскье, 25 – корреляция верхневендских дошурамских отложений. Сокращения: ОСШ – Общая стратиграфическая шкала России, РСС – Региональная стратиграфическая схема, МСС – местная стратиграфическая схема, ВЕП – Восточно-Европейская платформа, ЮП – Южное Прибайкалье, УП – уринское поднятие; горизонты: Вл – беломорский, Кот – котлинский, Rv – ровенский, VI – вилючанский, Tr – тирский, Dn – даниловский; Sr – сералахская свита, Dz – джемкуканская свита, Вт – большепатомская свита; Kt – конгломератовая толща, Dt – доломитовая толща; Н – нижний, В – верхний.