

УДК 581.33:551.734.(470.4+574.1)

DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-6-970-981

Первые палинологические данные из аматского и плявиньского горизонтов Главного девонского поля

О. П. Тельнова

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54,
e-mail: telnova@geo.komisc.ru

Поступила в редакцию 05.04.2023 г., принята к печати 17.05.2023 г.

Объект исследования. Споры высших растений из франских отложений Главного девонского поля. **Материал и методы.** В основу работы положены материалы, полученные при палинологическом изучении подснетогорских слоев аматского и снетогорских слоев плявиньского горизонтов Главного девонского поля. Определение таксономического состава палиноспектров позволило уточнить возраст изученных отложений и провести их корреляцию с палинокомплексами разрезов Тимано-Североуральского региона и конодонтовой зональностью Международной стратиграфической схемы девона. Для палинологического анализа была использована усовершенствованная методика мацерации И.Х. Шумилова и О.П. Тельновой, позволившая получить положительные результаты. **Результаты.** Впервые в разрезах аматского и плявиньского горизонтов ГДП установлены споры высших растений. Описаны палиноспектры подснетогорских слоев аматского и снетогорских слоев плявиньского горизонтов. Палиноспектры подснетогорских слоев скоррелированы с палинокомплексом из верхней части тиманского, снетогорских слоев – с палинокомплексом саргаевского горизонтов, установленных в Тимано-Печорской провинции. Выделенные палиноспектры дополняют ранее изученные в этих разрезах ассоциации фауны позвоночных и беспозвоночных, а также редкой макрофлоры. Палиноспектры из снетогорских слоев скоррелированы с палинокомплексом региональной зоны *Cristatisporites deliquescentis* – *Archaeoperisaccus mennerii* Тимано-Печорской провинции. Палинозона характеризует стратиграфический интервал, соответствующий конодонтовым зонам *rugosa* – *transitans* (средняя – верхняя части саргаевского горизонта). **Выводы.** Установленный палинокомплекс из снетогорских слоев соответствует средней части саргаевского горизонта – стратиграфический интервал конодонтовой зоны *rugosa*. В результате палинологических исследований впервые получена привязка регионального стратиграфического подразделения ГДП к стандартной конодонтовой зоне.

Ключевые слова: биостратиграфия, Главное девонское поле, аматский и плявиньский горизонты, споры высших растений

Источник финансирования

Исследования проводятся в рамках государственного задания Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; ЕГИСУ НИОКТР – 122040600008-5

First palynological data from the Amat and Plyavinsky Horizons of the Main Devonian field

Olga P. Telnova

N.P. Yushkin Institute of Geology, FRC Komi SC UB RAS, 54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar 167000, Russia,
e-mail: telnova@geo.komisc.ru

Received 05.04.2023, accepted 17.05.2023

Research subject. Spores of higher plants from the Early Frasnian deposits of the Main Devonian Field. **Material and methods.** The work is based on the biostratigraphic method with the following stages: determination of the taxonomic composition of palynospectra, substantiation of the host rocks age, and data correlation. Palynological analysis was conducted using an improved technique by I.Kh. Shumilov and O.P. Telnova, which produced positive results. **Results.** For the first time, spores of higher plants were found in the sections of the Amatsky and Plavinsky Horizons of the Main Devonian Field. The palynospectra of the Podsnegogorsk layers of the Amat and Snetogorsk layers of the Plyavinsky Horizons were described. The palynospectra of the Podsnegogorsk layers are correlated with the palynoassemblage from the upper part of the Timan, and the Snetogorsk layers are correlated with the palynoassembly of the Sargaev Horizons, established in the

Для цитирования: Тельнова О.П. (2023) Первые палинологические данные из аматского и плявиньского горизонтов Главного девонского поля. *Литосфера*, 23(6), 970–981. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-970-981>

For citation: Telnova O.P. (2023) First palynological data from the Amat and Plyavinsky Horizons of the Main Devonian field. *Lithosphere (Russia)*, 23(6), 970–981. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-970-981>

© О.П. Тельнова, 2023

Timan-Pechora province. The identified palynospectra complement the associations of vertebrate and invertebrate fauna, as well as rare macroflora, previously studied in these sections. The palynospectra from the Snetogorsk beds are correlated with the palynoassemblage of the *Cristatisporites deliquescens* – *Archaeoperisaccus mennerii* regional zone of the Timan-Pechora province. The palynozone characterizes the stratigraphic interval corresponding to the rugosa–transitans conodont zones (middle–upper part of the Sargaev Horizon). *Conclusions.* The established palynoassemblage from the Snetogorsk layers corresponds to the middle part of the Sargaev Horizon – the stratigraphic interval of the rugosa conodont zone. For the first time, the conducted palynological studies established a binding between the regional stratigraphic unit of the Main Devonian Field and the standard conodont zone.

Keywords: biostratigraphy, Main Devonian field, Amatsky and Plavinsky Horizons, spores of higher plants

Funding information

The research was carried out within the framework of the State task of the Institute of Geology of the Federal Research Center of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; EGISU NIOKTR – 122040600008-5

Acknowledgements

The author expresses her gratitude to V.V. Babenko (SyktSU), I.O. Evdokimova (VSEGEI), and A.O. Ivanov (St. Petersburg State University) for participation in the organization and conduction of field works; to A.G. Sazhina (IG FRC KSC UB RAS) for the successful results of maceration of rock samples for palynological analysis; and to D.V. Zbukova (VSEGEI) for advice on the use of the “VitroGel” polymer medium.

ВВЕДЕНИЕ

Палиностратиграфическое изучение разрезов Главного девонского поля (ГДП) направлено на обоснование современного уровня границы среднего и верхнего девона, совершенствование региональных стратиграфических схем как основы для всех видов геологических работ, включая прогноз, поиски и разведку месторождений полезных ископаемых. Актуальность темы обусловлена продолжающейся более 20 лет дискуссией о положении нижней границы франского яруса (соответственно границы среднего и верхнего девона) на территории Восточно-Европейской платформы (Евдокимова, 2023; Иванов, 2023; Тельнова, Шумилов, 2023).

Девонские отложения на территории ГДП (Северо-Западный субрегион Восточно-Европейской платформы), несмотря на то что представлены разнофациальными отложениями, характеризуются выдержанным строением и объемом и содержат многочисленные остатки фауны (Сорокин, 1978; Иванов и др., 2012; Иванов, 2023). Представители ортостратиграфической группы – конодонты, в живетских терригенных отложениях не найдены. Во фране по конодонтам выделены зоны: *Polygnathus lanei* для подснетогорско-снетогорского интервала, *Polygnathus xylus* – *Polygnathus reimersi* для псковско-дубниковского интервала, *Polygnathus pollocki* для порховско-ильменьского интервала и *Polygnathus efimovae* для бурежско-снежского интервала. Однако конодонты представлены мелководными полигнатидами, не позволяющими провести детальное сопоставление с зонами стандартной конодонтовой шкалы (Zhuravlev et al., 2006). Границу живетского и франского ярусов условно проводят в подош-

ве аматского горизонта (Иванов, 2023). Наиболее существенная смена таксономического состава в ихтиокомплексах наблюдается на границе гауйского и аматского, аматского и плявиньского горизонтов.

Девонские отложения на территории ГДП изучаются с начала XIX в. История исследований, геологическое строение, стратиграфия и палеонтологические характеристики девонских отложений Главного девонского поля детально описаны в многочисленных публикациях и достаточно полно обобщены в путеводителе “Опорные разрезы эйфельских-нижнефранских отложений востока Главного девонского поля” (Иванов и др., 2012). Путеводитель хорошо проиллюстрирован фотографиями и схемами, что позволило сохранить актуальность этой работы спустя десятилетия. Поэтому в представляемой работе использованы стратиграфические схемы, описания фауны и литологической характеристики пород, опубликованные в путеводителе.

Франский ярус в стратиграфической схеме ГДП представлен тремя горизонтами – аматским, плявиньским и дубниковским. Палиноспектры (ПС) подснетогорских слоев аматского и нижней части снетогорских слоев плявиньского горизонтов в разрезе “Писковичи” содержат единичные споры высших растений, не уточняющие стратиграфический возраст отложений, ранее установленный по комплексам фауны (Иванов и др., 2012), в данной публикации разрез не рассматривается. Ранее (Тельнова, 2013) была опубликована палинологическая характеристика дубниковского горизонта в разрезе “Изборский карьер” (Псковская область) ГДП. Поэтому в настоящей работе дана только краткая характеристика снетогорских слоев плявиньского горизонта в разрезе “Счетная Го-

ра”. Результаты изучения палиноспектров из разрезов ГДП позволили уточнить и скоррелировать по биоэонам разнофациальные континентальные и морские отложения пограничного интервала среднего и верхнего девона на европейском Северо-Востоке России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для палинологического анализа отбирались предпочтительнее образцы глин, алевролитов и аргиллитов темно-серого цвета (примерно по 100–150 г). Породы обрабатывались по методике, первоначально предложенной для преимущественно континентальных палеозойских отложений Среднего Тимана (Шумилов, Тельнова, 2013а, б). В настоящее время эта методика опробована на образцах девонских пород из различных регионов Восточно-Европейской платформы (Артюшкова и др., 2022). Основным отличием данной методики от стандартной (Методические рекомендации..., 1986; Тельнова, 2007) является включение в циклы мацерации (после дробления породы, удаления карбонатности и глинистых составных), удаления тонких минеральных фракций с помощью тонкоячеистого сита (15 мкм), а также ультразвуковой обработки для очищения поверхности спор от органических загрязнений.

Ранее (сборы 2016 г. А.О. Иванова) из разрезов “Снетная Гора” и “Писковичи” для палинологического анализа образцы были обработаны по стандартной методике извлечения спор из палеозойских осадков (Методические рекомендации..., 1986), не давшей положительного результата. Палиноспектры, полученные в ходе применения усовершенствованной методики обработки проб девонских отложений (Шумилов, Тельнова, 2013а, б), хотя и содержат небольшое количество спор (от 1 до 17 экз.), но формы имеют хорошую сохранность и не вызывают сомнений в установлении их таксономической принадлежности.

Но такое небольшое содержание спор в ПС недостаточно для проведения статистического анализа. Поэтому оставшаяся после первичной обработки крупная фракция (включения известняка, мергеля) была раздроблена и подвергнута дополнительной мацерации (с различными временными вариантами обработки, изменениями последовательности и концентрации реагентов). Эта дополнительная обработка образцов положительных результатов не принесла. Однако помогла сделать выводы для организации дальнейших исследований: 1) из разрезов ГДП на палинологический анализ нужно отбирать образцы в значительно большем чем 100 г количестве; 2) необходимо совершенствование методики мацерации с подборкой последовательности этапов обработки и концентраций реагентов под фациальные особенности разрезов ГДП.

Постоянные палинологические препараты были приготовлены на синтетической полимерной среде “Витрогель” и исследовались под световым микроскопом AXIO Lab.A 1 (с цифровой камерой AXIOCamICs 5). Из каждого образца выделен ПС, отражающий таксономический состав спор с количественным учетом каждого таксона. Для таксономического определения дисперсных спор из девонских пород использовалась наиболее распространенная в настоящее время классификация Р. Потонье и Г. Кремпа (Potonie, Kremp, 1954, 1970), основанная на морфологических признаках. При интерпретации результатов главную роль играли руководящие виды спор, второстепенную – их количественное содержание. Выделение палинокомплексов и обоснование их возраста проводились на базе общих принципов палиностратиграфических исследований.

Палиноспектры, полученные из девонских разрезов ГДП, сравнивались прежде всего с палинокомплексами, установленными в стратотипических и наиболее стратиграфически полных разрезах Южного и Среднего Тимана, прослеженных в других районах Тимано-Североуральского региона. Из девонских разрезов ГДП определены 16 видов девонских спор, принадлежащих 9 родам. По морфологической классификации дисперсных спор позднего палеозоя (Ошуркова, 2003) родовые названия *Spelaetriletes* в настоящей работе заменены на *Calyptosporites*.

Эталонные препараты хранятся в лаборатории стратиграфии Института геологии ФИЦ КНЦ УрО РАН и музее ИГ, коллекция № 433.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ранее геологические разрезы “Снетная Гора” и “Писковичи” были уже детально описаны (Иванов и др., 2012). В данной публикации приводятся описания только слоев, из которых были отобраны образцы на палинологический анализ. Дана краткая характеристика пород с указанием местонахождения (№ слоя) на схемах (Иванов и др., 2012, рис. 26, 28).

Стратотип снетогорских слоев находится на Снетной Горе (Псковская область, правый берег р. Великая, нижнее течение). Терригенно-карбонатные отложения снетогорских и псковских слоев плевиньского горизонта обнажены в береговом обрыве, высотой до 15 м, протяженностью около 300 м. Отложения снетогорских слоев представлены мергелями, доломитами и известняками с прослойками глин и охарактеризованы комплексами различной фауны. Представители ортостратиграфической группы фауны – конодонты, довольно многочисленные, но представлены только видами, обитавшими в мелководных фациях. Для снетогорских слоев характерно до-

минирование *Polygnathus lanei*. Одноименная конодонтовая зона охватывает интервал подснетогорских и снетогорских слоев (Иванов и др., 2012, рис. 3). Ихтиозона *Bothriolepis cellulosa* характеризует снетогорско-псковский интервал. Остракодовая зона *Cavellina batalinae* – снетогорско-дубниковский интервал. Комплекс остракод этой зоны включает виды, общие с “саргаевскими” видам Центрального девонского поля (ЦДП) и Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Комплекс брахиопод близок комплексам ЦДП и Среднего Тимана, что может свидетельствовать о свободном сообщении между этими бассейнами со сходными экологическими обстановками. Мощность снетогорских слоев 10 м.

Далее приводится более детальное описание интервалов разреза, охарактеризованных палиноспектрами. Палиноспектры обр. 1, 2, 2/1, 3/1, 3 из разреза “Снетная Гора” (плявиньский горизонт, снетогорские слои) содержат редкие споры хорошей сохранности со сходным таксономическим составом. Описание слоев разреза, охарактеризованных палиноспектрами дано снизу вверх (рис. 1).

Слой 3. Глина серо-голубая, с красными пятнами, алевролитистая, с линзами серого мергеля. Мощность слоя 0.7 м. В обр. 1 из глины встречены единичные споры (содержание спор в экземплярах): *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (2), *Calyptosporites domanicus* (Naumova) Oshurk. (1), *Ancyrospora ampulla* Owens (1).

Слой 7. Переслаивание (0.02–0.03 м) глин красно-серой и мергелей серых, фиолетовых. В слое мергеля встречены позвоночные *Bothriolepis*. Мощность слоя 0.27 м. В обр. 2 из глины встречены редкие споры хорошей сохранности: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (3), *Calyptosporites domanicus* (Naumova) Oshurk. (3), *Ancyrospora ampulla* Owens (1), *A. melvillensis* Owens (2), *Cristatisporites deliquescens* (Naumova) Arkh. (1), *Leiotriletes pusillus* Naumova (2), *L. nigratus* Naumova (3), *L. minutissimus* Naumova (2), *Lohpotriletes rugosa* Naumova (2), *Retusotriletes communis* Naumova (2), *Stenozonotriletes conformis* Naumova (2), *Archaeoperisaccus mennerii* Naumova (2).

Слой 9. Мергель тонкослоистый, глинистый, серый с розовыми пятнами в нижней части, фиолетовый – в верхней, с тонкими прослоями алевролита в основании слоя. Встречены остатки костных рыб *Glyptolepis* sp. и растений (без таксономических определений). Мощность слоя 0.24 м. В обр. 2/1 из алевролита серого споры единичные, темно-коричневого цвета: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (1), *G. nalivekinii* (Naumova) Obukh. (1), *Ancyrospora laciniata* (Naumova) Mants. (1).

Слой 11. Мергель комковатый, глинистый, серый с розовыми и фиолетовыми пятнами, с прослоями глины зеленовато-серой в кровле. Мощность

слоя 0.22 м. В обр. 3/1 из глины зеленовато-серой в слое мергеля серого споры хорошей сохранности, темно-коричневого цвета, в единичных экземплярах: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (1), *Calyptosporites domanicus* (Naumova) Oshurk. (1), *Ancyrospora ampulla* Owens (1), *Cristatisporites deliquescens* (Naumova) Arkh. (1), *Leiotriletes pusillus* Naumova (1), *L. nigratus* Naumova (1), *L. minutissimus* Naumova (1), *Lohpotriletes rugosa* Naumova (1), *Ancyrospora argutus* (Naumova) Mants., *Archaeoperisaccus mennerii* Naumova (3).

Слой 14. Слой чередования тонких прослоев пестрых глин, алевролита и мергеля. Окраска голубая, фиолетовая и зеленовато-серая с желтыми прожилками. Мощность 0.27 м. В обр. 3 из глины зеленовато-серого цвета с желтыми прожилками споры темно-коричневого цвета: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (1), *Leiotriletes pusillus* Naumova (1), *L. nigratus* Naumova (1), *L. minutissimus* Naumova (1), *Lohpotriletes rugosa* Naumova (1). Мацерат представлен плотным скоплением растительного детрита, встречаются структурированные фрагменты растительных тканей (сосуды).

В палиноспектрах из обр. 1, 2, 2/1, 3/1, 3 (рис. 2) доминируют споры рода *Geminospora*. Стратиграфический диапазон рода – от верхнего живета до карбона (наибольшее видовое разнообразие отмечено в отложениях франского яруса). В обр. 2 и 3/1 определены *Cristatisporites deliquescens* (Naumova) Arkh. и *Archaeoperisaccus mennerii* Naumova – виды-индексы одноименной региональной зоны, выделенной в Тимано-Североуральском регионе (Тельнова, 2007; Тельнова, Шумилов, 2023).

Описание разреза “Писковичи” в данной публикации не приводится (даны только ссылки на номера слоев, приведенных в работе А.О. Иванова с соавторами). Здесь удалось выделить единичные споры, не уточняющие стратиграфический возраст отложений, ранее установленный по комплексам фауны (Иванов и др., 2012). Однако эти первые палинологические данные важны, они вселяют надежду на то, что в будущем этот разрез для палиностратиграфических исследований может быть перспективным (с дальнейшей разработкой методик мацерации).

Подснетогорские слои.

Обр. 7 – глина серо-голубая (новая расчистка, по-видимому, подстилает слой 1 в разрезе “Писковичи”; Иванов и др., 2012, рис. 26), вскрытая мощность 0.26 м (рис. 3). Споры *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (3), *Leiotriletes pusillus* Naumova (1), *L. nigratus* Naumova (1), *L. minutissimus* Naumova (1).

Обр. 6 – глина зеленовато-серая (верхняя часть слоя 1 в разрезе “Писковичи”; Иванов и др., 2012, рис. 26). Споры: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (1), *G. micromanifesta* (Naumova) Arkh. var. *collatatus* Tchib. (2), *G. nalivekinii* (Naumova)

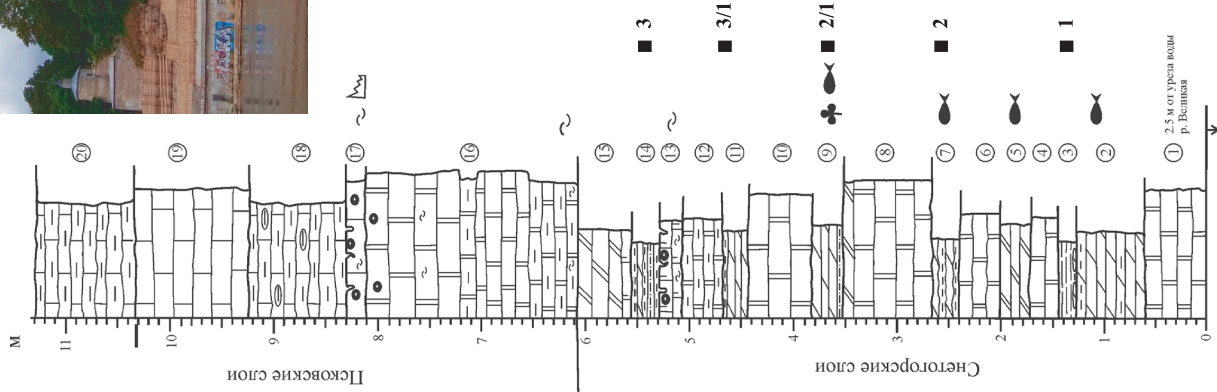
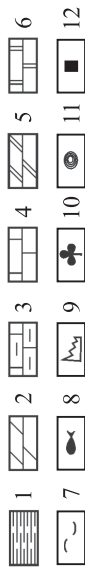
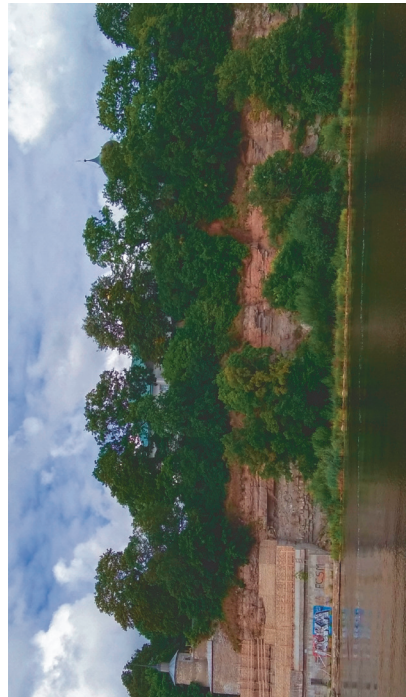
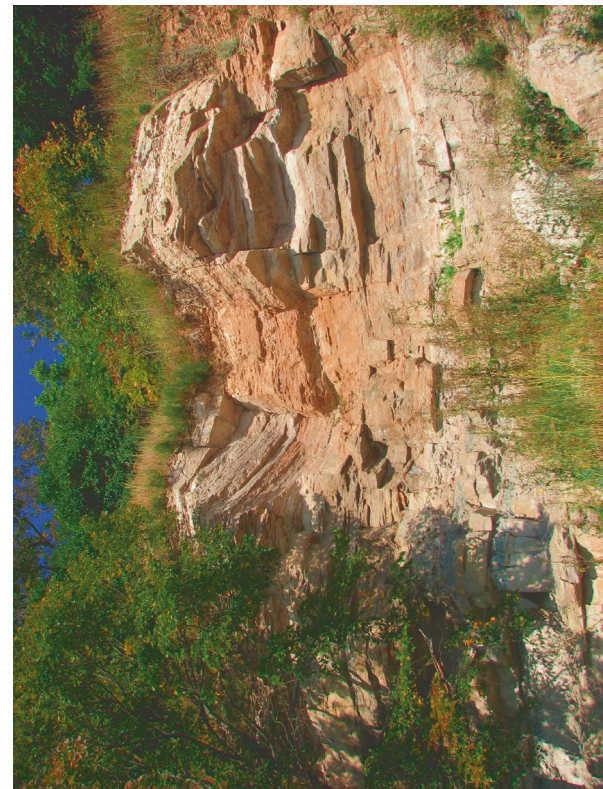


Рис. 1. Разрез “Снетная Гора”, снетогорские и псковские слои саргавского горизонта (Иванов и др., 2012).

1 – глина, 2 – мергель, 3 – глинистый известняк, 4 – известняк, 5 – доломитовый мергель, 6 – доломит, 7 – брахиоподы, 8 – позвоночные, 9 – конодонты, 10 – остатки флоры, 11 – водорослевые желваки, 12 – место отбора проб на споры и остракоды.

Fig. 1. “Snetnaya Gora” section, Snetogorsk and Pskov layers of the Sargaev Horizon (Ivanov et al., 2012).

1 – clay, 2 – marl, 3 – clayey limestone, 4 – limestone, 5 – dolomite marl, 6 – dolomite, 7 – brachiopods, 8 – vertebrates, 9 – conodonts, 10 – remains of flora, 11 – algal nodules, 12 – sampling site for spores and ostracods.



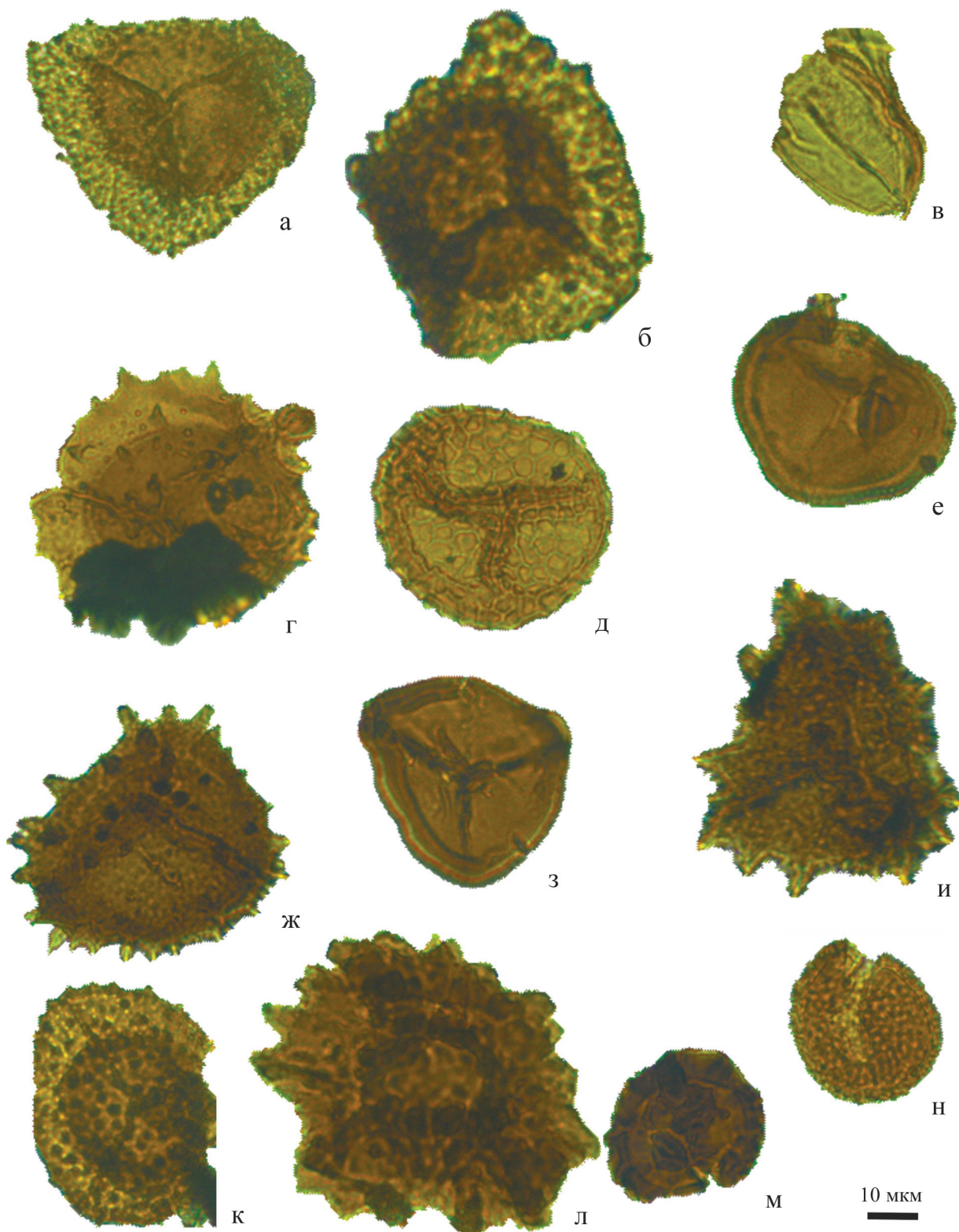


Рис. 2. Характерные виды спор высших растений из снеогорских слоев (плявиньский горизонт).

а – *Calyptosporites bellus* (Naumova) Oshurk., обр. 2/1; б – *Cristatisporites deliquescentis* (Naumova) Arkh., обр. 3/1; в – *Archaeoperisaccus mennerii* Naumova, обр. 3/1; г – *Ancyrospora ampulla* Owens, обр. 3/1; д – *Dictyotriteles devonicus* Naumova обр. 1; е – *Geminospore micromanifesta* (Naumova) Owens, обр. 1; ж – *Ancyrospora incisa* (Naumova) M. Rask. et Obukh., обр. 3; з – *Geminospore aurita* Arkh., обр. 3; и – *Ancyrospora laciniata* (Naumova) Mants., обр. 2/1; к – *Calyptosporites domanicus* (Naumova) Oshurk. обр. 3/1; л – *Ancyrospora melvillensis* Owens, обр. 2; м – *Apiculatisporites dentatus* (Naumova) Obukh., обр. 3; н – *Convolutispora subtilis* Owens, 2, обр. 1.

Fig. 2. Typical species of spores of higher plants from the Snetogorsk layers (Plyavinsky Horizon).

a – *Calyptosporites bellus* (Naumova) Oshurk., sample 2/1; б – *Cristatisporites deliquescentis* (Naumova) Arkh., sample. 3/1; в – *Archaeoperisaccus mennerii* Naumova, sample 3/1; г – *Ancyrospora ampulla* Owens, sample 3/1; д – *Dictyotriteles devonicus* Naumova sample 1; е – *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens, sample 1; ж – *Ancyrospora incisa* (Naumova) M. Rask. et Obukh., sample 3; з – *Geminospora aurita* Arkh., sample 3; и – *Ancyrospora laciniosa* (Naumova) Mants., sample 2/1; к – *Calyptosporites domanicus* (Naumova) Oshurk., sample 3/1; л – *Ancyrospora melvillensis* Owens, sample 2; м – *Apiculatisporites dentatus* (Naumova) Obukh., sample 3; н – *Convolutispora subtilis* Owens, sample 2/1.

**Рис. 3.** Слой глины, подстилающей основание разреза “Писковичи”.

Фото А.О. Иванова.

Fig. 3. A layer of clay underlying the base of the Piskovichi section.

Photo by A.O. Ivanov.

Obukh. (2), *Calyptosporites krestovnikovii* (Naumova) Oshurk. (1), *Ancyrospora ampulla* Owens (1), *A. incisa* (Naumova) (1).

Снетогорские слои.

Обр. 5 – глина голубовато-серая, карбонатная, переслаивается с доломитом (верхняя часть слоя 3 в разрезе “Писковичи”; Иванов и др., 2012, рис. 26). Споры: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (4), *G. micromanifesta* (Naumova) Arkh. var. *collatatus* Tchib. (3), *G. nalivkinii* (Naumova) Obukh. (2), *Ancyrospora ampulla* Owens (1).

Обр. 4 – глина голубовато-серая, карбонатная, переслаивается с доломитом (нижняя часть слоя 3 в разрезе “Писковичи”; Иванов и др., 2012, рис. 26). Споры: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Owens (5), *G. nalivkinii* (Naumova) Obukh. (2), *Ancyrospora ampulla* Owens (1), *A. incisa* (Naumova) (1).

Палиноспектры обр. 4–7 из разреза “Писковичи” содержат единичные споры, распространенные в большом стратиграфическом диапазоне – поздний живет – фран. Исключением является вид *Ancyrospora ampulla* (обр. 4–6), который древнее

верхнетиманского горизонта не встречается. Полученные результаты по палинологическим данным не противоречат стратиграфическому возрасту (конодонтовая зона *Polygnathus lanei*) отложений, ранее установленному по разнообразным видам фауны (Иванов и др., 2012).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные новые палинологические данные по девонским отложениям ГДП, несмотря на слабую насыщенность образцов спорами, позволили уточнить стратиграфическую характеристику аматского и плявиньского горизонтов.

Палиноспектры подснетогорских слоев аматского горизонта скоррелированы с палинокомплексом из верхней части тиманского (с учетом плохой насыщенности образцов спорами, необ-

ходимо уточнение – не древнее ПК верхней части тиманского горизонта), снетогорских слоев плявиньского горизонта – с палинокомплексом саргаевского горизонтов. Палиноспектры из снетогорских слоев сопоставимы с палинокомплексом региональной зоны *Cristatisporites deliquescens* – *Archaeoperisaccus mennerii* Тимано-Североуральского региона (рис. 4). Впервые (Тельнова, 2007) ассоциация спор *C. deliquescens* и *A. mennerii* была установлена в верхней части стратотипа устьярегской свиты (в. ч. обн. 14, Ухтинский район, Южный Тиман).

Детальное изучение ухтинского разреза девона позволило выделить в устьярегской свите два ПК. В нижней части свиты ПК (палинозона (ПЗ) *C. pseudodeliquescens* – *A. ovalis*) имеет богатый таксономический состав. Для него характерно доминирование спор археоптерисовых

Ярус	Конодонтовая зональность (Becker et al., 2020)	Стандартные конодонтовые зоны		Конодонтовые зоны Монтань Наур (Klapper, 1989)	Восточно-Европейская платформа (Решение..., 1994)		Тимано-Североуральский регион			ГДП (Иванов и др., 2012, с доп.)														
		(Zeigler, Klapper, 1985)	(Zeigler, Sandberg, 1990)		Горизонты Подгоризонты	Брахиподовые зоны	Свита	Палинозоны	Свита	Конодонт. зоны	Слои	Горизонты												
													Южный Тиман (Тельнова, 2007)	Средний Тиман (Тельнова, Шумилов, 2023)										
Франский	Pa. punctata	asymmetricus	Middle	punctata	MN 5	Доманиковский (нижний)	Cyrtospirifer rukenens – Tomestenoporphynchus rudkini	dm	Geminospora semilucensis – Perotriletes donensis	kp														
	Pa. transitans		Lower	transitans	MN 4									Саргаевский	Ladogia meyndorfii – Hypothyridina calva – Mucrospirifer novosibiricus	uja	Cristatisporites deliquescentis – Archaeoperisaccus menneri	uja	Polygnathus lanei	Снетогорские	Плявиньский			
	Ad. rugosa			Late falsiovalis	MN 3	Тиманский	Верхний	Uchtella praesemilukiana – Uchtospirifer timanicus	tm	Densosporites sorokinii												Perotriletes vermiculatus – Calyptosporites domanicus	vl	
	Ad. rotundiloba soluta		MN 2																					Densosporites bellus – Densosporites meyeriae
	Ad. rotundiloba pristina		MN 1																					
Живетский	Sk. norrisi	Lowermost									Нижний	Leiorchynchus uchtensis – Uchtospirifer nalivkini												

Рис. 4. Сопоставление биозональных схем.

Конодонты: Ad. – *Ancyrodella*, Kl. – *Klapperina*, Mes. – *Mesotaxis*, Pa. – *Palmatolepis*, Po. – *Polygnathus*, Sk. – *Skeletognathus*. Споры: A. – *Archaeoperisaccus*, C. – *Cristatisporites*, G. – *Geminospora*, P. – *Perotriletes*. Свиты Среднего Тимана: vl – валсовская, ĉl – цилемская, uĉ – устьчиркинская, kp – крайпольская. Свиты Южного Тимана: tm – тиманская, uja – устьярегская, dm – доманиковская.

Fig. 4. Correlation of zonal schemes.

Conodonts: Ad. – *Ancyrodella*, Kl. – *Klapperina*, Mes. – *Mesotaxis*, Pa. – *Palmatolepis*, Po. – *Polygnathus*, Sk. – *Skeletognathus*. Spores: A. – *Archaeoperisaccus*, C. – *Cristatisporites*, G. – *Geminospora*, P. – *Perotriletes*. Suites of the Middle Timan: vl – Valsovskaya, ĉl – Tselma, uĉ – Ust-Chirka, kp – Kraipol. Suites of South Timan: tm – Timan, uja – Ustyarega, dm – Domanik.

и спор, по-видимому, плауновидных с тонкой пленчатой зоной (*Calypptosporites*, *Cristatisporites*, *Densosporites*). На этом стратиграфическом уровне впервые зафиксировано появление спор *Cristatisporites pseudodeliquescentis* Telnova et Marshall и *Archaeoperisaccus ovalis* Naumova (первоначально была выделена зона *Cristatisporites pseudodeliquescentis*). Эта же ассоциация спор была прослежена в обнажениях девона на гряде Чернышева (руч. Дэршор), на основании чего в палиностратиграфическую схему девона внесено бинарное название палинозоны *C. pseudodeliquescentis* – *A. ovalis*. Ассоциация этих спор с конодонтами *Ancyrodella rotundiloba soluta* в одних и тех же образцах позволяет определить точное положение новой зоны в региональной стратиграфической схеме (нижняя часть устьярегской свиты) (Тельнова, 2000; Тельнова, Шумилов, 2023).

В средней и верхней частях устьярегской свиты уменьшаются таксономическое разнообразие и количественное содержание спор, в верхней части свиты появляются акритархи. ПС отличаются от спектров из нижележащих отложений возникновением новых видов спор: *Cristatisporites deliquescentis* и *Archaeoperisaccus menneri*. Эти виды предложены в качестве видов-индексов ПЗ *Cristatisporites deliquescentis* – *Archaeoperisaccus menneri* (Тельнова, Шумилов, 2023). В составе конодонтового комплекса здесь обнаружены *Ancyrodella alata* Glen. et Klap., *A. rugosa* Br. et Mehl, *Mesotaxis asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.). Этот комплекс характеризует интервал от средней части саргаевского до нижней части доманиковского горизонта (Ovnatanova, Kononova, 2008; Ovnatanova et al., 2017). Оба комплекса микрофитофоссилий рассматриваются как единый ПК позднесаргаевского возраста в составе одной палинозоны *Cristatisporites deliquescentis* – *Archaeoperisaccus menneri*, соответствующей стратиграфическому интервалу, охарактеризованному конодонтовыми зонами *rugosa* – *transitans* (средняя – верхняя части саргаевского горизонта).

В настоящее время проведены детальные палиностратиграфические исследования на Среднем Тимане (Тельнова, Шумилов, 2019, 2023). В объеме устьярегской свиты здесь также выделены два комплекса спор: ПК-А (палинозона *Cristatisporites pseudodeliquescentis* – *Archaeoperisaccus ovalis* и ПК-Б (*Cristatisporites deliquescentis* – *Archaeoperisaccus menneri*), последний скоррелирован с ПК снетогорских слоев.

Для ПК-Б и ПК снетогорских слоев характерны доминирование (50–80%) и большое видовое разнообразие мелкобугорчатых спор рода *Geminospora*. Субдоминантной группой (20–40%) являются споры с тонкой, относительно широкой зоной (*Densosporites*, *Cristatisporites*, *Ancyrospora*). Остальные таксоны спор высших растений представлены в небольшом количестве: от единичных до

7%. Это споры с шиповатой, бугорчатой поверхностью спородермы, патиатные (*Archaeozonotriletes*), монолетные (*Archaeoperisaccus*) и др.

Таксономический состав ПК-Б (Средний Тиман) отличается от ПК верхней части устьярегской свиты Южного Тимана лучшей насыщенностью спорами и их таксономическим разнообразием, в стабильном присутствии во всех ПС подкомплекса Б видов *C. pseudodeliquescentis*, *C. deliquescentis*, *A. menneri*, сокращается содержание спор морфотипа *C. krestovnikovii* – *C. bellus* – *C. domanicus*, с 20 до 40% увеличивается содержание спор с тонкой широкой зоной (*Cristatisporites*, *Densosporites*, *Ancyrospora* и др.).

Ранее (Тельнова, 2013) была получена палинологическая характеристика дубниковского горизонта в разрезе “Изборский карьер” (Псковская область) ГДП. Палиноспектры выделены из коричневатых-серых глин дубниковского горизонта (верхняя часть разреза “Изборский карьер”). Возраст дубниковских отложений по разным группам фауны определен как позднесаргаевский. Палиноспектры содержат споры хорошей сохранности и насыщенности. Однако их таксономическое разнообразие невелико (9 видов). Доминируют (до 80%) споры рода *Geminospora* (подобные споры известны из репродуктивных органов археоптерисовых растений), остальные таксоны представлены в небольшом (до 3%) количестве. Основное отличие дубниковского ПК от устьярегского заключается в количественном соотношении таксонов. В разрезах Южного Тимана субдоминантной группой (до 30%) являются споры плауновидных, тогда как в дубниковском палинокомплексе они встречаются в количестве от единичных экземпляров до 3%, а также в последнем отсутствуют акритархи. В дубниковском ПК в отличие от ПК-Б (Средний Тиман) отсутствует зональный вид *Archaeoperisaccus menneri*. Такое различие может объясняться разными ландшафтно-климатическими условиями произрастания продуцентов указанных спор.

В целом ПС на сравняемых территориях имеют сходный таксономический состав: *Geminospora micromanifesta*, *G. micromanifesta* var. *collatatus*, *G. nalivkinii*, *Cristatisporites timanica*, *C. pseudodeliquescentis*, *C. deliquescentis*, *Ancyrospora melvillensis*, *A. laciniata*, *A. ampulla*; *Archaeozonotriletes variabilis* Naumova, *Archaeoperisaccus menneri* (различия только в количественном содержании и, соответственно, в таксономическом разнообразии). В пограничном интервале живет – фран характер изменения таксономического состава в палиноспектрах постепенный (Тельнова, 2007; Горожанина и др., 2023). Палиноспектры ПЗ *Cristatisporites deliquescentis* – *Archaeoperisaccus menneri* отличаются от спектров из нижележащих отложений появлением всего двух новых видов спор: *Cristatisporites*

deliquescent и *Archaeoperisaccus menneri*. Но нужно заметить, что эти два таксона выше по стратиграфическому разрезу входят в число доминирующих в позднефранских ПК. Во всех ПС доминируют споры формального рода *Geminospora*.

Известно (Тельнова, 2007), что их продуцентами были археоптериевые (пор. *Archaeopteridales*). Археоптериевые впервые в истории растительного мира получили древесный габитус. Сосудистая система содействовала жесткости ствола и снабжению водой растения большого размера. Хорошо развитая корневая система позволяла расселяться этим деревьям на возвышенных участках ландшафта. Все остальные девонские растения были привязаны к акваториям. Таким образом, уйдя от жесткой конкуренции, археоптерисовые за короткое время сформировали доминирующую группу растений в позднедевонских флористических сообществах. Отражением этого доминирования являются позднедевонские палиноспектры.

Археоптериевые появились в живетском веке и просуществовали до начала карбона, они известны практически на всех континентах девонского времени. Космополитное распространение и широкий возрастной диапазон делает споры этих растений индифферентными для стратиграфических построений. Поэтому в живетско-франском стратиграфическом интервале наиболее интересным для палеореконструкций является анализ изменения таксономического состава субдоминантных групп спор (именно этим группам принадлежат виды-индексы франского возраста).

Прослеженная в разных районах Тимано-Североуральского региона ассоциация спор *Cristatisporites deliquescent*, *Archaeoperisaccus menneri* и конодонтов *Ancyrodella rugosa* позволила выделить новую региональную зону *Cristatisporites deliquescent* – *Archaeoperisaccus menneri*. Палинозона *Cristatisporites deliquescent* – *Archaeoperisaccus menneri* соответствует стратиграфическому интервалу конодонтовых зон *rugosa* – *transitans* (средняя – верхняя части саргаевского горизонта). Внутри ПЗ *Cristatisporites deliquescent* – *Archaeoperisaccus menneri* установить более мелкие, соответствующие конодонтовым зонам, палиностратиграфические подразделения не удастся (даже с учетом дубниковского ПК, возраст которого установлен по комплексам фауны как позднесаргаевский).

ВЫВОДЫ

Изученные разрезы, представленные мелководно-морскими отложениями, длительное время не имели палинологической характеристики (возможно, в силу неадекватной методики мацерации). Стратиграфический интервал подснеговых и снеговых слоев охарактеризован конодонтами мелководной фации зоны *Polygnathus lanei*. При-

вязка конодонтового комплекса мелководной фации к стандартной шкале до настоящего времени оставалась неясной. Только первые палинологические данные позволили скоррелировать изученный стратиграфический интервал с конодонтовой зональностью Международной стратиграфической схемой девона. Установленный в обнажениях снеговых слоев комплекс спор палинозоны *Cristatisporites deliquescent* – *Archaeoperisaccus menneri* характеризует среднюю часть саргаевского горизонта – стратиграфический интервал конодонтовой зоны *rugosa* (Becker et al., 2020). Результаты исследований приближают к пониманию уровня (соответствующего международному) нижней границы франского яруса на Европейском Северо-Востоке России.

Первые палинологические данные из аматского и плявиньского горизонтов свидетельствуют о перспективности палинологического анализа для разрезов Главного девонского поля. Однако в настоящее время только две палинологические зоны (*Cristatisporites pseudodeliquescent* – *Archaeoperisaccus ovalis* и *Cristatisporites deliquescent* – *Archaeoperisaccus menneri*) скоррелированы со стандартными конодонтовыми (*soluta* и *rugosa*), остальные сопоставлены с конодонтовыми зонами в некоторой степени условно. Для окончательного решения проблемы уровня границы среднего-верхнего девона особый интерес представляет разрез с полной последовательностью в живетско-франском интервале, описанный на восточном склоне Среднего Урала в окрестностях с. Покровское. Он биостратиграфически детально изучен по разным группам фауны, в том числе установлена полная последовательность конодонтовых зон в пограничном интервале. Но здесь отсутствуют палинологические данные. Учитывая большой корреляционный потенциал палинокомплексов (споры встречаются как в континентальных отложениях, так и в морских), которые детально изучены в разрезах пограничного интервала Тимано-Североуральском сегмента, но не привязаны к стандартной конодонтовой схеме, планируется палиностратиграфическое изучение разреза “Покровский”. Актуальность палиностратиграфических исследований определяется и тем, что корреляция разреза “Покровский” с разрезами западного склона и смежного региона Русской платформы в значительной степени условная, поскольку слои с *Skeletognathus norrisi* не имеют фаунистически охарактеризованных аналогов на западном склоне Урала.

Палинологические данные позволят привязать конодонтовые комплексы мелководных фаций, в том числе ГДП, к стандартной шкале, а следовательно, установить и уровень нижней границы франского яруса в разнофациальных отложениях Восточно-Европейской платформы и сопредельных районов.

Благодарности

Автор выражает благодарность за участие в организации и проведении полевых работ В.В. Бабенко (СГУ им. Питирима Сорокина), И.О. Евдокимовой (ВСЕГЕИ), А.О. Иванову (СПбГУ), за успешные результаты мацерации образцов пород для палинологического анализа А.Г. Сажинной (ИГ ФИЦ КНЦ УрО РАН), за консультации по применению полимерной среды “Витрогель” Д.В. Збуковой (ВСЕГЕИ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артюшкова О.В., Тельнова О.П., Мизенс Л.И., Мизенс А.Г. (2022) Первая находка *Skeletognathus norrisi* в ассоциации со спорами высших растений и брахиоподами в пограничных живецко-франских отложениях, вскрытых скважиной № 8 Царичанская (Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Русская платформа). *Литосфера*, **22**(4), 432-447. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>
- Горожанина Е.Н., Пазухин В.Н., Горожанин В.М., Войкина З.А. (2023) Биостратиграфия и литофации среднего-верхнего девона Аязовского нефтяного месторождения (северо-восток Башкирии). *Литосфера*, **23**(1), 68-91. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-68-91>
- Евдокимова И.О. (2023) О проблеме границы среднего и верхнего девона на Восточно-Европейской платформе. *Вестн. геонаук*, **1**(337), 4-15. <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.1>
- Иванов А.О. (2023) Комплексы позвоночных и зоны верхнего живета и нижнего франа Восточно-Европейской платформы и Урала. *Вестн. геонаук*, **1**(337), 23-29. <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.3>
- Иванов А.О., Стинкулис Г.В., Евдокимова И.О., Журавлев А.В. (2012) Опорные разрезы эйфельских-нижнефранских отложений востока Главного девонского поля: путеводитель экскурсии. СПб.: ВСЕГЕИ, 54 с.
- Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе. (1986) Л.: ВСЕГЕИ, 77 с.
- Сорокин В.С. (1978) Этапы развития Северо-Запада Русской платформы во франском веке. Рига: Зинатне, 282 с.
- Ошуркова М.В. (2003) Морфология, классификация и описание форма-родов миоспор позднего палеозоя. СПб.: ВСЕГЕИ, 377 с.
- Тельнова О.П. (2000) Палинологическая характеристика франских отложений на ручье Дэршор (гряда Чернышева). *Сыктывкарский палеонтологический сборник*, (4), 63-68.
- Тельнова О.П. (2007) Миоспоры из средне-верхне-девонских отложений Тимано-Печорской провинции. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 136 с.
- Тельнова О.П. (2013) Палинологическая характеристика дубниковского горизонта (девон) в разрезе Изборский карьер (Псковская область). *Систематика организмов, ее значение для биостратиграфии и палеобиогеографии*. Мат-лы LIX сессии Палеонтологического общества при РАН. (Отв. ред. Т.Н. Богданова). СПб., 120-122.
- Тельнова О.П., Шумилов И.Х. (2019) Терригенные отложения среднего-верхнего девона бассейна р. Цильма (Средний Тиман) и их палинологическая характеристика. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **27**(1), 31-56. <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27131-56>
- Тельнова О.П., Шумилов И.Х. (2023) Палинологическая зональность живецко-франского стратиграфического интервала в Тимано-Североуральском регионе. *Вестн. геонаук*, **1**(337), 16-22. <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.2>
- Шумилов И.Х., Тельнова О.П. (2013а) Методика обработки углисто-глинистых девонских пород для палинологического анализа. Ч. I. *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, (5), 12-15.
- Шумилов И.Х., Тельнова О.П. (2013б) Методика обработки углисто-глинистых девонских пород для палинологического анализа. Ч. II. *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, (6), 11-14.
- Becker R.T., Marshall J.E.A., Da Silva A.-C., Agterberg F.P., Gradstein F.M., Ogg J.G. (2020) The Devonian Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *Geologic Time Scale 2020*, **2**. Amsterdam: Elsevier, 733-810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X>
- Ovnatanova N.S., Kononova L.I. (2008) Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform. *J. Paleontol.*, **42**(10), 997-1166.
- Ovnatanova N.S., Kononova L.I., Kolesnik L.S., Gatovsky Yu.A. (2017) Upper Devonian Conodonts of North-eastern European Russia. *J. Paleontol.*, **51**(10), 973-1165.
- Potonie R., Kremp G. (1954) Die Gattungen der palaeozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. *Geol. Jahrb.*, (69), 111-194.
- Potonie R., Kremp G. (1970) Synopsis der Gattungen des Sporae dispersae. VI Teil. *Beih. Geol. Jahrb.*, (94), 1-195.
- Zhuravlev A.V., Sokiran E.V., Evdokimova I.O., Dorofeva L.A., Rusetskaya G.A., Małkowski R. (2006) Faunal and facies changes at the Early-Middle Frasnian boundary in the North-West of the East European Platform. *Acta Palaeontol. Polonica*, **51**, 747-758.

REFERENCES

- Artyushkova O.V., Telnova O.P., Mizens L.I., Mizens A.G. (2022) The first finding of *Skeletognathus norrisi* in association with higher plant spores and brachiopods in the Givetian-Frasnian boundary deposits drilled by borehole no. 8 Tsarichanskaya (East Orenburg uplift, Russian Platform). *Lithosphere (Russia)*, **22**(4), 432-447. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>
- Becker R.T., Marshall J.E.A., Da Silva A.-C., Agterberg F.P., Gradstein F.M., Ogg J.G. (2020) The Devonian Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *Geologic Time Scale 2020*, **2**. Amsterdam: Elsevier, 733-810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X>
- Evdokimova I.O. (2023) About the problem of the Middle-Upper Devonian boundary in the East European Platform. *Vestn. Geonauk*, **1**(337), 4-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.1>
- Guidelines for the technique of processing sedimentary rocks

- in spore-pollen analysis. (1986) Leningrad, VSEGEI, 77 p. (In Russ.)
- Ivanov A.O. (2023) Assemblages of vertebrates and zones from the Upper Givetian and Lower Frasnian of the East European Platform and Urals. *Vestn. Geonauk*, **1**(337), 23-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.3>
- Ivanov A.O., Stinkulis G.V., Evdokimova I.O., Zhuravlev A.V. (2012) Reference sections of the Eifelian-Lower Frasnian deposits of the East of the Main Devonian field: Excursion guide. St.Petersburg, VSEGEI, 54 p. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Pazukhin V.N., Gorozhanin V.M., Voykina Z.A. (2023) Biostratigraphy and lithofacies of the Middle-Upper Devonian in the Ayazovo oil field (North-Eastern of Bashkiria). *Lithosphere (Russia)*, **23**(1), 68-91. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-68-91>
- Oshurkova M.V. (2003) Morphology, classification and description of Late Palaeozoic miospores forma-genuses. St.Petersburg, VSEGEI, 377 p. (In Russ.)
- Ovnatanova N.S., Kononova L.I. (2008) Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform. *J. Paleontol.*, **42**(10), 997-1166.
- Ovnatanova N.S., Kononova L.I., Kolesnik L.S., Gatovsky Yu.A. (2017) Upper Devonian Conodonts of North-eastern European Russia. *J. Paleontol.*, **51**(10), 973-1165.
- Potonie R., Kremp G. (1954) Die Gattungen der palaeozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. *Geol. Jahrb.*, (69), 111-194.
- Potonie R., Kremp G. (1970) Synopsis der Gattungen des Sporae dispersae. VI Teil. *Beih. Geol. Jahrb.*, (94), 1-195.
- Sorokin V.S. (1978) Stages of development of the North-West of the Russian platform in the Frasnian age. Riga, Zinatne, 282 p. (In Russ.)
- Telnova O.P. (2000) Palynological characteristics of Frasnian deposits on the Dershor Creek (Chernyshev Ridge). *Sykt'yvskarskii Paleontologicheskii Sbornik*, (4), 63-68. (In Russ.)
- Telnova O.P. (2007) Miospores from Middle-Upper Devonian deposits of Timan-Pechora Province. Ekaterinburg, RIO UrO RAN, 136 p. (In Russ.)
- Telnova O.P. (2013) Palynological characteristics of the Dubnikov horizon (Devonian) in the Izborsky quarry section (Pskov region). *Systematics of organisms, its significance for biostratigraphy and paleobiogeography*. Materials of the LIX session of the Paleontological Society at the Russian Academy of Sciences. (Ed. by T.N. Bogdanova). St.Petersburg, 120-122. (In Russ.)
- Telnova O.P., Shumilov I.Kh. (2019) Middle-Upper Devonian Terrigenous Rocks of the Tsil'ma River Basin and Their Palynological Characteristics. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **27**(1), 31-56. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27131-56>
- Telnova O.P., Shumilov I.Kh. (2023) Palynological zonation of the Givetian-Frasnian stratigraphic interval in the Timan-Northern Urals region. *Vestnik Geonauk*, **1**(337), 16-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.19110/geov.2023.1.2>
- Zhuravlev A.V., Sokiran E.V., Evdokimova I.O., Dorofeeva L.A., Rusetskaya G.A., Małkowski R. (2006) Faunal and facies changes at the Early-Middle Frasnian boundary in the North-West of the East European Platform. *Acta Palaeontol. Polonica*, **51**, 747-758.