



Vestnik of Geosciences **Вестник геонаук**

Март
March
2023,
№ 3 (339)

Журнал издается под научно-методическим руководством Отделения наук о Земле РАН
The journal is published under the research and methodological guidance of the RAS Department of Earth Sciences

Главный редактор А. М. Асхабов

Зам. главного редактора И. Н. Бурцев

Зам. главного редактора О. Б. Котова

Ответственный секретарь И. В. Козырева

Chief Editor A. M. Askhabov

Deputy Chief Editor I. N. Burtsev

Deputy Chief Editor O. B. Kotova

Executive Secretary I. V. Kozyreva

Редакционный совет

Л. Н. Андреичева, Сыктывкар, Россия
А. И. Антошкина, Сыктывкар, Россия
Т. М. Безносова, Сыктывкар, Россия
М. А. Богдасаров, Брест, Беларусь
М. А. Т. М. Брокманс, Тронхейм, Норвегия
Д. А. Бушнев, Сыктывкар, Россия
Ю. Л. Войтеховский, Апатиты, Россия
А. Д. Гвишиани, Москва, Россия
В. А. Жемчугова, Москва, Россия
А. В. Журавлев, Сыктывкар, Россия
В. А. Каширцев, Новосибирск, Россия
М. Комак, Любляна, Словения
С. В. Кривовичев, Санкт-Петербург, Россия
С. К. Кузнецов, Сыктывкар, Россия
М. Мартинс, Ору-Прету, Бразилия
Т. П. Майорова, Сыктывкар, Россия
П. Мянник, Таллин, Эстония
А. И. Николаев, Апатиты, Россия
Б. М. Осовецкий, Пермь, Россия
Ю. Ф. Патраков, Кемерово, Россия
И. В. Пеков, Москва, Россия
Д. В. Пономарев, Сыктывкар, Россия
В. Н. Пучков, Екатеринбург, Россия
Д. Ю. Пуцаровский, Москва, Россия
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия
Ш. Сан, Мянъян, Китай
К. М. Соджа, Гамильтон, Нью-Йорк, США
О. В. Удоратина, Сыктывкар, Россия
М. А. Федонкин, Москва, Россия
А. Г. Шеломенцев, Сыктывкар, Россия

Технический редактор Г. Н. Каблис

Заведующий редакцией Т. А. Некучаева

Editorial Board

L. N. Andreicheva, Syktyvkar, Russia
A. I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
T. M. Beznosova, Syktyvkar, Russia
M. A. Bogdasarov, Brest, Belarus
M. A. T. M. Broeckmans, Trondheim, Norway
D. A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Yu. L. Voytekhsy, Apatity, Russia
A. D. Gvishiani, Moscow, Russia
V. A. Zhemchugova, Moscow, Russia
A. V. Zhuravlev, Syktyvkar, Russia
V. A. Kashirtsev, Novosibirsk, Russia
M. Komac, Ljubljana, Slovenia
S. V. Krivovichev, St. Petersburg, Russia
S. K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
M. Martins, Ouro Preto, Brazil
T. P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
P. Männik, Tallinn, Estonia
A. I. Nikolaev, Apatity, Russia
B. V. Osovetsky, Perm, Russia
Yu. F. Patrakov, Kemerovo, Russia
I. V. Pekov, Moscow, Russia
D. V. Ponomarev, Syktyvkar, Russia
V. N. Puchkov, Yekaterinburg, Russia
D. Yu. Pushcharovsky, Moscow, Russia
A. M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Sh. Sun, Mianyang, China
C. M. Soja, Hamilton, NY, USA
O. V. Udoratina, Syktyvkar, Russia
M. A. Fedonkin, Moscow, Russia
A. G. Shelomentsev, Syktyvkar, Russia

Technical Editor G. N. Kablis

Managing Editor T. A. Nekuchaeva

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выходит ежемесячно. Основан в 1995 году
академиком Н. П. Юшкиным.

Предыдущее название:

Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ журнала (2021) – 0.407



SCIENTIFIC JOURNAL

Monthly issued. Founded in 1995
by Academician N. P. Yushkin.

Former title:

Vestnik of Institute of Geology of Komi SC UB RAS

Five-year RSCI
impact factor (2021) – 0.407

geo.komisc.ru/vestnik

Содержание**Content**

Научные статьи	Scientific articles
Условия образования кварцевожильной минерализации Кыввожского золотороссыпного поля на Среднем Тимане (по данным изучения флюидных включений) <i>Н. В. Сокерина, М. Ю. Сокерин, Ю. В. Глухов, С. И. Исаенко, Р. И. Шайбеков, С. О. Зорина</i> 3	Formation conditions of quartz-vein mineralization of the Kyvvozh gold placer in the Middle Timan (according to results of study of fluid inclusions) <i>N. V. Sokerina, M. Yu. Sokerin, Yu. V. Glukhov, S. I. Isaenko, R. I. Shaibekov, S. O. Zorina</i> 3
Новые данные к истории фауны мелких растительноядных млекопитающих Северного Урала в позднеледниковье и голоцене <i>И. В. Кряжева</i> 11	New data on the faunal history of small herbivorous mammals in the Northern Urals during the Lateglacial and Holocene <i>I. V. Kryazheva</i> 11
Палинокомплекс сининской свиты (средний триас) из обнажений на реке Вёртный (Большесынинская впадина, Тимано-Североуральский регион) <i>Н. В. Ильина, В. А. Жарков</i> 23	Palynological assemblage of the Synya Formation (Middle Triassic) from outcrops at the Vertny river (Bol'shaya Synya Depression, the Timan-Northern Urals region) <i>N. V. Ilyina, V. A. Zharkov</i> 23
Технология извлечения полезных компонентов из горючих сланцев месторождения Актау <i>А. Б. Холиков, М. Ш. Ахмедов, И. М. Алматы</i> 42	Technology of extraction of useful components from shales of the Aktau deposit <i>A. B. Kholikov, M. Sh. Akhmedov, I. M. Almatov</i> 42
Хроника, события, факты. История науки	Chronicle, events, facts. History of Science
Выдающийся исследователь силура и девона (к 100-летию со дня рождения <i>Антониды Ивановны Першиной</i>) 48	Outstanding researcher of the Silurian and Devonian (marking the 100 th anniversary of the birth of <i>Antonida Ivanovna Pershina</i>) 48
Всероссийское совещание «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» 51	All-Russian conference «The Jurassic System of Russia: Problems of Stratigraphy and Paleogeography» 51
Российская научная конференция «Геохимия и петрография угля, горючих сланцев и битуминозных пород» 52	Russian scientific conference «Geochemistry and petrography of coal, oil shales and bituminous rocks» 52

Правила
оформления
статей



Vestnik
article
Formatting

geo.komisc.ru/vestnik/authors



Условия образования кварцевожилыной минерализации Кыввожского золотороссыпного поля на Среднем Тимане (по данным изучения флюидных включений)

Н. В. Сокерина¹, М. Ю. Сокерин¹, Ю. В. Глухов¹, С. И. Исаенко¹, Р. И. Шайбеков¹, С. О. Зорина²

¹Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
nvsokerina@rambler.ru, sokerin@geo.komisc.ru, glukhov@geo.komisc.ru,
s.i.isaenko@gmail.com, shaybekov@geo.komisc.ru

²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
svzorina@yandex.ru

Впервые проведено изучение флюидных включений в жильном кварце Кыввожского золотороссыпного поля и в кварце золотокварцевых сростков из россыпи (применялись методы гомогенизации, криометрии, КР-спектроскопии). Установлено, что в жильном кварце температура гомогенизации флюидных включений колеблется в интервале 220–425 °С, жидкая фаза представлена водными растворами, преимущественно хлорида натрия и магния. Температура гомогенизации флюидных включений в кварце золотокварцевых сростков составляет 220–330 °С, в жидкой фазе преобладает водный раствор хлорида натрия. Минералообразование протекало в два этапа: на первом флюид был обогащен азотом, на втором – углекислым газом.

Ключевые слова: кварц, флюидные включения, условия образования, золото.

Formation conditions of quartz-vein mineralization of the Kyvvozh gold placer in the Middle Timan (according to results of study of fluid inclusions)

N. V. Sokerina¹, M. Yu. Sokerin¹, Yu. V. Glukhov¹, S. I. Isaenko¹, R. I. Shaibekov¹, S. O. Zorina²

¹Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

²Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

We present a novel study of fluid inclusions in the vein quartz of the Kyvvozh gold placer field and in the quartz of gold-quartz intergrowths from the placer (methods of homogenization, cryometry, and Raman spectroscopy were used). We determined that in vein quartz the homogenization temperature of fluid inclusions fluctuated in the range of 220–425 °C, the liquid phase was represented by aqueous solutions, predominantly sodium and magnesium chloride. The homogenization temperature of fluid inclusions in quartz of gold-quartz intergrowths is 220–330 °C, and an aqueous solution of sodium chloride predominates in the liquid phase. Mineral formation proceeded in two stages: at the first stage, the fluid was enriched with nitrogen, at the second stage – with carbon dioxide.

Keywords: quartz, fluid inclusions, conditions for the formation, gold.

Введение

Россыпная золотоносность Кыввожского района выявлена ухтинскими геологами в ходе поисковых работ на алмазы. Были разведаны четыре небольшие россыпи на левых притоках р. Белая Кедва — в ручьях Кыввож, Средний Кыввож и Димтэмъель — и выделено Кыввожское золотороссыпное поле (Государственная..., 2015; Дудар, 1996; Плякин, Ершова, 2012). Основная часть россыпного золота сконцентрирована в породах коренного плотика, представленного рифейскими сланцами, и в приплотиковых пойменно-русловых голоценовых псефитах. Находки плохо окатанного крупного золота, а также его агрегатных срост-

ков с кварцем и сланцевыми обломками рассматривались предшественниками как показатель близости россыпей к коренным источникам (Дудар, 1996). Предполагалась связь коренного оруденения с объектами гидротермально-метаморфогенного золотокварцевого или золото-кварц-сульфидного генезиса (Глухов и др., 2018). Неоднократно предпринимавшиеся поиски коренных источников россыпей успеха не имели. В связи с этим остро встал вопрос определения поисковых признаков золотого оруденения в районе. В данной статье представлены результаты исследования флюидных включений в коренном жильном кварце и в кварце золотокварцевых сростков из россыпей Кыввожского золотороссыпного поля.

Для цитирования: Сокерина Н. В., Сокерин М. Ю., Глухов Ю. В., Исаенко С. И., Шайбеков Р. И., Зорина С. О. Условия образования кварцевожилыной минерализации Кыввожского золотороссыпного поля на Среднем Тимане (по данным изучения флюидных включений) // Вестник геонаук. 2023. 3(339). С. 3–10. DOI: 10.19110/geov.2023.3.1

For citation: Sokerina N. V., Sokerin M. Yu., Glukhov Yu. V., Isaenko S. I., Shaibekov R. I., Zorina S. O. Formation conditions of quartz-vein mineralization of the Kyvvozh gold placer in the Middle Timan (according to results of study of fluid inclusions). Vestnik of Geosciences, 2023, 3(339), pp. 3–10, doi: 10.19110/geov.2023.3.1

Геологический очерк

Кыввожское золотороссыпное поле расположено в центральной части Вымского блока Тиманского складчато-надвигового сооружения, геоморфологически выраженного в рельефе возвышенностями Вольско-Вымской гряды Среднего Тимана. В пределах блока на поверхность выведены рифейские образования пижемской, покьюской и лунвожской свит (рис. 1). Свиты сложены близкими по литологическому составу породами — серицит-кварц-хлоритовыми, серицит-кварцевыми и кварцитовидными песчаниками — и отличаются по количественному соотношению этих литотипов в различных интервалах разреза и текстурно-структурным особенностям.

Залегание пород осложнено мелкоамплитудной складчатостью, послойными срывами, взбросами и крутопадающими разрывными нарушениями. Послед-

ние контролируют развитие кварцевой и кварц-карбонатной жильной минерализации, участки катаклаза и брекчирования, сопровождаемые окварцеванием, серицитизацией, каолинизацией пород и — редко — вкрапленной пиритизацией.

Исследованная жильная минерализация представлена кварцевыми, кварц-хлоритовыми, кварц-анкерит-сидеритовыми прожилками и жилами толщиной до 15 см, имеющими крутое или субвертикальное падение (рис. 2, а) и простираение, как правило совпадающее со сланцеватостью в алевросланцах и основной отдельностью в песчаниках. Кварц обычно полупрозрачный, крупнозернистый, иногда содержит редкую вкрапленность тонкого пирита, реже галенита и халькопирита.

Золото-кварцевые сростки размером до 7.5 мм характеризуются низкой степенью окатанности. Жильный кварц в изученных сростках представлен трещиноватыми полупрозрачными, иногда прозрачными выде-

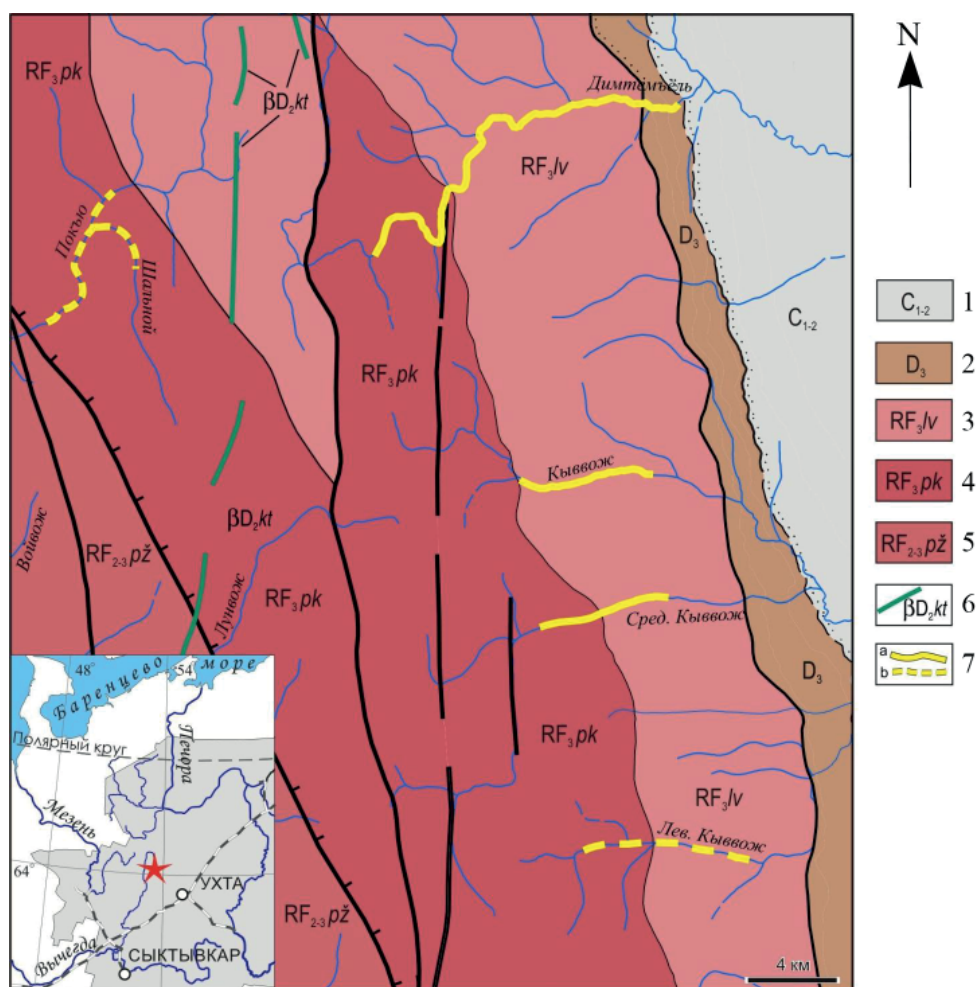


Рис. 1. Схема геологического строения центральной части Вымского блока (по материалам ВСЕГЕИ, 2020 г.): 1, 2 — породы палеозойского чехла: 1 — средненижнекаменноугольные отложения: глины, аргиллиты, известняки, доломиты; 2 — верхнедевонские отложения: глины, аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки. 3–5 — породы рифейского фундамента: 3 — лунвожская свита: переслаивание метапесчаников, алевросланцев и филлитовидных сланцев; 4 — покьюская свита: метапесчаники, алевросланцы; 5 — пижемская свита: сланцы, метапесчаники; 6 — дайки и силлы среднедевонского Канино-Тиманского долеритового комплекса; 7 — золотоносные россыпи (а) и шлиховые потоки (б)

Fig. 1. Scheme of the geological structure of the central part of the Vym block (based on the data of VSEGEI, 2020): 1, 2 — Paleozoic cover rocks: 1 — Middle-Lower Carboniferous sediments: clays, mudstones, limestones, dolomites; 2 — Upper Devonian sediments: clays, mudstones, siltstones, sandstones, limestones; 3–5, Riphean basement rocks: 3 — Lunvozh suite: interbedding of metasandstones, silty schists, and phyllite-like shales; 4 — Pokyu suite: metasandstones, siltstones; 5 — Pizhma suite: shales, metasandstones; 6 — dikes and sills of the Middle Devonian Kanin-Timanian dolerite complex; 7 — gold-bearing placers (a) and schlich flows (b)



лениями, образующими тесные сростания с самородным золотом (рис. 2, b, c), которое выполняет в кварце трещины, каверны, цементирует катаклазированные участки. Реже наблюдаются микроскопические выделения золота внутри зерен кварца. В свою очередь, кварц может образовывать небольшие округлые включения в самом золоте. В одном из образцов субмикронные округлые выделения золота наблюдаются во флюидном включении в качестве минерала-узника (рис. 3, f). Поверхность сростков часто покрыта тонкими плёнками оксигидроксидов Fe и Mn, что предполагает пребывание сростков в зоне окислительного барьера. На срезах зерен кварца обнаружены редкие включения ильменита, титаномагнетита и углеродистого вещества. Относительно крупные трещины и пустоты, возникшие вследствие механических деформаций уже сформированных золото кварцевых сростков, заполнены гётит-иллит-каолининовым материалом с гнездообразными выделениями хлорита, обломками зёрен кварца, альбита и редкими микроскопическими зёрнами оксигидроксидов марганца, титановых минералов, сидерофиллита, плюмбогуммита, флоренсита, других недиагностированных фаз фосфатов редкоземельных элементов, цеолитов. Природа этого образования остается до конца неясной. Вероятнее всего, это обломки выветрелых вмещающих алевросланцев и, учитывая присутствие типичных гипергенных минералов, слабо метаморфизованный материал глинистой коры выветривания.

Методы исследования

Анализы проведены в Центре коллективного пользования «Геонаука». Изучение флюидных включений в кварце проводилось в полированных с двух сторон пластинах методами гомогенизации и криометрии с использованием термокриостатика THMSG600 фирмы Linkam, погрешность ± 0.5 °C. Наблюдение велось с помощью микроскопа Amplival (Carl Zeiss Jena) с длиннофокусным объективом 50x, DW 10.6. Соленость растворов во включениях измерялась по температуре плавления льда (Bodnar, Vityk, 1994). Солевой состав включений определялся по температуре эвтектики водно-солевой системы (Борисенко, 1977). Давление оценивалось по пересечению изохоры и изотермы (Мельников и др., 2008). Состав газовой фазы индивидуальных включений изучался на высокоразрешаю-

щем КР-спектрометре LabRam HR800 (Horiba Jobin Yvon) при комнатной температуре, мощность возбуждающего излучения Ar⁺ лазера — 120 мВт (514.5 нм). Содержания газов подсчитывались по методике (Burke, 2001).

Результаты изучения флюидных включений

Для определения условий образования жильной минерализации района проведено исследование флюидных включений в жильном кварце из 13 жильных тел. Заметных различий флюидных включений из кварца разных по составу жил не обнаружено, поэтому в дальнейшем обсуждении эти данные объединены. Кроме того, нами просмотрено несколько золото кварцевых сростков из россыпи, но изучить флюидные включения в кварце удалось только в двух из них.

Характеристика флюидных включений в жильном кварце

В первичных включениях жильного кварца (рис. 3, a) температура эвтектики водной фазы изменяется от -25 до -30 °C, что свидетельствует о присутствии в ней хлорида натрия с примесями. При охлаждении наблюдается образование газогидратов, которые плавятся при $0-10$ °C. Гомогенизация происходит при $310-425$ °C как в жидкую, так и в газовую фазы. По данным КР-спектроскопии, в составе газов преобладает азот, вторым по значимости является углекислый газ, метан встречается в резко подчиненных количествах (рис. 4).

Первично-вторичные флюидные включения в жильном кварце (рис. 3, b) делятся на два типа. Температура эвтектики водной фазы во включениях первого типа изменяется от -21 до -37 °C, что характерно для водных растворов хлоридов натрия и магния. Концентрация солей, определенная по температуре плавления льда, составляет $7.8-12.0$ вес. % (NaCl экв.). В некоторых включениях при охлаждении образуются газогидраты, которые плавятся при температурах $-1.5...9.0$ °C. Гомогенизация происходит при $220-352$ °C. По данным КР-спектроскопии, в составе газов преобладает азот, вторым по значимости является углекислый газ, метан встречается в резко подчиненных количествах (рис. 4).

Второй тип (рис. 3, c) встречается редко и отличается присутствием плотной углекислоты (был отмечен только в одном образце). При охлаждении наблюдает-



Рис. 2. Изученные типы кварца: а — из кварц-анкерит-сидеритовых жил; б — сростка кварца с золотом-1; с — сростка кварца с золотом-2

Fig. 2. Studied types of quartz: a — from quartz-ankerite-siderite veins; b — intergrowth of quartz with gold-1; c — intergrowth of quartz with gold-2

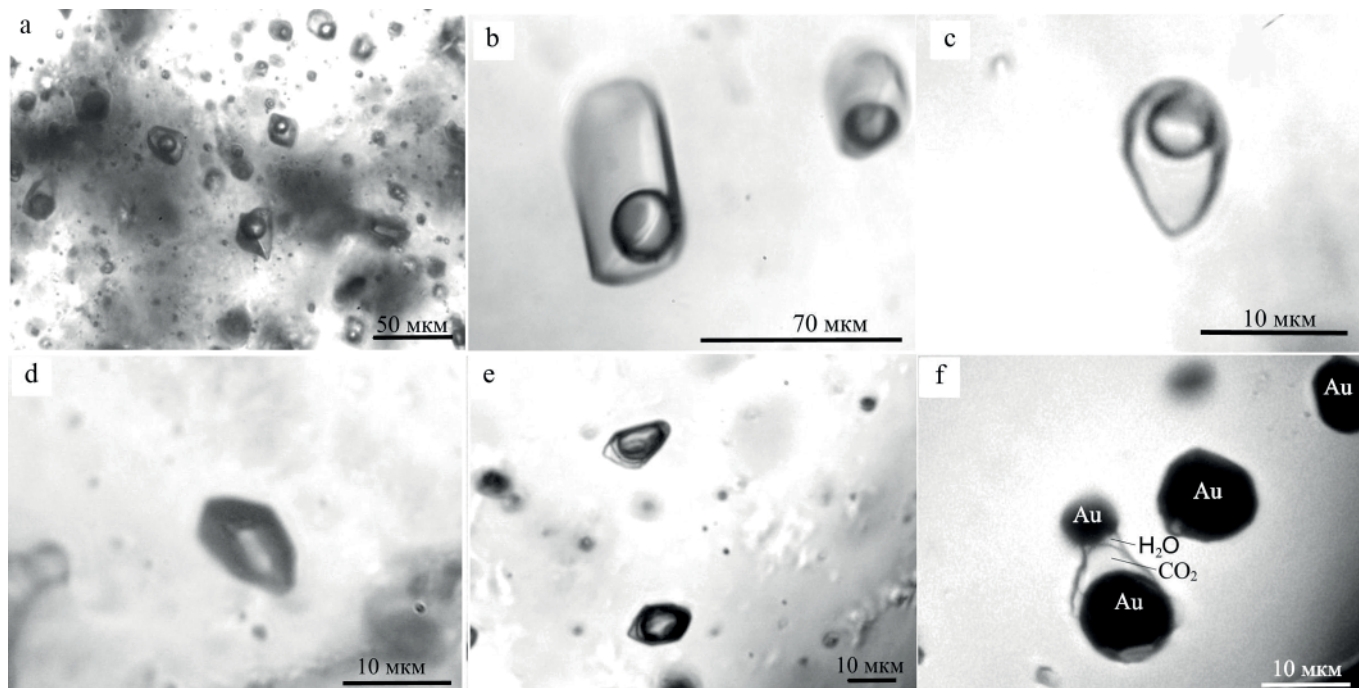


Рис. 3. Флюидные включения при комнатной температуре: а — группа первичных двухфазовых включений в жильном кварце; б — первично-вторичное двухфазовое включение первого типа в жильном кварце; с — первично-вторичное двухфазовое включение второго типа с плотной углекислотой в жильном кварце; д — однофазовое газовое включение в жильном кварце; е — первичное трехфазовое включение с плотной углекислотой в сростке-1; ф — первичное включение с плотной углекислотой и самородным золотом в качестве минерала-узника в сростке-1

Fig. 3. Fluid inclusions at room temperature: а — group of primary two-phase inclusions in vein quartz; б — group of primary-secondary two-phase inclusions (type 1) in vein quartz; с — primary-secondary two-phase inclusion with dense carbon dioxide (type 2) in vein quartz; д — single-phase gas inclusion in vein quartz; е — primary three-phase inclusion with dense carbon dioxide in quartz-gold intergrowth 1; ф — primary three-phase inclusion with dense carbon dioxide and native gold in intergrowth of quartz with gold-1

ся гетерогенизация газовой фазы. Температуру эвтектики жидкой фазы, к сожалению, определить не удалось. Углекислота плавится при $-58.0...-60.1$ °С, ее гомогенизация происходит в интервале $-18.5...14.5$ °С. Температура общей гомогенизации составляет 284 °С (3 замера). По данным КР-спектроскопии, в газовой фазе преобладает углекислый газ и азот, метан встречается в небольших количествах (табл. 1). Образовавшиеся при замораживании газогидраты разлагаются при 10–14 °С (учитывая то, что в составе газов преобладают углекислый газ и азот, мы не можем объяснить такие высокие температуры).

Характеристика флюидных включений в сростках

Сросток 1. Сросток золота с кристаллом горного хрусталя характеризуется хорошей сохранностью. Были изучены первичные включения, отличающиеся по фазовому составу: однофазовые углекислотные, двухфазовые водно-углекислотные, трехфазовые водно-углекислотные (рис. 3, е) и одно четырехфазовое водно-углекислотное включение с твердой фазой, представленной минералом-узником самородным золотом (рис. 3, ф).

Гомогенизация включений происходит при температурах 220–330 °С, чаще в газовую фазу. Эвтектика водно-солевого раствора наблюдается при -23.0 °С, что свидетельствует о преобладании солей натрия в жидкой фазе включения.

Фазовые переходы при охлаждении-нагревании видны плохо, поэтому температура плавления жидкой

фазы не установлена. В одном из включений определена температура разложения газогидрата, которая равна 9 °С. Температура плавления углекислого газа изменяется в интервале $-56.6...-57.1$ °С, гомогенизация происходит при 16–30.0 °С как в жидкую, так и газовую фазу. Плотность газовой фазы изменяется в пределах 0.59–0.61 г/см³, давление углекислоты — около 0.58–0.77 Кбар (табл. 1, рис. 4). Четырехфазовое включение с углекислотой и золотом (рис. 3, ф) отличается более низкой температурой гомогенизации углекислоты, которая равна -52.4 °С (гомогенизация идет в жидкость), и повышенной до 1.16 г/см³ плотностью газовой фазы. По данным КР-спектроскопии, в газовой фазе преобладает углекислый газ.

Сросток 2. Изучение газового состава включений в сростке 2 было осложнено невозможностью изготовления пластинок, поэтому мы смогли изучить только одно двухфазовое включение. Объем газовой фазы в нем не превышает 60 об. %, в составе преобладает азот, в меньшей степени углекислый газ (рис. 4), что характерно для большинства флюидных включений в жильном кварце Киввожского района. Изучение методами гомогенизации и криометрии не проводилось.

Обсуждение полученных результатов

По температуре гомогенизации определено, что образование кварцевых жил Киввожского золотороссыного поля происходило при температурах, близких к 220–425 °С, наиболее интенсивно — при 313–406 °С (рис. 5). Широкий температурный интервал, по-



Таблица 1. Результаты изучения флюидных включений, содержащих плотную углекислоту

Table 1. The results of the study of fluid inclusions with dense carbon dioxide

№	GP	Thom	Thom CO ₂	Tm CO ₂	CO ₂	N ₂	CH ₄	d, g/cm ³	P, Kbar
		°C			мол. % / mol %				
Первично-вторичные включения 2-го типа в жильном кварце Primary-secondary Type 2 inclusions in vein quartz									
1	30*	~250 _C	+14.0 _L	-58.5	90.86	8.65	0.49	-	-
2	30*	284 _L	+14.5 _L	-58.0	91.59	8.17	0.24	-	-
3	30*	284 _L	+14.5 _L	-58.0	91.47	8.38	1.14	-	-
4	100	-	-18.7 _L	-60.1	-	-	-	-	-
5	100	-	+4.8 _G	-60.1	-	-	-	-	-
6	100	-	+2.8 _G	-59.2	-	-	-	-	-
Первичные включения в золотокварцевом сростке-1 Primary inclusions in gold-quartz intergrowth-1									
7	90*	330 _G	+27.3 _G	-57.1	93.67	6.33	0.00	-	-
8	90*	330 _G	+16.0 _G	-57.1	86.52	12.95	0.53	-	-
9	90*	330 _G	+23.0 _G	-57.0	94.71	5.29	0.00	-	-
10	90	250 _G	+30.0 _L	-56.6	100.00	0.00	0.00	0.59	0.66
11	95	220 _G	+29.5 _L	-56.6	100.00	0.00	0.00	0.61	0.58
12	90	295 _G	+30.0 _L	-56.6	100.00	0.00	0.00	0.59	0.77
13	30**	-	-52.4 _L	-56.6	100.00	0.00	0.00	1.16	-

Примечание: L, G — гомогенизация в жидкую, газовую фазы; C — взорвалось до гомогенизации; * — при анализе методом рамановской спектроскопии наблюдался большой фон; ** четырехфазовое включение с жидкой углекислотой и золотом.

Note: L, G — homogenization into liquid, gas phases; C — cracking before homogenization; * — large background was observed when analyzing by Raman spectroscopy; ** four-phase inclusion with liquid carbon dioxide and gold.

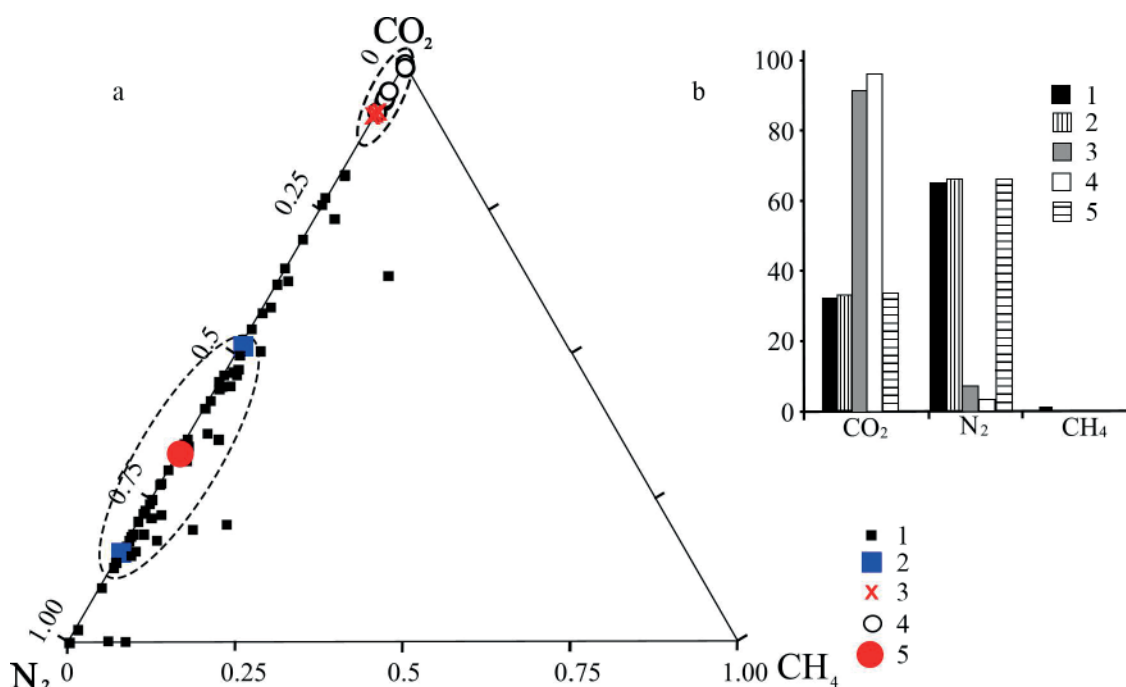


Рис. 4. Состав газов по данным КР-спектроскопии (в мольных долях): а — в индивидуальных включениях; б — средние содержания: 1 — в первичных включениях в жильном кварце (68 замеров); 2 — в первично-вторичных включениях 1-го типа в жильном кварце (2 замера); 3 — в первично-вторичных включениях 2-го типа в жильном кварце (3 замера); 4 — в первичных включениях в сростке-1 (7 замеров); 5 — в первичном включении в сростке-2 (1 замер)

Fig. 4. Gas composition according to Raman spectroscopy, a — individual fluid inclusions; b — average contents: 1 — primary inclusions in vein quartz (68 tests); 2 — type 1 primary-secondary inclusions of in vein quartz (2 tests); 3 — type 2 primary-secondary inclusions of in vein quartz (3 tests); 4 — primary inclusions in intergrowth of gold and quartz 1 (7 tests); 5 — primary inclusions in intergrowth of gold and quartz 2 (1 test)

лимодалное распределение температур гомогенизации характерны для гидротермально-метаморфогенного кварца и связаны с длительностью и многоэтапностью минералообразования.

При изучении кварца обнаружены две основные разновидности флюидных включений: первая — с преобладанием азота в газовой фазе, вторая — с углекислотой, некоторые имеют промежуточный состав (рис. 4).

В многочисленных работах (Бортников и др., 2022; Прокофьев и др., 2022; Шапаренко и др., 2019 и др.), посвященных изучению флюидных включений на золоторудных объектах, установлено преобладание углекислого газа и метана, которое свидетельствует об углекислотно-углеводородном составе рудообразующих флюидов. Во включениях часто присутствует высокоплотная углекислота (Gibsher et al., 2011; Клюкин, 2012; Ставрова и др., 2020 и др.).

Азот встречается реже и обычно в подчиненном количестве. Тем не менее он довольно часто фиксируется в составе флюидных включений на золоторудных объектах. Особенно это стало очевидным с распространением метода КР-спектроскопии, позволяющего диагностировать газовую фазу индивидуальных включений. Ранее же использовался в основном метод газовой хроматографии, который дает представление о валовом составе. В работе (Гибшер и др., 2018) приведены результаты исследования газовой фазы на одном из золоторудных месторождений этими двумя методами. В некоторых случаях в одних и тех же образцах, по данным КР-спектроскопии, присутствуют включения, в газовой фазе которых преобладает азот, а по данным газовой хроматографии он не диагностируется вообще. Это связано с особенностями проведения каждого из анализов, с чувствительностью приборов и, на наш взгляд, свидетельствует о некоторой недооцененности вклада азотсодержащих флюидов в минералообразование золоторудных и других объектов.

На изученном нами объекте преимущественно азотные и углекислотные включения встречаются и в

кварцевых жилах из коренных пород, и в сростках из россыпи. В жильном кварце в первичных (более ранних) включениях преобладает азот, а плотная углекислота характерна для первично-вторичных (более поздних) включений.

Преимущественно азотные и углекислотные включения наблюдались на золоторудном проявлении Кожимью на Северном Урале (Сокерина и др., 2013). Там было выделено два основных этапа формирования золотосодержащих кварцевых жил. На начальном этапе, когда среда минералообразования отличалась повышенным содержанием азота, происходила кристаллизация кварца ранней генерации и миграция золотосодержащих комплексов с первичным отложением золота.

Далее обстановка минералообразования менялась на более окислительную. Об этом свидетельствует большое количество углекислого газа в составе первичных включений в позднем кварце. В этих условиях происходило переотложение золота и образование его скоплений. Похожий вариант минералообразования возможен и на изучаемом объекте.

Известно, что источником азота в составе включений могут быть органические соединения, но проведенные исследования не выявили присутствие значительных количеств C_{org} во вмещающих породах и метана в составе флюидных включений, что, скорее всего, исключает его органическое происхождение. Часто присутствие азота связывают с разложением аммонийсодержащих силикатов из вмещающих пород, в которых он в виде иона аммония изоморфно заменяет калий (Bottrell, Miller, 1990; Гибшер и др., 2018). Кроме того, азот может иметь атмосферное или, наоборот, глубинное происхождение. На рудопроявлении Кожимью (Сокерина и др., 2013) азот, по мнению авторов, имеет мантийное происхождение. Изотопные исследования проведены не были, но приуроченность жил данного проявления к кислым интрузивам делает это предположение весьма вероятным. Возможно, азот в флюидных включениях в кварце Кыввожского района также имеет глубинное происхождение. Но из-за отсутствия изотопных исследований и известных магматических тел на данной территории этот вывод носит предположительный характер.

Трудности с установлением коренных источников золота в россыпи привели к многочисленным гипотезам даже среди соавторов этой статьи. Было предположение о гляциальном происхождении россыпи, но сходство флюидных включений в жильном кварце и в сростках показало, что золото, скорее всего, местное, хотя данных для такого вывода пока недостаточно.

Выводы

Образование жильного кварца происходило в широком температурном интервале (220–425 °C) из флюидов, содержащих хлориды натрия и магния с примесями. На начальном этапе флюид был обогащен азотом, потом углекислым газом.

Исследование проведено по теме НИР ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (ГР № 122040600009–2), частично за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (Приоритет-2030).

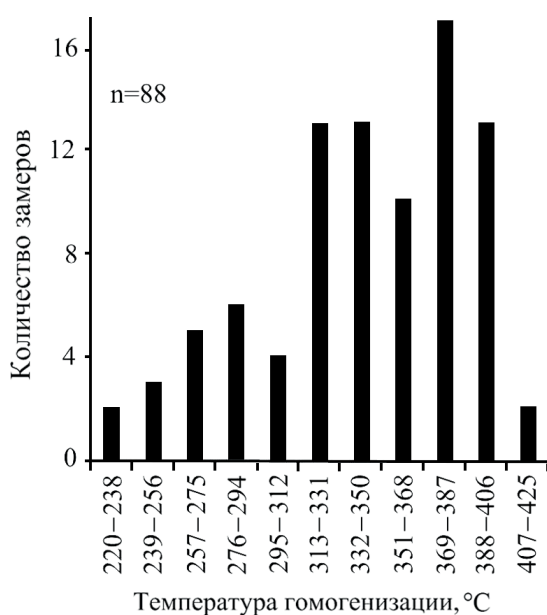


Рис. 5. Распределение температур гомогенизации флюидных включений в кварце

Fig. 5. Distribution of homogenization temperatures in fluid inclusions in quartz



Литература / References

- Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газозово-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика. 1977. № 8. С. 16–27.
- Borisenko, A. S. *Izuchenie solevogo sostava rastvorov gazovo-zhidkih vklyuchenij v mineralah metodom kriometrii* (Study of the salt composition solutions of gas-liquid inclusions in minerals by the cryometric method). *Geology and Geophysics*, No. 8, pp. 16–27.
- Бортников Н. С., Волков А. В., Савва Н. Е., Прокофьев В. Ю., Колова Е. Е., Доломанова-Тополь А. А., Галямов А. Л., Мурашов К. Ю. Эпитермальные Au-Ag-Se-Te-месторождения Чукотки (Арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 522–549. DOI: 10.15372/GiG2021169
- Bortnikov N. S., Volkov A. V., Savva N. E., Prokofiev V. Yu., Kolova E. E., Dolomanova-Topol A. A., Galyamov A. L., Murashov K. Yu. *Epitermal'nye Au-Ag-Se-Te mestorozhdeniya Chukotki* (Arkticheskaya zona Rossii): metallogeniya, mineral'nye paragenезisy, flyuidnyj rezhim (Epithermal Au-Ag-Se-Te deposits of Chukotka (Arctic zone of Russia): metallogeny, mineral paragenesis, fluid regime). *Geology and geophysics*, 2022, V. 63, No. 4, pp. 522–549.
- Гибшер Н. А., Томиленко А. А., Сазонов А. М., Бульбак Т. А., Хоменко М. О., Рябуха М. А., Шапаренко Е. О., Сильянов С. А., Некрасова Н. А. Рудоносные флюиды золоторудного месторождения Эльдorado (Енисейский край, Россия) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 8. С. 1220–1237. DOI: 10.15372/GiG20180807
- Gibsher N. A., Tomilenko A. A., Sazonov A. M., Bulbak T. A., Khomenko M. O., Ryabukha M. A., Shaparenko E. O., Silyanov S. A., Nekrasova N. A. *Rudonosnye flyuidy zolotorudnogo mestorozhdeniya El'dorado (Enisejskij kryazh, Rossiya)* (Ore-bearing fluids of the Eldorado gold deposit (Yenisei Ridge, Russia)). *Geology and Geophysics*, 2018, V. 59, No. 8, pp. 1220–1237.
- Глухов Ю. В., Кузнецов С. К. и др. Золото из аллювиальных отложений Среднего Кыввожа (Вольско-Вымская гряда, Тиман) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2018. № 1(33). С. 49–59.
- Glukhov Yu. V., Kuznetsov S. K., et al. *Zoloto iz allyuvial'nyh otlozhenij Srednego Kyvvozha* (Vol'sko-Vymskaya gryada, Timan) (Gold from alluvial deposits of the Middle Kyvvozha (Volsko-Vymskaya ridge, Timan)). *Proceedings of Komi Science Center*, 2018, No. 1(33), pp. 49–59.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Мезенская серия. Лист Q–39 (Нарьян-Мар). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб-картфабрики ВСЕГЕИ, 2015. 517 с.
- Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Mezenskaya seriya. List Q–39 (Nar'yan–Mar) (State Geological Map of the Russian Federation, Scale 1:1 000 000 (third generation), Mezen Series — Sheet Q–39 (Naryan–Mar)), Explanatory Note. St. Petersburg: VSEGEI, 2015, 517 p.
- Дудар В. А. Россыпи Среднего Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 80–90.
- Dudar B. A. *Rossypi Srednego Timana* (Placers of the Middle Timan). *Rudi i metallic*, 1996, No. 4, pp. 80–90.
- Клюкин Ю. И. Флюидный режим формирования золото-теллуридного оруденения Быньговского месторождения. Средний Урал // Литосфера. 2012. № 3. С. 127–138.
- Klyukin Yu. I. *Flyuidnyj rezhim formirovaniya zoloto-telluridnogo orudeneniya Byn'govskogo mestorozhdeniya. Srednij Ural* (Fluid regime of formation of gold-telluride mineralization of the Byngovskoye deposit. Middle Ural). *Litosfera*, 2012, No. 3, pp. 127–138.
- Мельников Ф. П., Прокофьев В. Ю., Шатагин Н. Н. Термобарогеохимия. М.: Академический проект, 2008. 222 с.
- Melnikov F. P., Prokofiev V. Yu., and Shatagin N. N. *Termobarogeohimiya* (Thermobarogeochemistry). Moscow: Akademicheskij projekt, 2008, 222 p.
- Плякин А. М., Ершова О. В. Золото Тимана. История открытия и изучения // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 12. С. 20–22.
- Plyakin A. M., Ershova O. V. *Zoloto Timana. Istoriya otkrytiya i izucheniya* (Timan Gold. History of discovery and study). *Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS*, 2012, No. 12, pp. 20–22.
- Прокофьев В. Ю., Наумов В. Б., Миронова О. Ф. Физико-химические параметры и геохимические особенности флюидов кайнозойских золоторудных месторождений // Геохимия. 2022. Т. 67. № 8. С. 717–740. DOI: 10.31857/S0016752522080064.
- Prokofiev V. Yu., Naumov V. B., Mironova O. F. *Fiziko-himicheskie parametry i geohimicheskie osobennosti flyuidov kajnozjskih zolotorudnyh mestorozhdenij* (Physical and chemical parameters and geochemical features of fluids of Cenozoic gold deposits). *Geochemistry*, 2022, V. 67, No. 8, pp. 717–740.
- Сокерина Н. В., Зыкин Н. Н., Кузнецов С. К., Жарков В. А., Исаенко С. И., Шанина С. Н. Условия образования золоторудных кварцевых жил верховьев р. Кожимью (Северный Урал) // Геохимия. 2013. № 1. С. 84–91. DOI: 10.7868/S001675251301007X
- Sokerina N. V., Zykin N. N., Kuznetsov S. K., Zharkov V. A., Isaenko S. I., Shanina S. N. *Usloviya obrazovaniya zolotorudnyh kvarcevyh zhil verhov'ev r. Kozhim"yu* (Severnyj Ural) (Conditions for the formation of gold ore quartz veins in the upper reaches of the Kozhimyu river (The Northern Urals)). *Geochemistry International*, 2013, V. 51, No. 1, pp. 76–82.
- Ставрова О. О., Прокофьев В. Ю., Мохов А. В., Бортников Н. С. Месторождение золота Аскольд (остров Аскольд, Приморье, Россия): физико-химические параметры и состав рудообразующих флюидов // Геология рудных месторождений. 2020. Т. 62. № 3. С. 272–277. DOI: 10.31857/S0016777020020057
- Stavrova O. O., Prokofiev V. Yu., Mokhov A. V., Bortnikov N. S. *Mestorozhdenie zolota Askol'd (ostrov Askol'd, Primor'e, Rossiya): fiziko-himicheskie parametry i sostav rudoobrazuyushchih flyuidov* (Askold gold deposit (Askold Island, Primorye, Russia): physicochemical parameters and composition of ore-forming fluids). *Geology of Ore Deposits*, 2020, V. 62, No. 3, pp. 272–277.
- Шапаренко Е. О., Бульбак Т. А., Хоменко М. О., Гибшер Н. А. Особенности состава летучих компонентов во флюидах золоторудного месторождения Благодатное (Енисейский край, Россия): данные газовой хроматомасс-спектрометрии флюидных включений // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы



- Рос. молодеж. науч.-практ. школы с междунар. участием, Москва, 25–29 ноября 2019, ИГЕМ РАН. М., 2019. С. 460–462.
- Shaparenko E. O., Bulbak T. A., Khomenko M. O., Gibsher N. A. *Osobennosti sostava letuchih komponentov vo flyuidah zolotorudnogo mestorozhdeniya Blagodatnoe (Enisejskij kryazh, Rossiya): dannye gazovoj hromato-mass-spektrometrii flyuidnyh vklyuchenij* (Features of the Composition of Volatile Components in Fluids of the Blagodatnoye Gold Deposit (Yenisei Ridge, Russia): Data of Gas Chromatography–Mass Spectrometry of Fluid Inclusions). Proc. of conference, November 25–29, 2019, IGEM RAS, Moscow, 2019, pp. 460–462.
- Bodnar R. J., Vityk M. O. Interpretation of microthermometric data for H₂O–NaCl fluid inclusions // Fluid inclusions in minerals: methods and applications, Pontignano: Siena. 1994. pp. 117–130.
- Bottrell S. H., Miller M. F. The geochemical behavior of nitrogen compounds during the formation of black shale hosted quartz-vein gold deposits, North Wales // Appl. Geochem. 1990. V. 5. No. 3. pp. 289–296.
- Burke E. A. J. Raman spectroscopy of fluid inclusions // Lithos. 2001 (55). pp. 139–158.
- Gibsher N. A., Tomilenko A. A., Sazonov A. M., Ryabukha M. A., Timkina A. L. The Gerfed gold deposit: fluids and PT-conditions for quartz vein formation (Yenisei Ridge, Russia) // Russian Geology and Geophysics. 2011. T. 52. No. 11. C. 1461–1473. DOI: 10.1016/j.rgg.2011.10.014.
- Roedder E. Fluid inclusions in minerals. Rev. Mineral. 12. 1984. 644 p.

Поступила в редакцию / Received 06.02.2023



Новые данные к истории фауны мелких растительноядных млекопитающих Северного Урала в позднеледниковье и голоцене

И. В. Кряжева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Innageologi@mail.ru

Исследовалась фауна мелких млекопитающих из двух пещерных местонахождений на западном склоне Северного Урала: гротов Фигурный и Илыч (Республика Коми, Россия). В результате изучения видового состава и морфологических особенностей зубов мелких млекопитающих уточнен возраст формирования ископаемого комплекса из грота Фигурный и описаны две стадии развития микротерииофауны: позднеледниковая и раннеголоценовая. Сообщества позднеледниковья на 76–82 % представлены тундровыми и тундростепными видами, на 15 % лесными и на 3–8 % интразональными. Видовые комплексы млекопитающих свидетельствуют о развитии открытых пространств, занятых лесотундровой или лесостепной растительностью с относительно невысоким снежным покровом в зимний период, а также о холодном засушливом климате в позднеледниковое время. Вследствие трансформации климата и состава растительности к раннему голоцену в сообществах мелких растительноядных млекопитающих произошла смена доминирующих видов с тундростепных на лесные (71 %). Доля тундровых и тундростепных видов оставалась еще весьма значимой (до 25 %).

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, степная пищуха, копытный лемминг, узкочерепная полевка, морфология моляров, поздний плейстоцен, позднеледниковье, голоцен, Северный Урал, северо-восток европейской части России.

New data on the faunal history of small herbivorous mammals in the Northern Urals during the Lateglacial and Holocene

I. V. Kryazheva

Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The fauna of small mammals from two cave localities (Figurny and Ilych grottos) in the western slope of the Northern Urals (Komi Republic, Russia) was studied. The study of taxonomic composition and dental morphology of small mammals from the Figurny grotto revealed Late Glacial and Early Holocene assemblages. Late Glacial assemblages include tundra and tundra-steppe species (76–82 %), forest (15 %) and intrazonal (3–8 %) forms. Species composition indicates open spaces occupied by forest-tundra or forest-steppe vegetation with a relatively low snow cover in winter and also a cold, dry climate in the Late Glacial period. By the Early Holocene, due to the transformation of climate and composition of vegetation, in the communities of small herbivorous mammals, there was a change in the dominant species from tundra-steppe to forest (71 %). The share of tundra and tundra-steppe species was still relatively significant (up to 25 %).

Keywords: small mammals, steppe pika, collared lemming, narrow-headed vole, morphology of molars, Late Pleistocene, Late glacial, Holocene, Northern Urals, northeastern part of European Russia.

Введение

На западном склоне Северного Урала, в области развития карбонатных отложений палеозоя широко развиты проявления карстовых процессов. В результате этих процессов образованы такие формы поверхностного рельефа, как провальные воронки, карстовые котловины, сухие и слепые долины, карстовые лого, пещеры, а также гроты и навесы. В карстовых полостях часто происходит накопление костных остатков позднеледниковых животных. Эти естественные убежища использовались хищными млекопитающими, а костные остатки их жертв попадали в захоронения и сохранились до наших дней. Кроме того, в гроты и навесы попадали погадки хищных птиц, которые прилетали на отдых или устраивали гнезда в периоды, когда убежище не было занято хищными млеко-

питающими. Так в захоронение попадали остатки грызунов и мелких хищников. Кроме того, в крупных пещерах и гротах накопление костных остатков часто идет за счет деятельности человека, который также использовал карстовые полости. Самые известные и крупные пещеры на западном склоне Северного Урала расположены на р. Печоре (Медвежья, Туфовая, Ледяная, Студеная, Канинская) и на р. Унье (Первокаменная, Уньинская, Арка, Ледник). Результаты полувековых исследований этих пещер, проведенных геологами, палеонтологами и археологами, представлены в ряде работ (Археология..., 1997; Верещагин, Кузьмина, 1962; Гуслицер, Канивец, 1965; Гуслицер, Павлов, 1988; Кочев, 1993; Кряжева и др. 2022; Кузьмина, 1971; Павлов, 1996; Смирнов, 1996).

Менее известные и не крупные проявления карста расположены на р. Илыч в нижнепермских рифоген-

Для цитирования: Кряжева И. В. Новые данные к истории фауны мелких растительноядных млекопитающих Северного Урала в позднеледниковье и голоцене // Вестник геонаук. 2023. 3(339). С. 11–22. DOI: 10.19110/geov.2023.3.2

For citation: Kryazheva I. V. New data on the faunal history of small herbivorous mammals in the Northern Urals during the Lateglacial and Holocene. Vestnik of Geosciences, 2023, 3(339), pp. 11–22, doi: 10.19110/geov.2023.3.2

ных отложениях, слагающих скелетный холм Мича Ластва. Это пещеры Ажурная и Аньюская и грот Фигурный, первые сведения о которых были получены в результате экспедиций 1962–1963 гг. Б. И. Гуслицера и В. И. Канивца (Гуслицер, Канивец, 1965). В немногочисленных работах предшественников приводится описание 10 видов млекопитающих: *Lepus* sp., *Alopex lagopus* L., *Vulpes vulpes* L., *Ursus* sp., *Mammuthus*, *Equus ferus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Rungifer tarandus*, *Bison* sp., *Ovibos moschatus*. По видовому составу и сохранности костей, схожих с остатками из бурого суглинка Медвежьей пещеры, авторы датируют их (в широком смысле) поздним плейстоценом (Гуслицер, Канивец, 1965; Кузьмина, 1971).

В результате изучения карстовых образований скелетного холма Мича Ластва на р. Илыч в 2019 г. был получен остеологический материал по фауне мелких растительноядных млекопитающих из грота Фигурный и нового местонахождения Илыч (рис. 1). Мелкие млекопитающие до сих пор являются одним из основных источников сведений для реконструкции природной среды прошлого, это связано с их приспособленностью к конкретным природным зонам и биотопам, а также с высокими скоростями эволюции моляров некоторых видов грызунов (копытный лемминг, узкочерепная полевка, водяная полевка).

Новые материалы по фауне мелких растительноядных млекопитающих позволяют дополнить и уточ-

нить представления о ходе развития природной среды Северного Урала в позднем плейстоцене и голоцене.

Объекты и методы исследования

Грот Фигурный расположен в предгорьях западного склона Северного Урала на левом берегу р. Илыч, в 3 км выше устья р. Ыджид Анью (62°29.832' с.ш., 58°18.574' в.д. 220 м н.у.м.), на высоте 48 м над урезом реки. Его длина более 9 м, ширина входа — 4 м, высота входной части более 5 м. Внутренняя полость представляет собой узкий извилистый лаз, уходящий в глубь коренного склона с понижением. Дальний конец частично закрыт обломками породы, за которыми полость переходит в небольшую щель, заполненную льдом (рис. 2). Грот включает полутораметровую однородную толщу коричневых глинистых отложений с небольшим содержанием мелких обломков известняка. В привходовой части грота находятся два хорошо сохранившихся шурфа предшественников, из которых извлечены раздробленные и целые кости млекопитающих позднего плейстоцена (Гуслицер, Канивец, 1965; Кузьмина, 1971). В 2019 году была расчищена южная стенка одного из шурфов и от нее в глубь пещеры заложен шурф площадью 1 м². Мощность рыхлых отложений составила 1.2 м. Из шурфа извлечено небольшое количество обломков костей и зубов крупных мле-

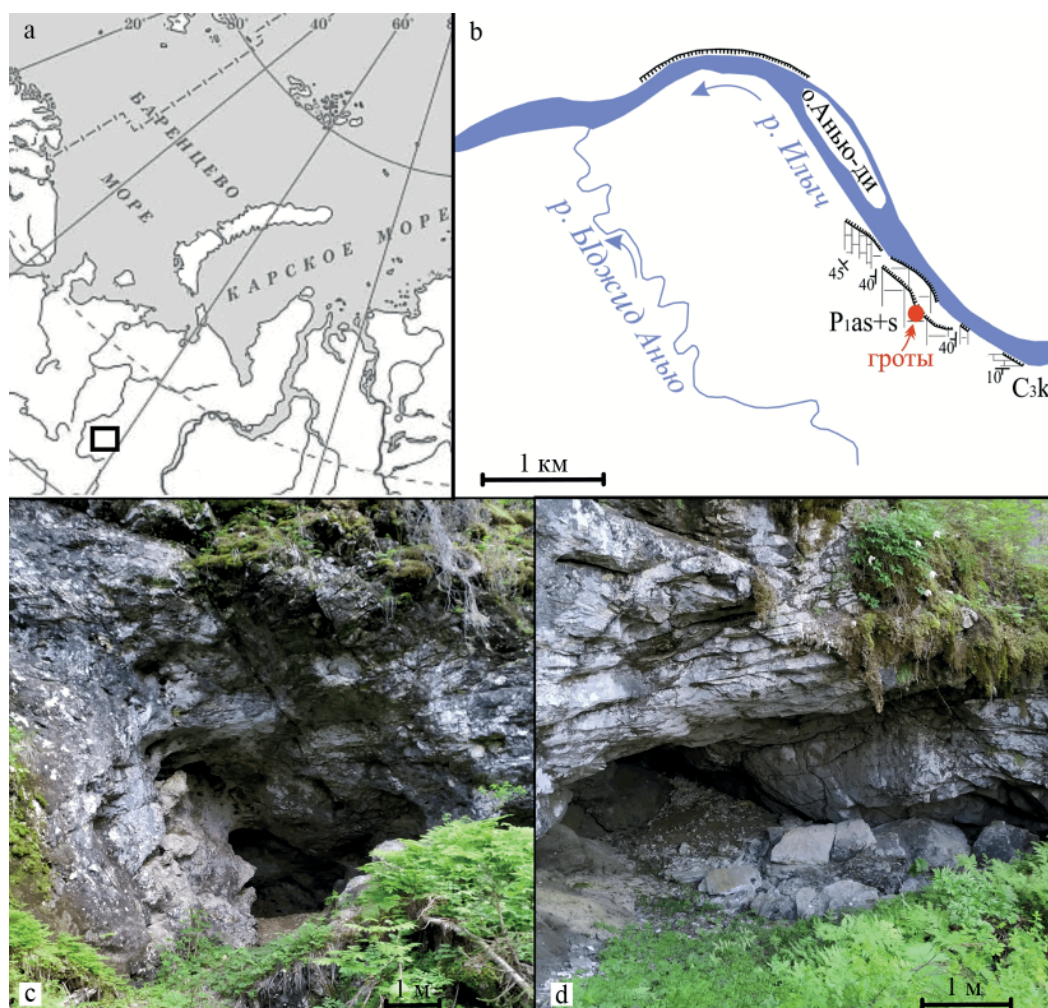


Рис. 1. Географическое положение изученных местонахождений (а, б); с — грот Фигурный, д — грот Илыч

Fig. 1. Geographic map of studied localities (a, b); c — Figurny grotto, d — Ilych grotto

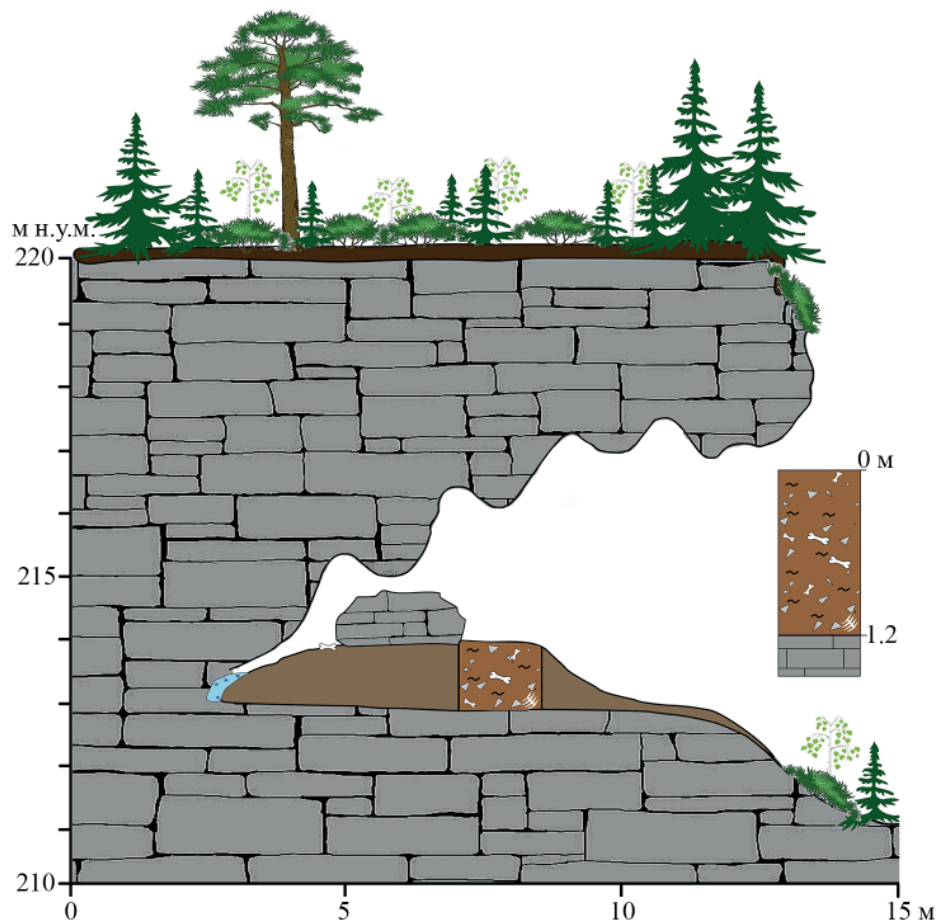


Рис. 2. Схематическое изображение грота Фигурный и разреза рыхлых отложений (м н.у.м. — метры над уровнем моря)

Fig. 2. Schematic image of the Figurny grotto and the section of clastic sediments (м н.у.м. — meters above the sea level)

копитающих и несколько тысяч костей мелких млекопитающих. Сохранность и окраска костей из нового раскопа в гроте Фигурный совпадает по описанию с характеристикой остатков из шурфов 1963 года (Кузьмина, 1971). Кости желтоватые, с серым оттенком, темнее цвета свежей кости, с небольшими черными вкраплениями на поверхности, в разломе без вкраплений.

Грот Илыч расположен в 5 м к западу от грота Фигурный (62°29.830' с.ш., 58°18.613' в.д. 220 м н.у.м.). Его длина 7 м, ширина входа 7 м, высота входной части 2 м. В центре грота был заложен шурф площадью 1.5 м². В разрезе рыхлых отложений грота были вскрыты три слоя разного литологического состава (рис. 3). Сверху вниз вскрываются:

слой 1 — обломки и щебень известняка без заполнителя. Мощность слоя 0.25 м;

слой 2 — светло-серый, почти белый глинистый алевроит с большим содержанием обломков и щебня известняка. Мощность слоя 0.3 м;

слой 3 — коричневатый глинистый алевроит с щебнем известняка. Мощность слоя 0.4 м.

Рыхлые отложения вскрывали условными горизонтами мощностью не более 10 см. Извлечение костных остатков животных производилось при помощи ручной промывки вмещающей породы на ситах с размером ячеек 0.8 мм. Полученную смесь костей и обломков породы высушивали, из нее вручную отбирали остатки позвоночных, и дополнительно очищали с помощью ультразвуковой ванны «ПСБ-4035». Материалы исследовались с помощью биологического микроскопа «БИОЛАМ-М3» и сканирующего электронного ми-

кроскопа TESCAN VEGA3 в ЦКП «Геонаука» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (оператор А. А. Кряжев). Всего из отложений двух гротов было извлечено 2436 щечных зубов грызунов и зайцеобразных (табл. 1).

Диагностика морфологически сходных видов полевок, таких как полевка Миддендорфа — темная полевка и сибирский лемминг — лесной лемминг, проводилась по методике Н. Г. Смирнова с соавторами (Смирнов и др., 1997). Видовую принадлежность остатков узкочерепной полевки, полевки Миддендорфа, полевки-экономки и темной полевки определяли по первому нижнему коренному зубу. Все остальные моляры группы родов *Microtus* распределяли по видам в соответствии с распределением первых нижних коренных. Видовую принадлежность лесных полевок (род *Clethrionomys*) проводили по методике А. В. Бородина с соавторами (Бородин и др., 2005). Видовую идентификацию ископаемых пищух проводили по методике А. А. Тетериной, основанной на изучении современных северных и степных пищух (Тетерина, 2001, 2003*).

*Тетерина А. А. История фаун мелких млекопитающих Северного Урала в позднем плейстоцене и голоцене: Дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2003. 168 с.

*Teterina A. A. Istoriya faun melkih mlekopitayushchih Severnogo Urals v pozdnem plejstocene i golocene (The history of the faunas of small mammals of the Northern Urals in the late Pleistocene and Holocene) PhD dissertation (biology). Yekaterinburg, 2003, 168 pp.

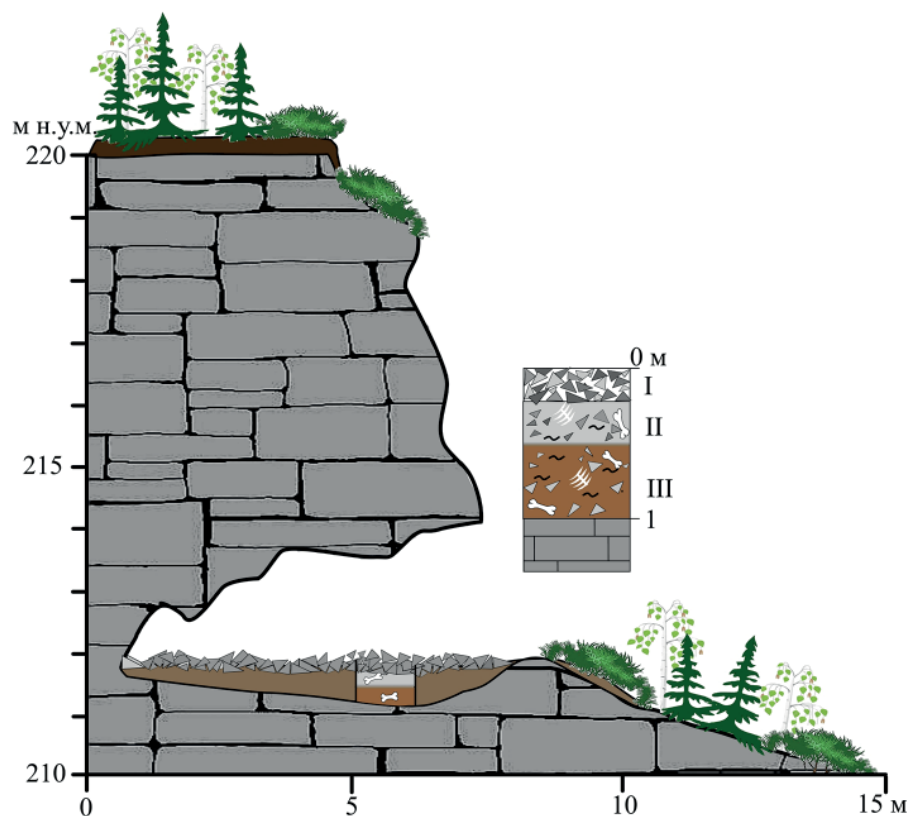


Рис. 3. Схематическое изображение грота Илыч и разреза отложений: I — щебень известняка без заполнителя, II — светло-серый глинистый алеврит, III — коричневый глинистый алеврит

Fig. 3. Schematic illustration of the Ilych grotto and the clastic sediments. I — limestone debris without matrix, II — light gray clayey aleurite, III — brown clayey aleurite

Исследования эволюционных морфологических особенностей моляров копытного лемминга проводились по методике, предложенной Н. Г. Смирновым с соавторами (1997), с небольшими изменениями (Ponomarev, Puzachenko, 2015). По строению M1 и M2 выделяли три морфотипа — *simplicior*, *henseli* и *torquatus*, а далее по соотношению этих морфотипов выборки относили к одной из стадий развития зубной системы, сменяющих друг друга по степени сложности — уменьшению доли «архаичных» (*simplicior*), возрастанию доли промежуточных (*henseli*) и «продвинутых» (*torquatus*) морфотипов. Все изученные выборки относили к одному из хроновидов: *Dicrostonyx simplicior*, *D. gulielmi* или *D. torquatus*. В пределах каждого вида были выделены по три морфы, а кроме видов различались промежуточные, переходные формы неуказанного таксономического ранга (Смирнов и др., 1997).

У узкочерепной полевки исследовали форму передней непарной петли (параконида) и общие размеры первого нижнего коренного зуба (Большаков и др., 1980; Головачев и др., 2001; Ponomarev, Puzachenko, 2017). Эволюционный уровень полевок оценивается по соотношению морфотипов, со временем увеличивается доля продвинутых сложных зубов (грегалоидно-микротидный и микротидный морфотипы) и уменьшается относительное количество архаичных простых моляров (грегалоидный морфотип).

В работе используется систематика полевок, предложенная Н. И. Абрамсон и А. А. Лисовским (2012), за исключением красной и рыжей полевок, для кото-

рых валидным названием следует считать *Clethrionomys* (Kryštufek et al., 2020).

Результаты и их обсуждение

Фаунистические данные

Микротериофауна из отложений грота Фигурный на 76.6 % состоит из тундровых и тундростепных видов: сибирского лемминга (27.8 %), узкочерепной полевки (25.2 %), копытного лемминга (18.1 %), степной пищухи (4.2 %) и полевки Миддендорфа (1.4 %), на 15 % — из лесных видов: темной (6.8 %) и рыжих (4.2 %) полевок, лесного лемминга (4 %) и на 8.5 % — из интразональных видов: полевки-экономки (7.4 %) и водяной полевки (1.1 %).

Микротериофауна из слоя 3 грота Илыч имеет аналогичный состав. Здесь 82.2 % приходится на тундровые и тундростепные виды: узкочерепную полевку (30 %), сибирского (25.3 %) и копытного (17.6 %) леммингов, степную пищуху (8.4 %) и полевку Миддендорфа (менее 1 %), 15 % — на лесные: лесного лемминга (10.5 %), темную полевку (3.5 %), рыжих полевок (менее 1 %) и 2.8 % — на интразональные: полевку-экономку (2.1 %) и водяную полевку (менее 1 %).

Микротериофауна из слоя 2 грота Илыч имеет совершенно другой состав и структуру. Здесь почти 71 % приходится на лесные виды (рыжие полевки — 49.4 %, лесной лемминг — 13.6 %, темная полевка — 7.9 %), 24.6 % — на тундровые (сибирский — 11 % и копытный — 6.9 % лемминги, узкочерепная полевка — 6.7 %) и 4.5 % — на интразональные (полевка-экономка — 4.1 % и водяная полевка — менее 1 %).



Таблица 1. Соотношение остатков (%), общее число зубов и зональная приуроченность мелких растительноядных млекопитающих из местонахождений Северного Урала (р. Илыч)

Table 1. The ratio (%), the total number of remains and biome preferences of small herbivorous mammals from the localities in the Northern Urals (Ilych River)

Местонахождение Location	Фигурный Figurny	Илыч Ilych		Природная зона Natural zone			
Слой / Layer Таксон / Taxon	Сл. 1 0.1–1.1 м	Сл. 2 0.25–0.5 м	Сл. 3 0.5–1.0 м	с	т	л	и
<i>Ochotona pusilla</i> (Pallas, 1768) — пищуха Pika	4.2	–	8.4	+	–	–	–
<i>Craseomys rufocanus</i> (Sundervall, 1846) — красно-серая полевка / Red-backed vole	2.0	18.9	0.5	–	–	+	–
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schreber, 1780) — рыжая полевка Bank vole	1.1	15.3	0.2	–	–	+	–
<i>Clethrionomys rutilus</i> (Pallas, 1779) — красная полевка Red-backed vole	1.1	15.2	0.2	–	–	+	–
<i>Dicrostonyx gulielmi</i> (Sanford, 1870) — копытный лемминг Collared lemming	18.1	6.9	17.6	–	+	–	–
<i>Lemmus sibiricus</i> (Kerr, 1792) — сибирский лемминг Siberian lemming	27.8	11.0	25.3	–	+	–	–
<i>Myopus schisticolor</i> (Lilljeborg, 1844) — лесной лемминг Wood lemming	4.0	13.6	10.5	–	–	+	–
<i>Arvicola amphibius</i> (Linnaeus, 1758) — водяная полевка Water vole	1.1	0.5	0.7	–	–	–	+
<i>Microtus agrestis</i> (Linnaeus, 1761) — темная полевка Field vole	6.8	7.9	3.5	–	–	+	–
<i>Lasiopodomys gregalis</i> (Pallas, 1779) — узкочерепная полевка Narrow-skulled vole	25.2	6.7	30.1	+	+	–	–
<i>Alexandromys middendorffii</i> (Poljakov, 1881) — полевка Миддендорфа / Middendorff's vole	1.4	–	0.8	–	+	–	–
<i>Alexandromys oeconomus</i> (Pallas, 1778) — полевка-экономка Housekeeper vole	7.4	4.1	2.1	–	–	–	+
Всего / Total	1029	419	988				

* Природная зона: с — степь, т — тундра, л — лес, и — интразональные

* Natural area/zone: с — steppe, т — tundra, л — forest, and и — intrazonal

Морфологические особенности некоторых видов мелких млекопитающих

Степная пищуха *Ochotona pusilla* Pallas, 1769 (Lagomorpha, Ochotonidae)

В настоящее время на Урале обитают два вида пищух: на Южном Урале — степная (*Ochotona pusilla*), на Приполярном и Полярном — северная (*Ochotona hyperborea*) (Большаков, 1997). По данным некоторых исследователей, южная граница ареала северной пищухи проходит по р. Укью (правый приток р. Илыч, Северный Урал), в 50 км к северу от описываемых в работе пещерных местонахождений (Полежаев, 1994). Однако все ископаемые остатки пищух, обнаруженные ранее в позднелайстоценовых местонахождениях западного склона Северного Урала, были определены как степная пищуха, а в голоценовых отложениях остатки пищух и вовсе не обнаружены (Кузьмина, 1965, 1971; Смирнов, 1996).

Для определения видовой принадлежности пищух в качестве исследуемого признака использовали нижний третий премоляр (р3) (рис. 4). У *O. pusilla* пе-

редний сегмент зуба небольшого размера, имеет округлую или треугольную форму, иногда вытянутую в длину, соединение с задним сегментом широкое, входящие углы неглубокие (рис. 4, а). У *O. hyperborea* передний сегмент зуба крупный, имеет ромбовидную форму, иногда вытянутую в ширину. Промежуток между передним и задним сегментом узкий, входящие углы глубокие (рис. 4, б) (Громов, Ербаева, 1995; Ербаева, 1988). Однако значения размеров и пропорций р3 у обоих видов перекрываются (Тетерина, 2001). Минимальная степень перекрытия наблюдается у индекса «ширина р3 переднего сегмента / ширина р3» ($Wp3AS/Wp3$). У современной степной пищухи он имеет значения от 0.23 до 0.4, а у северной пищухи от 0.32 до 0.54 (табл. 2, рис. 5). На основании этого ископаемые зубы с индексом 0.32 и меньше были отнесены к степной пищухе, а зубы со значениями более 0.4 — к северной пищухе. Результат анализа зубов ископаемых пищух из отложений гrotов Фигурный и Илыч показал, что все они относятся к виду *Ochotona pusilla*. Обитание степной пищухи на севере в позднелайстоценовое время мож-

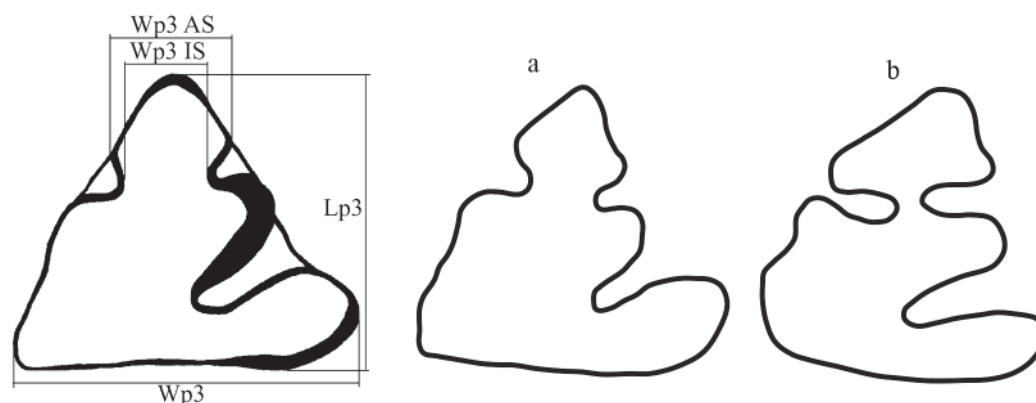


Рис. 4. Схема промеров третьего нижнего премоляра (p3) пищух и схематическое изображение формы жевательной поверхности p3: а — степной пищухи, б — северной пищухи (Тетерина 2001, 2003*)

Fig. 4. Scheme of the third lower premolar (p3) of pikas and a schematic representation of the shape of the chewing surface p3: а — steppe pika, б — northern pika (Teterina 2001, 2003*)

но объяснить широким распространением перегляциальных тундрово-степных ландшафтов на Урале в позднем плейстоцене.

Копытный лемминг *Dicrostonyx Gloger*, 1841 (Rodentia, Arvicolinae)

По своему эволюционному уровню остатки копытных леммингов из грота Фигурный сопоставляются со стадией развития зубной системы, представленной морфой 3 *D. gulielmi*. Для этой морфы характерно преобладание моляров морфотипа *henseli*, на втором месте — *torquatus*, а на третьем — *simplicior* на обоих зубах (рис. 6). К этой же стадии относятся лемминги из таких местонахождений, как Пижма-1, Шугер-4 (слои 1 и 2), ниша Филина (слой 3), навес Студеный, Уньинская

пещера, Серчейю-6, Рябово и Нижний Двойник (Кряжева и др., 2022; Ponomarev, Puzachenko, 2015).

По своему эволюционному уровню остатки копытных леммингов из слоя 3 грота Илыч сопоставляются с одной из переходных стадий развития зубной системы между двумя видами — *D. gulielmi* и *D. torquatus*, представленной морфой *D. ex gr. gulielmi-torquatus*. Для этой морфы характерно преобладание моляров морфотипа *henseli*, на втором месте — *torquatus*, а на третьем — *simplicior* на обоих зубах. Встречаемость моляров морфотипа *torquatus* среди двух зубов меньше, чем других морфотипов вместе (рис. 6). К этой же переходной стадии относятся лемминги из местонахождений Седью-1, Шапкина-1, Кожым-1 и из бурого суглинка Б Медвежьей пещеры.

Таблица 2. Размеры (мм) и индексы третьего нижнего премоляра (p3) представителей рода *Ochotona*

Table 2. Dimensions (mm) and indexes of the third lower premolar (p3) of two *Ochotona* species

Выборки Samplings		Промеры Dimensions					
		Lp3	Wp3	Wp3AS	Wp3IS	Wp3IS/Wp3AS	Wp3AS/Wp3
<i>Ochotona hyperborea</i> ¹		0.86–1.24	1.01–1.33	0.34–0.67	0.03–0.33	0.08–0.89	0.32–0.54
<i>Ochotona pusilla</i> ²		0.75–1.12	0.87–1.42	0.27–0.42	0.05–0.25	0.13–0.64	0.23–0.39
Илыч Ilych	а	0.94	1.05	0.34	0.21	0.62	0.32
	б	0.93	0.97	0.31	0.25	0.81	0.32
	в	0.82	0.97	0.21	0.18	0.86	0.22
	г	0.89	1.11	0.36	0.26	0.72	0.32
	д	0.87	0.87	0.27	0.22	0.81	0.31
	е	0.88	1.06	0.37	0.19	0.51	0.35
Фигурный Figurny	ж	0.84	1.08	0.34	0.27	0.79	0.31
	з	1.11	1.21	0.37	0.18	0.48	0.31

Выборки: ¹ — современные, Полярный Урал (по: Тетерина, 2001); ² — современные, Южный Урал (по: Тетерина, 2001).

Промеры: L p3 — длина p3, W p3 — ширина p3, W p3 AS — ширина переднего сегмента p3, W p3 IS — ширина промежутка между сегментами.

Samplings: ¹ — recent, Polar Ural (by Teterina, 2001); ² — recent, Southern Urals (by Teterina, 2001).

Dimensions: L p3 — length p3, W p3 — width p3, W p3 AS — anterior segment width p3, W p3 IS — interspace width between segments.

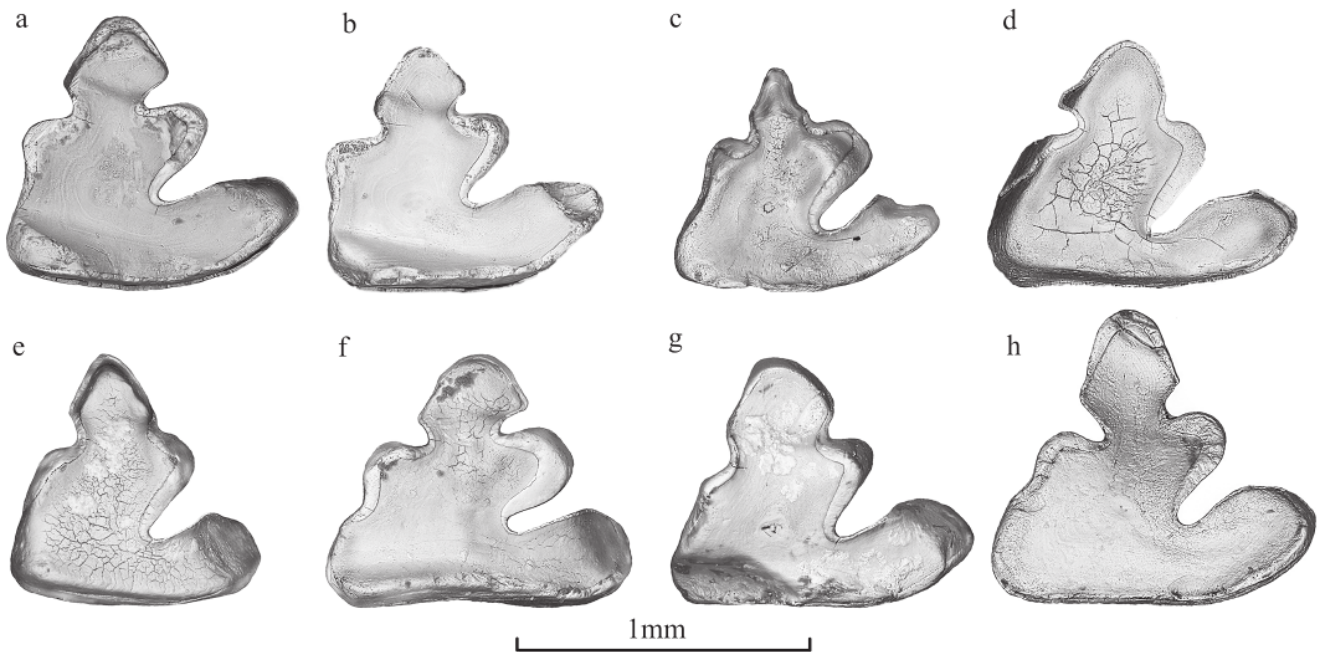


Рис. 5. Третьи нижние премоляры (р3) ископаемых пищух из отложений: а-е — *Ochotona pusilla* (грот Илыч); ф — *Ochotona* sp. (грот Илыч); г, h — *Ochotona pusilla* (грот Фигурный)

Fig. 5. The third lower premolars (p3) of fossil pikas from the deposits: а-е — *Ochotona pusilla* (Ilych grotto); ф — *Ochotona* sp., (Ilych grotto); г, h — *Ochotona pusilla* (Figurny grotto)

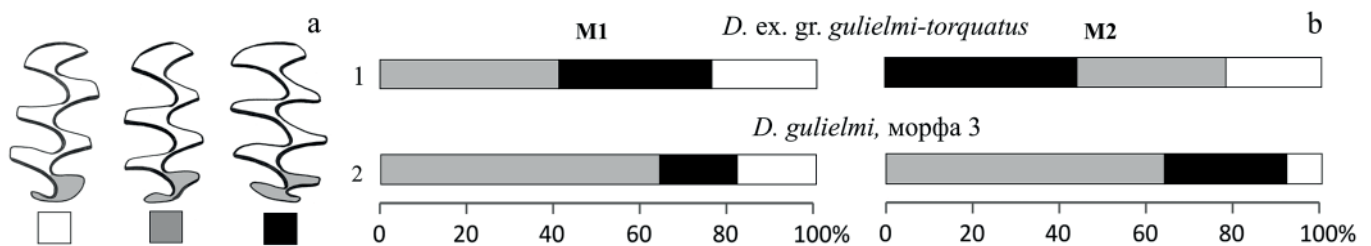


Рис. 6. Морфотипы моляров копытных леммингов (а) и их соотношение среди M1 и M2 у леммингов из отложений гротов Илыч (1) и Фигурный (2) (b). Белым цветом показан морфотип simplicior, серым — henseli, черным — torquatus

Fig. 6. Morphotypes of molars of collared lemmings and (b) their ratio among M1 and M2 in lemmings from the Ilych (1) and the Figurny (2) localities. The simplicior morphotype is shown in white, henseli in gray, and torquatus in black

Животные, относящиеся к этим эволюционным стадиям, обитали в регионе примерно от 30 до 11 тыс. лет назад, т. е. от конца бызовского (MIS3) времени до начала голоцена (Ponomarev, Puzachenko, 2015).

Узкочерепная полевка *Lasiopodomys (Stenocranius) gregalis* Pallas, 1779 (Rodentia, Arvicolinae)

Среди исследованных m1 узкочерепных полевок из грота Фигурный обнаружены зубы грегалоидного, грегалоидно-микротидного и микротидного морфотипов в равном соотношении. Средние значения дли-

ны и ширины m1 из отложений грота Фигурный — 2.71 мм и 0.96 мм (табл. 3).

В слое 3 грота Илыч на первом месте по обилию — зубы микротидного морфотипа (45 %), на втором — грегалоидного (36 %) и на третьем — микротидно-грегалоидного (18 %). Средние значения длины и ширины m1 из отложений слоя 3 грота Илыч — 2.5 мм и 0.9 мм (табл. 3).

При этом средние значения длины и ширины m1 современных узкочерепных полевок трех выборок с северо-востока европейской части России варьируют от 2.64 до 2.68 мм и от 1.0 до 1.02 мм, а у позднплей-

Таблица 3. Размеры первых нижних моляров узкочерепных полевок из местонахождений Северного Урала

Table 3. Dimensions of the first lower molar of narrow-headed voles from the localities in the Northern Urals

Местонахождение Location	Длина / Length					Ширина / Width				
	N	Мин. min	Средн. Average	Макс. Max	D	N	Мин. Min	Средн. Average	Макс. Max	D
Грот Фигурный / Figurny grotto	11	2.5	2.71	3.1	0.038	18	0.85	0.96	1.1	0.008
Грот Илыч / Ilych grotto	14	2.20	2.5	2.875	0.029	22	0.78	0.90	1.0	0.003

стоценовых узкочерепных полевок — от 2.52 до 2.81 мм и от 0.9 до 1.0 мм соответственно (Ponomarev, Puza-chenko, 2017). По морфологии m1 узкочерепные полевки из грота Фигурный и слоя 3 грота Илыч схожи с другими позднелепестовыми полевыми ре- гиона.

При анализе видового состава и экологической структуры фаун мелких растительноядных млекопитающих из четвертичных отложений грота Фигурный и слоя 3 грота Илыч заметно, что они практически идентичны. В них преобладают тундровые и тундростепные виды (76.9–82.2 %), на лесные приходится по 15 % и на интразональные — 2.8–8.5 %. Подобный состав и структуру демонстрируют сообщества микро- маммалей из бурого суглинка А Медвежьей пещеры, расположенной в 50 км к юго-востоку от описываемых в работе местонахождений с радиоуглеродной дати- ровкой 12230 ± 100 л.н. (LE-3059), и грота Щугер-4, рас- положенного на западном склоне Приполярного Урала, в 200 км к северу, с датировкой 11850 ± 60 л.н. (GrA- 49439). В комплексе остатков из бурого суглинка А Медвежьей пещеры 79 % приходится на тундровые и тундростепные виды (*Dicrostonyx* sp. — 17 %, *Lemmus sibiricus* — 30 %, *L. gregalis* — 32.5 %, *Ochotona pusilla* — ед.), 11 % — на лесные (*M. agrestis* — 10.7 %, *Cl. ex gr. rutilus-glareolus* — 4.5 %) и 8 % — на интразональные (*A. oeconomus* — 6.5 %, *Arvicola amphibius* — 1 %) (Гуслицер, Павлов, 1988). В микротериофауне из Щугер-4 78 % приходится на тундровые и тундростепные виды (*Ochotona pusilla* — 1 %, *Dicrostonyx gulielmi* — 15.8 %, *Lemmus sibiricus* — 36.2 %, *L. gregalis* — 25.3 %), 16 % — на лесные (*Cl. ex gr. rutilus-glareolus* — 2.7 %, *Myopus schisticolor* — 6.4 %, *M. agrestis* — 7.2 %) и 5 % — на ин- тразональные (*Arvicola amphibius* — 1.8 %, *A. oeconomus* — 3.8 %) (Кряжева и др., 2012). Палинологические дан- ные из этого местонахождения указывают на произ- растание в это время на западном склоне Приполярного Урала тундроподобных ерниковых березовых зарос- лей и травянистых ассоциаций из разнотравья, злаков и маревых (Голубева, Кряжева, 2020).

На западном склоне Северного Урала известно еще одно местонахождение с идентичными составом и структурой микротериофауны, не имеющее датиров- ки, отнесенное к позднелепестовой по микротерио- логическим и палинологическим данным, — ниша Филина. Фауна грызунов из слоя 3 ниши Филина на 77 % представлена тундровыми и тундростепными ви- дами (*Ochotona pusilla* — 1 %, *Dicrostonyx gulielmi* — 28.5 %, *Lemmus sibiricus* — 22.3 %, *L. gregalis* — 25 %), на 15 % лесными (*Cl. ex gr. rutilus-glareolus* — 4.5 %, *M. agrestis* — 10.7 %) и на 8 % интразональными (*Arvicola amphibius* — 8 %). Палинологические спектры из этой части раз- реза ниши Филина указывают на преобладание в рас- тительном покрове ерников — кустарниковых зарос- лей березы — с березовыми редколесьями и единич- ными деревьями ели. В травяном покрове преоблада- ли злаковые и маревые. Климатические условия были холоднее современных (Кряжева и др., 2022).

По данным палинологии, в позднелепестовое вре- мя на северо-востоке европейской части России были широко распространены перигляциальная кустарни- ковая тундра (севернее 61–63° с.ш.) и перигляциаль- ная лесотундра (59–62° с.ш.) с участками тундростепи (Арсланов и др., 1981; Гричук, 1982, 1989; Никифорова,

1982; Симакова, Пузаченко, 2008; Borisova, Zelikson, 1995; Velichko et al., 1997, 2002).

Таким образом, учитывая практически полное сходство позднелепестовых сообществ микромам- малей Северного и Приполярного Урала с ископаемыми комплексами из грота Фигурный и слоя 3 грота Илыч, а также морфологические характеристики копытных леммингов из описываемых местонахождений, мож- но предположить, что эти комплексы сформировались в конце позднелепестового времени (20 — 11.7 тыс. кал. лет назад), возможно в бёллинге-аллерёде (14.7– 12.7 тыс. кал. лет назад). Присутствие в отложениях грота Фигурный остатков таких видов, как лошадь, шер- стистый носорог, северный олень, овцебык и бизон (Гуслицер, Канивец, 1965; Кузьмина, 1971), не приспо- собленных к глубоким снегам, указывают на преобла- дание обширных открытых ландшафтов лесостепно- го или лесотундрового типа с неглубоким снежным по- кровом зимой и обилием злаковых растений, состав- лявших основную часть рациона этих животных. Высокая доля (до 50 %) остатков криоксерофитных ви- дов (узкочерепной полевки и копытного лемминга) в сообществах микромаммалей, а также очень низкая доля интразональных видов (2.5–8 %), вероятно, ука- зывают на холодный, преимущественно сухой климат.

Состав и структура микротериофауны из слоя 2 грота Илыч существенно отличается от сообщества ми- кромаммалей из нижележащего слоя 3 и пока не име- ет датированных аналогов в регионе. Однако в 50 км к юго-востоку от района исследований, в нише Филина обнаружен ископаемый комплекс со схожим составом и структурой микротериофауны (рис. 8). Он на 55 % состоит из лесных видов, на 24 % из тундровых и на 21 % из интразональных (Кряжева и др., 2022). Эти ис- копаемые комплексы не похожи ни на один извест- ный позднелепестовый и голоценовый комплекс мелких млекопитающих Тимано-Североуральского ре- гиона. По сравнению с позднелепестовыми сооб- ществами в них слишком низкая доля тундровых и тун- дростепных видов, а также отсутствуют остатки степ- ной пищи, которые обнаружены во всех сообществах микромаммалей позднего плейстоцена. В начале ран- него голоцена (около 10.6 кал. тыс. лет назад) в микро- териофауне региона наблюдалась высокая доля тун- дровых и тундростепных видов (от 35 до 41%), затем около 9.5 кал. тыс. лет назад их доля сократилась до 10 %, к середине позднего голоцена доля тундровых видов составляла 3–8 % в сообществах мелких млеко- питающих субарктической зоны региона, а на терри- тории современной таежной зоны тундровые виды полностью отсутствовали в это время (Кряжева, Пономарев, 2014; Кряжева и др., 2012, 2018, 2022; Смирнов, 1996; Смирнов и др., 1999). Принимая во вни- мание довольно существенную долю тундровых и тун- дростепных видов в фауне грызунов из слоя 2 грота Илыч (24.6 %), а также положение в разрезе костенос- ного горизонта, можно предположить, что формиро- вание комплекса происходило в один из периодов ран- него голоцена, при переходе от тундроподобных ланд- шафтов к лесным. Согласно последним палинологиче- ским данным, в начале голоцена (11.7–8.2 тыс. кал. лет назад) в Северном Предуралье была развита светлос- войная тайга. В составе древостоев преобладали бере- за и сосна/ель (Barhoumi et al., 2020).

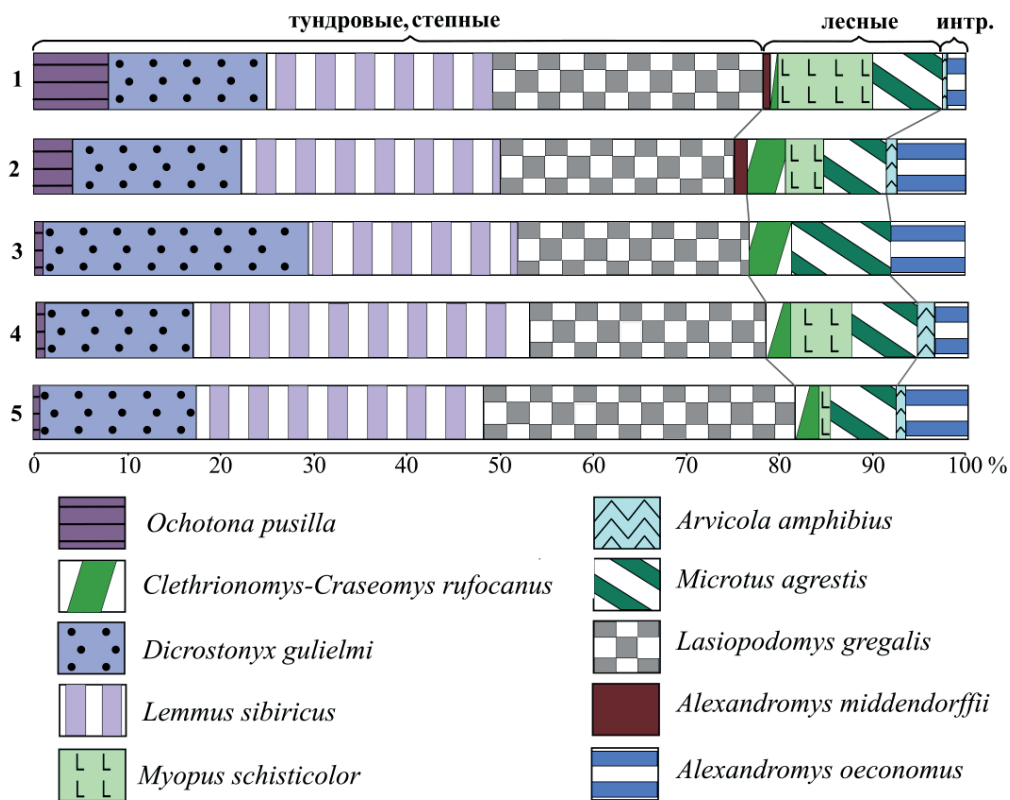


Рис. 7. Состав фауны грызунов (%) из позднеледниковых местонахождений Северного и Приполярного Урала: 1 — грота Илыч (слой 3), 2 — грота Фигурный, 3 — ниши Филина (слой 3), 4 — грота Шугер-4 (слой 2 и 3), 5 — Медвежьей пещеры (бурый суглинок А)

Fig. 7. Rodent fauna composition from the Late Glacial localities in the Northern and Subpolar Urals, %: 1 — Ilych grotto, 2 — Figurny grotto, 3 — Filin niche (layer 3), 4 — Shchuger-4 grotto (layers 2 and 3), 5 — Medvezh'ya Cave (brown loam A)

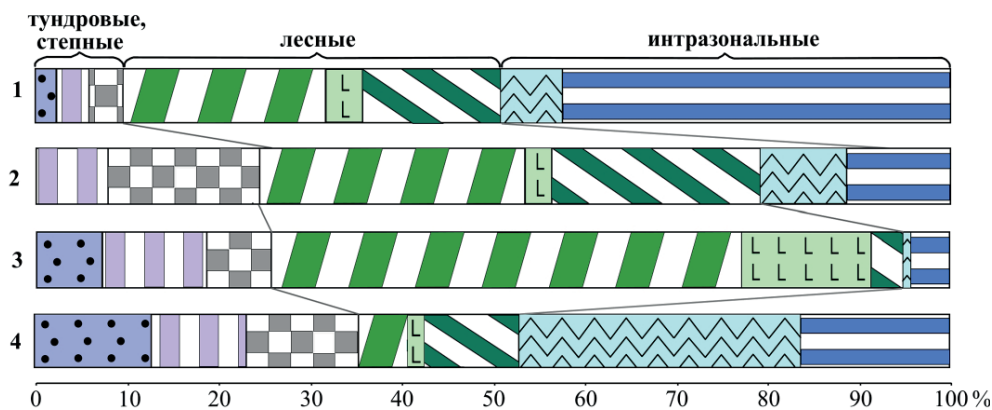


Рис. 8. Состав фауны грызунов (%) из раннеголоценовых местонахождений гряды Чернышева, Северного и Приполярного Урала: 1 — грота Уса-2 (слой 2), 2 — ниши Филина (нижняя часть слоя 1), 3 — грота Илыч (слой 2), 4 — грота Кожым-1 (слой 2). условные обозначения см. на рис. 7

Fig. 8. Rodent fauna composition from the Early Holocene localities in the Chernyshev Ridge, Northern and Subpolar Urals, %: 1 — Usa-2 grotto (layer 2), 2 — Filin niche (layer 1, lower part), 3 — Ilych grotto (layer 2), 4 — Kozhym-1 grotto (layer 2). Legend is given in Fig. 7

Выводы

Анализ состава фауны мелких растительноядных млекопитающих из двух пещерных местонахождений западного склона Северного Урала позволяет выделить две фазы развития микротериофауны, сильно различающиеся между собой: позднеледниковую и раннеголоценовую.

В позднеледниковое время в районе исследований в фауне мелких растительноядных млекопитающих доминировали тундровые и тундростепные виды (до 82 %), состав и структура сообществ была схожа со

всеми позднеледниковыми сообществами Северного и Приполярного Урала. Район среднего течения р. Илыч в это время характеризовался обширными открытыми пространствами, занятыми лесотундровой или лесостепной растительностью, с относительно невысоким снежным покровом в зимний период. Климат был значительно холоднее современного, преимущественно засушливым, с малым количеством осадков.

К началу голоцена произошла резкая смена доминирующих видов в сообществах мелких растительноядных млекопитающих, тундровые и тундростепные виды сократились до 25 %, а доля лесных увеличилась

до 71 %. Изменения микротериофауны были следствием трансформации климата и состава растительности — голоценовое потепление привело к смене лесостепных и лесотундровых ландшафтов светлехвойной тайгой. В составе древостоев преобладали береза и сосна/ель.

Автор выражает благодарность администрации Печоро-Илычского государственного природного заповедника за предоставленную возможность исследования карстовых образований на реке Илыч.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Эволюция биоты и среды ее обитания как основа расчленения и геологической корреляции осадочного чехла Печорской плиты и ее складчатого обрамления» № 122040600008-5.

Литература / References

- Абрамсон Н. И., Лисовский А. А. Полевки // Млекопитающие России: систематико-географический справочник / Ред. И. Я. Павлинов, А. А. Лисовский. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 220–276 (Сб. тр. Зоол. музея МГУ. Т. 52).
- Abramson N. I., Lisovskij A. A. *Polevki Mlekopitayushchie Rossii: sistematiko-geograficheskii spravochnik* (The Mammals of Russia: A Taxonomic and Geographic Reference), Pavlinov, I. Ya. and Lisovskii, A. A., Eds., (Trans. Zool. Museum Moscow State Univ., V. 52), Moscow: Tov-vo Nauchn. Izd. KMK, 2012, pp. 220–276.
- Андреичева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И., Буравская М. Н., Голубева Ю. В. Природная среда неоплейстоцена и голоцена на Европейском Северо-Востоке России. М.: ГЕОС, 2015. 224 с.
- Andreicheva L. N., Marchenko-Vagapova T. I., Buravskaya M. N., Golubeva I. V. *Prirodnaya sreda neoplejstocena i golocena na Evropeyskom Severo-Vostoke Rossii* (Neopleistocene and Holocene natural environment in the European northeast of Russia). Moscow: GEOS, 2015, 224 p.
- Арсланов Х. А., Лавров А. С., Никифорова Л. Д. О стратиграфии, геохронологии и изменении климата среднего и позднего плейстоцена и голоцена на северо-востоке Русской равнины // Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины. М.: Изд-во АН СССР, 1981. С. 45–54.
- Arslanov H. A., Lavrov A. S., Nikiforova L. D. *O stratigrafii, geohronologii i izmenenii klimata srednego i pozdnego plejstocena i golocena na severo-vostoke Russkoj ravniny*. (Stratigraphy, geochronology and climate changes of the Middle and Late Pleistocene and Holocene in the north-east of the Russian Plain). Pleistocene Glaciations of the East European Plain), Moscow: Izd. Akad. Nauk SSSR, 1981, pp. 45–54.
- Археология Республики Коми. М.: ДиК, 1997. 758 с.
- Arheologiya Respubliki Komi* (Archeology of the Republic of Komi) Moscow: DiK, 1997, 758 p.
- Большаков В. Н. Мир млекопитающих // Природа Урала. Екатеринбург: Банк культурной информации, 1997. Вып. 4. С. 5–54.
- Bol'shakov V. N. *Mir mlekopitayushchih* (The world of mammals). Priroda Urala (Nature of the Urals). Yekaterinburg: Bank kul'turnoj informacii. 1997, V. 4, pp. 5–54.
- Большаков В. Н., Васильева И. А., Малеева А. Г. Морфотипическая изменчивость зубов полевок. М.: Наука, 1980. 140 с.
- Bol'shakov V. N., Vasil'eva I. A., Maleeva A. G. *Morfotipicheskaya izmenchivost' zubov polevok* (Morphotype Variation of Vole Teeth), Moscow: Nauka, 1980, 140 p.
- Бородин А. В., Коурова Т. П., Маркова Е. А. Размерные характеристики щечных зубов лесных полевок *Clethrionomus (Craseomys) rufocanus*, Cl. (*Clethrionomus glareolus*, Cl. (Cl.) *rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) и их использование для видовой идентификации // Зоологич. журн. 2005. Т. 84. № 2. С. 236–244.
- Borodin A. V., Kourova T. P., Markova E. A. *Razmernye kharakteristiki shchechnyh zubov lesnykh polevok Clethrionomus (Craseomys) rufocanus*, Cl. (*Clethrionomus glareolus*, Cl. (Cl.) *rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) i ih ispol'zovanie dlya vidovoy identifikacii (Dimensional parameters of buccal teeth in voles *Clethrionomys (Craseomys) rufocanus*, Cl. (*Clethrionomys glareolus*, and Cl. (Cl.) *rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) and their use for species identification). Zool. Zh., 2005, V. 84, No. 2, pp. 236–244.
- Верещагин Н. К., Кузьмина И. Е. Раскопки в пещерах Северного Урала // Природа. 1962. № 3. С. 76–78.
- Vereshchagin N. K., Kuz'mina I. E. *Raskopki v peshcherah Severnogo Urala* (Excavations in caves of the Northern Urals), Priroda, 1962, No. 3, pp. 76–78.
- Головачев И. Б., Смирнов Н. Г., Добышева Э. В., Пономарев Д. В. К истории современных подвидов узкочерепной полевки // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2001. В. 2. С. 49–57.
- Golovachev I. B., Smirnov N. G., Dobysheva E. V., Ponomarev D. V. *K istorii sovremennykh podvidov uzko-cherepnoj polevki* (On the history of recent narrow-skulled vole subspecies). Trans. Conf. of Young Scientists "Proc. Conf. on Current Problems in Population, Historical, and Applied Ecology", Ekaterinburg, 2001, V. 2, pp. 49–57.
- Голубева Ю. В., Кряжева И. В. Развитие растительности и микротериофауны в позднеледниковье и голоцене на территории национального парка «Югыд ва» // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28. № 3. С. 148–160.
- Golubeva YU. V., Kryazheva I. V. *Razvitie rastitel'nosti i mikroteriofauny v pozdnelednikov'e i golocene na territorii nacional'nogo parka «Yugyd-va»* (Vegetation and Microtheriofauna Dynamics during the Late Glaciation and Holocene in the Yugyd-Va National Park). Stratigr. Geol. Correl., 2020, V. 28, No. 3, pp. 148–160.
- Гричук В. П. Растительность Европы в позднем плейстоцене // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. М.: Наука, 1982. С. 92–109.
- Grichuk V. P. *Rastitel'nost' Evropy v pozdnem plejstocene* (Vegetation of Europe in Late Pleistocene) (Paleogeography of Europe Over the Last 100000 Years), Moscow: Nauka, 1982, pp. 92–109.
- Гричук В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. М.: Наука, 1989. 183 с.
- Grichuk V. P. *Istoriya flory i rastitel'nosti Russkoj ravniny v plejstocene* (History of flora and vegetation of the Russian plain during the Pleistocene). Moscow: Nauka, 1989, 183 p.
- Громов И. М., Ербаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб.: ЗИН РАН, 1995. 522 с.
- Gromov I. M., Erbaeva M. A. *Mlekopitayushchie fauny Rossii i sopredel'nyh territorij. Zajceobraznye i gryzuny* (The



- Mammals of Russia and Adjacent Territories (Lagomorphs and Rodents)), St. Petersburg: Zool. Inst. Ross. Akad. Nauk, 1995, 522 p.
- Гуслицер Б. И., Канивец В. И. Пещеры Печорского Урала. М.: Наука, 1965. 134 с.
- Guslits B. I., Kanivets V. I. *Peshchery Pechorskogo Urala*. (Caves of the Pechora Urals). Moscow: Nauka, 1965, 134 p.
- Гуслицер Б. И., Павлов П. Ю. Верхнепалеолитическая стоянка Медвежьей пещеры // Памятники эпохи камня и металла Северного Приуралья: Материалы по археологии Европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 1988. В. 11. С. 5–18.
- Guslits B. I., Pavlov P. Yu. *Verhnepaleoliticheskaya stojanka Medvezh'ya peshhera*. Upper Palaeolithic site of Medvezh'ya Cave (Monuments of the Stone and Metal Ages of the Northern Urals. Materials on Archeology of European North-East), Syktvykar, 1988, V. 11, pp. 5–18.
- Гуслицер Б. И., Павлов П. Ю., Панюкова Н. Н. Биостратиграфия и возраст отложений пещеры Студеной на верхней Печоре // Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР. 1989. Вып. 73. С. 92–100.
- Guslits B. I., Pavlov P. Yu., Panyukova N. N. *Biostratigrafija i vozrast otlozhenij peshhery Studenoy na verhnej Pechore* (Biostratigraphy and age of the sediments of Studenaya cave in the Upper Pechora River). Proceeding of the Institute of Geology Komi SC UB USSR AS, 73, Syktvykar, 1989, pp. 92–100.
- Ербаева М. А. Пищуки кайнозоя. М.: Наука, 1988. 224 с.
- Erbaeva M. A. *Pishchuhi kajnozoya* (Cenozoic Pikas: Taxonomy Systematics, and Phylogeny), Moscow: Nauka, 1988, 224 p.
- Кочев В. А. Плейстоценовые грызуны северо-востока европейской части России и их стратиграфическое значение. СПб.: Наука, 1993. 112 с.
- Kochev V. A. *Plejstocenovyje gryzyny severo-vostoka Evropejskoj chasti Rossii i ih stratigraficheskoe znachenie* (Pleistocene rodents of north-eastern Europe and their stratigraphic significance). St. Petersburg: Nauka, 1993, 112 p.
- Кряжева И. В., Пономарев Д. В. Микротерофауна западного склона Приполярного Урала в позднем плейстоцене и голоцене (р. Кожым) // Вестник Института геологии. 2014. № 5. С. 3–9.
- Kryazheva I. V., Ponomarev D. V. *Mikroteriofauna zapadnogo sklona Pripolyarnogo Urala v pozdnem plejstocene i golocene (r. Kozhim)* (Late Quaternary microtheriofauna of Kozhym river basin (the Subpolar Urals)). Vestnik of IG Komi SC UB RAS, 2014, No. 5, pp. 3–9.
- Кряжева И. В., Пономарев Д. В., Голубева Ю. В. Изменения фаунистических и флористических ассоциаций Печорского Урала с конца среднего валдая до позднего голоцена // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2022. Том 30. № 6. С. 67–86.
- Kryazheva I. V., Ponomarev D. V., Golubeva Yu. V. *Izmeneniya faunisticheskikh i floristicheskikh asociacij Pechorskogo Urala s konca srednego valdaya do pozdnego golocena* (Changes in Fauna and Flora Associations in the Pechora Urals from the End of the Middle Valdai to the Late Holocene). Stratigr. Geol. Correl., 2022, V. 30, No. 6, pp. 67–86.
- Кряжева И. В., Пономарев Д. В., ван Кольфсхотен Т., ван дер Плихт Й. История формирования современных сообществ микромаммалий Приполярного Урала // Экология. 2012. № 6. С. 434–441.
- Kryazheva I. V., Ponomarev D. V., van Kol'fskhoten T., van der Pliht J. *Istoriya formirovaniya sovremennykh soobshchestv mikromammalij Pripolyarnogo Urala* (History of formation of modern communities of micromammals of Subpolar Urals). Ekologiya, 2012, No. 6, pp. 434–441.
- Кряжева И. В., Пономарев Д. В., ван Кольфсхотен Т., ван дер Плихт Й. Мелкие млекопитающие голоцена из пещерных местонахождений бассейна р. Уса (гряда Чернышева, северо-восток европейской части России) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. С. 34–40.
- Kryazheva I. V., Ponomarev D. V., T. van Kol'fskhoten, J. van der Pliht *Melkie mlekopitayushchie golocena iz peshchernykh mestonahozhdenij bassejna r. Usa (gryada Chernysheva, severo-vostok evropejskoj chasti Rossii)* (Holocene small mammals from caves localities of Usa river valley (Chernyshev's ridge, north-eastern part of European Russia)). Vestnik of IG Komi SC UB RAS, 2018, No. 7, pp. 34–40.
- Кузьмина И. Е. Сайга и степная пищуха в верховьях Печоры. Краткое сообщение // Зоол. журнал. 1965. Т. 44. Вып. 2. С. 307–311.
- Kuz'mina I. E. *Sajga i stepnaya pishchuha v verhov'yah Pechory* (Saiga and Steppe Pika at the Upper Reaches of the Pechora River). Zool. Zh. Moscow, 1965, V. 44, No. 2, pp. 307–311.
- Кузьмина И. Е. Формирование териофауны Северного Урала в позднем антропогене // Тр. Зоологич. ин-та АН СССР. 1971. Т. 49. С. 44–122.
- Kuz'mina I. E. *Formirovanie teriofauny Severnogo Urala v pozdnem antropogene* (Formation of the theriofauna of the Northern Urals in the Late Anthropogenesis). Trans. Zool. Inst. USSR Acad. Sci., 1971, V. 49, pp. 44–122.
- Никифорова Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
- Nikiforova L. D. *Dinamika landshaftnykh zon golocena Severo-Vostoka Evropejskoj chasti SSSR* (Dynamics of landscape zones of Holocene in north-western part of European USSR). In: *Razvitie prirody territorii SSSR v pozdnem pleistotsene i golotsene* (Development of nature of USSR area in Late Pleistocene and Holocene). Moscow: Nauka, 1982, pp. 154–162.
- Павлов П. Ю. Палеонтологические памятники северо-востока европейской части России. Сыктывкар, 1996. 193 с.
- Pavlov P. Yu. *Paleontologicheskie pamyatniki severo-vostoka evropejskoj chasti Rossii* (Paleontological memorial of the north-east of the European part of Russia). Syktvykar, 1996. 193 p.
- Полежаев Н. М. Северная пищуха // Фауна Европейского Северо-Востока России. Млекопитающие. Т. II. Ч. 1. СПб.: Наука, 1994. С. 90–94.
- Polezhaev N. M. *Severnaya pishchuha* (Northern pika). The Fauna of Northeastern European Russia. Mammals). V. II. part 1. St. Petersburg: Nauka, 1994, pp. 90–94.
- Симакова А. Н., Пузаченко А. Ю. Растительность в период межстадиальных потеплений беллинг – аллерд (<12.4 – >10.9 тыс. л. н.) // Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л. н.). М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2008. С. 369–395.
- Simakova A. N., Puzachenko A. Yu. *Rastitel'nost' v period mezhstadial'nykh poteplenij belling–allered (<12.4–>10.9*

- tys. l.n.) (The vegetation during Bolling-Allerod Interstadial complex (BAIC) (<12.4–>=1 0.9 kyr BP)). Evolution of Evolution of the European ecosystems during the Pleistocene – Holocene transition (24–8 kyr BP), 315–341. Moscow: KMK, 2008, pp. 369–395.
- Смирнов Н. Г. Разнообразие мелких млекопитающих Северного Урала в позднем плейстоцене и голоцене // Материалы и исследования по истории современной фауны Урала. Екатеринбург, 1996. С. 39–83.
- Smirnov, N. G. *Raznoobrazie melkih mlekopitajushhih Severnogo Urala v pozdnem pleistocene i golocene* (Small mammal diversity of Northern Urals in Late Pleistocene and Holocene). *Materialy i issledovaniya po istorii sovremennoj fauny Urala*. Sbornik nauchnykh trudov. Yekaterinburg, 1996, pp. 39–83.
- Смирнов Н. Г., Головачев И. Б., Бачура О. П., Кузнецова И. А., Чепраков М. И. Сложные случаи определения зубов грызунов из отложений позднего плейстоцена и голоцена тундровых районов Северной Евразии: Материалы по истории и современному состоянию фауны севера Западной Сибири. Рифей. Челябинск, 1997. С. 60–90.
- Smirnov N. G., Golovachev I. B., Bachura O. P., Kuznetsova I. A., Cheprakov M. I. *Slozhnye sluchai opredeleniya zubov gryzunov iz otlozhenij pozdnego pleistocena i golocena tundrovyyh rajonov Severnoj Evrazii* (Complicated cases of identifying rodent teeth from Late Pleistocene and Holocene deposits of tundra regions of Northern Eurasia.). *Materialy po istorii i sovremennomu sostojaniyu fauny severa Zapadnoj Sibiri. Rifej*. Chelyabinsk, 1997, pp. 60–90.
- Смирнов Н. Г., Андреичева Л. Н., Корона О. М., Зиновьев Е. В., Головачев И. Б., Павлов П. Ю., Хуфхаммер А. К. Материалы к характеристике биоты Приуральской Субарктики в голоценовом оптимуме // Биота Приуральской Субарктики в позднем плейстоцене и голоцене. Екатеринбург, 1999. С. 23–60.
- Smirnov N. G., Andreicheva L. N., Korona O. M., Zinovev E. V., Golovachev I. B., Pavlov P. J., Hufthammer A.-K. *Materialy k harakteristike bioty Priural'skoj Subarktiki v golocenovom optimume* (Materials to characterize biota of the Pre-Urals Subarctic during the Holocene optimum). In: *Biota Priural'skoj Subarktiki v pozdnem pleistocene i golocene*: collection of papers. Yekaterinburg, 1999, pp. 23–60.
- Тетерина А. А. Использование морфологического строения рт3 при определении ископаемых остатков пещух из уральских местонахождений // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2001. С. 239–242.
- Teterina A. A. *Ispol'zovanie morfologicheskogo stroeniya рт3 pri opredelenii iskopaemyh ostatkov pishchuh iz ural'skih mestonahozhdenij* (The use of the morphological structure of the рт3 in the definition of fossil remains of pika's from the Ural localities) *Sovremennye problemy populyacionnoj, istoricheskoy i prikladnoj ekologii: Materialy konf. molodyh uchenyh*. Yekaterinburg, 2001, pp. 239–242.
- Borisova O. K., Zelikson E. M. Vegetation and climate of Eastern Europe during the Late Glacial Climate and environment changes of East Europe during Holocene and Late–Middle Pleistocene // Preprint of research materials for IGU 46 Conference «Global Changes and Geography». Moscow: Institute of Geography RAS, 1995. P. 14–19.
- Barhouni C., Ali A. A., Peyron O., Dugerdil L., Borisova O., Golubeva Y., Subetto D., Kryshen A., Drobyshev I., Joannin, S. Did long-term fire control the coniferous boreal forest composition of northern Ural region (Komi Republic, Russia)? // J. Biogeography. 2020. V. 47. No. 11. P. 2426–2441. <https://doi.org/10.1111/jbi.13922>.
- Kryazheva I. V., Ponomarev D. V., van Kolfschoten T., van der Plicht J. New data on the Holocene history of the rodent fauna in the Pre-Uralian Subarctic (the Chernyshev Ridge, north-eastern part of European Russia) // Russian J. Theriology. 2022. V.21. No. 1. P. 82–93. DOI: 10.15298/rusjtheriol
- Kryštufek B., Tesakov A. S., Lebedev V. S., Bannikova A. A., Abramson N. I., Shenbrot G. Back to the future: the proper name for red-backed voles is *Clethrionomys Tilesius* and not *Myodes Pallas* // Mammalia. 2020. V. 84. № 2. P. 214–217.
- Ponomarev D., Puzachenko A. Changes in the morphology and morphological diversity of the first lower molar of narrow-headed voles (*Microtus gregalis*, Arvicolinae, Rodentia) from northeastern European Russia since the Late Pleistocene // Quaternary Int. 2017. V. 436. P. 239–252.
- Ponomarev D., Puzachenko A. Evolution of occlusal shape of the first and second upper molars of Middle-Late Pleistocene collared lemmings (*Dicrostonyx*, Arvicolinae, Rodentia) in northeast European Russia // Boreas. 2015. V. 44. P. 741–759.
- Velichko A. A., Andreev A. A., Klimanov V. A. Climate and vegetation dynamics in the Tundra and Forest Zone during the Late glacial and Holocene // Quaternary Int. 1997. V. 41/42. P. 71–96.
- Velichko A. A., Catto N., Drenova A. N., Klimanov V. A., Kremenetski K. V., Nechaev V. P. Climate changes in East Europe and Siberia at the Late glacial-holocene transition // Quaternary Int. 2002. V. 91. P. 75–99.

Поступила в редакцию / Received 09.02.2023



Палинокомплекс сининской свиты (средний триас) из обнажений на реке Вёртный (Большесынинская впадина, Тимано-Североуральский регион)

Н. В. Ильина¹, В. А. Жарков²

¹Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

ilyina@geo.komisc.ru

²Межведомственный стратиграфический комитет, комиссия по неогеновой системе, Сыктывкар

vladimir.a.zharkov@gmail.com

Представлены результаты палинологического изучения терригенных пород, выходящих на дневную поверхность в низовьях р. Вёртный и сопоставленных с сининской свитой большесынинской серии легенды Северо-Уральской серии листов ГК-200/2. Определён среднетриасовый (ладинский) возраст пород. Проведён количественный анализ видового состава выделенного палинокомплекса методом экогрупп спороморф (SEG-analysis). По палинологическим данным реконструированы элементы наземного растительного покрова и ландшафтных условий. Сделан вывод о том, что изученные отложения были сформированы в ладинском веке в условиях, отвечающих очень тёплому влажному климату в пределах обширной палеodelты, подверженной воздействию приливов и отливов. В формировании наземного растительного покрова ведущая роль принадлежала влаголюбивым растениям, характерным для прибрежных маршей, дельтовых низменностей и приливно-отливных отмелей с мангровоподобными зарослями.

Ключевые слова: споры и пыльца, сининская свита, средний триас, Большесынинская впадина, Тимано-Североуральский регион.

Palynological assemblage of the Synya Formation (Middle Triassic) from outcrops at the Vertny river (Bol'shaya Synya Depression, the Timan-Northern Urals region)

N. V. Ilyina¹, V. A. Zharkov²

¹Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

²Interdepartament Stratigraphic Committee, Commission on the Neogene System, Syktyvkar

The results of a palynological study of terrigenous rocks exposed in the lower reaches of the Vertny River and correlated with the Syninskaya Formation of the Bolshesyninskaya Series of the Legend of the North Ural Sheet Series GK-200/2 are presented. The Middle Triassic (Ladinian) age of the rocks was determined. A quantitative analysis of the species composition of the identified palynological assemblage using the Sporomorph EcoGroup method (SEG-analysis) was carried out. Based on palynological data, elements of the vegetation cover and landscape conditions have been reconstructed. It is concluded that the studied deposits were formed in the Ladinian Age in a very warm, humid climate within a vast tidal paleodelta. In the formation of the terrestrial vegetation cover, the leading role was played by moisture-loving plants characteristic of coastal marshes, deltaic lowlands, and tidal flats with mangrove-like thickets.

Keywords: spores and pollen, Syninskaya Formation, Middle Triassic, Ladinian, the Timan-Northern Urals region.

Введение

Триасовые отложения в Большесынинской впадине (БСВ) представлены в объёме трёх отделов. Современные представления об их структурно-тектоническом положении, литологическом составе, условиях образования, стратиграфическом диапазоне базируются на материалах комплексных геофизических исследований, структурно-поискового бурения, геолого-съёмочных, научных и тематических работ.

Вопросами стратиграфии и палеонтологии триасовых отложений БСВ в разное время и с разной степенью детальности занимались многие специалисты. При этом, как отмечал И. С. Муравьёв, в вопросах стратиграфической номенклатуры, определения возраста

отдельных свит и их границ у геологов существовали большие разногласия (Муравьёв, 1966). Подробно история изучения триасовых отложений БСВ, эволюция взглядов на стратиграфический объём и номенклатуру подразделений изложены в работах И. С. Муравьёва и И. В. Новикова (Муравьёв, 1966; Новиков, 1994). В основу стратиграфической схемы триаса, принятой IV Уральским межведомственным региональным стратиграфическим совещанием (IV УрМСС), положены результаты литолого-фациальных исследований В. П. Горского, Ф. И. Енцовой, И. З. Калантар, В. К. Ливанова, И. С. Муравьёва, В. И. Чалышева (Объяснительная записка..., 1997). Стратиграфический объём триасовых образований в БСВ и возраст выделенных местных

Для цитирования: Ильина Н. В., Жарков В. А. Палинокомплекс сининской свиты (средний триас) из обнажений на реке Вёртный (Большесынинская впадина, Тимано-Североуральский регион) // Вестник геонаук. 2023. 3(339). С. 23–41. DOI: 10.19110/geov.2023.3.3

For citation: Ilyina N. V., Zharkov V. A. Palynological assemblage of the Synya Formation (Middle Triassic) from outcrops at the Vertny river (Bol'shaya Synya Depression, the Timan-Northern Urals region). Vestnik of Geosciences, 2023, 3(339), pp. 23–41, doi: 10.19110/geov.2023.3.3



свит определены по данным палеонтологических исследований, обобщённых в работах (Добрускина, 1980, 1982; Новиков, 1994; Ильина, 2001).

Решением IV УрМСС в БСВ выделены нижнетриасовые песчано-глинистая толща (ранее усть-берёзовская свита) и бызовская свита со скользящей между ними границей в пределах оленёкского века. К среднему триасу отнесены краснокаменная, керьямаёльская (надкраснокаменная — Новиков, 1994; Ильина, 2001) и сынинская свиты, к верхнему — мишайгская свита. Сынинская и мишайгская свиты объединены в большесынинскую серию (залазнинскую — Новиков, 1994; Ильина, 2001). В восточных районах впадины грубообломочным аналогом краснокаменной свиты является переборская толща (Объяснительная записка..., 1997).

При этом в соответствии с легендой Североуральской серии листов ГК-200/2 (отчёт Дембовского и др., 2000¹) на принятой к изданию госгеолкарте листа Q-40-XXIX (в печати) закартированы с учётом литологического состава и физических свойств пород поля распространения устьберёзовской свиты (T_{1ub}), нерасчленённых бызовской свиты и переборской толщи ($T_{1-2bz-pr}$), объединённых краснокаменной и керьямаёльской свит (T_{2kk+kr}) и большесынинской серии (T_{2-3bs}).

Заметные разногласия в оценке возраста одноимённых свит и толщ создают трудности при сопоставлении материалов геологов-нефтяников, использующих легенду IV УрМСС, и материалов геологов-съёмщиков, работающих в серийных легендах ГК-200/2. В основе разногласий лежит плохая площадная обнажённость, малая доступность разрезов триасовых образований и, как следствие, их неравномерная био-стратиграфическая изученность.

Наиболее изучены геологами разрезы триаса по берегам р. Большая Сыня в районе урочища «Красный Камень» и по мелким водотокам, расположенным вблизи урочища. Ближайшие немногочисленные, в разной степени охарактеризованные керном структурно-поисковые скважины расположены в пределах Сынинской, Западно-Сынинской, Аранецкой, Вяткинской и Переборской структур.

Материалы о строении триасовых отложений в районе среднего течения р. Печоры изложены в отчётах по геолого-съёмочным работам конца 50-х — начала 60-х годов XX века и в материалах полевых исследований В. И. Чалышева, который изучил берега р. Печоры и её правых притоков: рек Большой и Малый Аранец, Малая Кожва, Берёзовка, Залазная, Перебор (Чалышев, Варюхина 1966; отчеты Грибанова, Проскурина, 1959; Муравьева и др., 1961; Костюшко, 1964²).

В ходе предшествующих геологических, научных и тематических исследований в триасовых образованиях обнаружены проявления угленосности, фосфоритоносности, признаки палеороссыпной золотоносности, проявления минеральных пигментов, связанных с корами выветривания. В связи с дефицитом в РФ титановых руд большой интерес вызывают ильменитосодержащие палеороссыпепроявления.

Обогащённые магнетитом, гематитом и ильменитом прослойки в нижнетриасовых песчаниках были описаны В. И. Чалышевым в обнажениях по берегам рек Печора (обн. 161 у деревни Бызовая), Малый Аранец (обн. 151), Залазная (обн. 117, 118), Перебор (обн. 83 и 91), Большая Сыня (обн. 66 и 70) (Чалышев, Варюхина, 1966). Повышенные концентрации ильменита в этих отложениях были установлены в ходе геолого-съёмочных работ м-ба 1 : 200 000 и поискового бурения (отчёты Грибанова, Проскурина, 1959, Муравьева и др., 1961, Костюшко, 1964²).

В среднетриасовых отложениях (в современном их понимании — Новиков, 1994; Объяснительная записка..., 1997; Ильина, 2001) повышенные содержания гематита, магнетита и ильменита были выявлены В. И. Чалышевым в надкраснокаменных песчаниках на р. Большая Сыня (обн. 71). На реках Залазная (обн. 119) и Перебор (обн. 90) в этих песчаниках В. И. Чалышевым описаны прослой гематитовой руды с содержанием железа от 19.28 до 32.9 % (Чалышев, Варюхина, 1966, стр. 39, 42–45).

В породах сынинской и мишайгской свит магнетит-гематит-ильменитовые россыпепроявления до недавнего времени не были известны.

Для обобщения и систематизации новых материалов, составления современной геологической основы и оценки перспектив территории на различные виды полезных ископаемых в 2013 году в рамках работ по объекту «ГДП-200 листа Q-40-XXIX (Вангыро-Сынинская площадь)», составление и подготовка к изданию листа Q-40-XXIII (Сынинская площадь)» (госконтракт № 2/213), проведено геологическое доизучение листа Q-40-XXIX. Территория листа охватывает бассейн верховьев р. Большая Сыня с урочищем «Красный Камень», её левобережный приток р. Кыдзьрасью и правобережье средней Печоры.

Работы были проведены с целью «создания и подготовки к изданию современной многоцелевой геологической основы для решения различных народохозяйственных задач, планирования геолого-разведочных работ, оценки перспектив территории на железо, фосфор, золото, алмазы и другие полезные ископаемые» (отчет Жаркова и др., 2015³).

¹ Дембовский Б. Я., Иванов В. Н., Кузнецов Н. А. и др. Легенда Северо-Уральской серии листов ГК-200/2 (новая серия) / ГБУ РК «ТФИ РК». Воркута, 2000.

² Грибанов Б. В., Проскурин Г. Ф. Геологическое строение южной части листа Q-40-XXIX: Отчёт Верхне-Сыняюской партии №187 по работам 1958 г. / ГБУ РК «ТФИ РК». Воркута, 1959.

Муравьев И. С., Кузнецова Л. А., Буров Б. В. Геологическое строение территории южной части листа Q-40-XXVIII: Отчёт Печорской ГПСР за 1960—61 гг. / ГБУ РК «ТФИ РК». Казань, 1961.

Костюшко В. И. Отчёт о поисковых работах на триасовые россыпи титана в Печорском районе Коми АССР. Район среднего течения р. Печоры: Отчет Бызовской поисковой партии за 1963–64 гг. / ГБУ РК «ТФИ РК». Ухта, 1964.

³ Жарков В. А., Колесник Л. С., Сокерин М. Ю. и др. Отчёт о результатах работ по объекту «ГДП-200 листа Q-40-XXIX (Вангыро-Сынинская площадь)», составление и подготовка к изданию Госгеолкарты-200 листа Q-40-XXIII (Сынинская площадь) / ГБУ РК «ТФИ РК». Сыктывкар, 2015.



Геологическим заданием было предусмотрено доизучение стратифицированных и нестратифицированных образований, уточнение объёма, вещественного состава, возраста, геохимической и минерагенической специализации формационно- и фациально-разнородных образований территории листа.

Основной задачей доизучения являлось выявление площадей, перспективных на обнаружение месторождений вышеозначенных полезных ископаемых, поэтому основные затраты в проекте были ориентированы на решение поисковых задач. Ассигнования на литологические и биостратиграфические исследования были ограниченными, поскольку представлялось, что предшествующие исследователи сделали всё возможное. Этим, в частности, объясняется редкая сеть отбора проб на палинологический анализ.

В ходе исследований разрезов триаса на р. Кыдзьрасью в поле развития большесынинской серии впервые обнаружено новое россыпепроявление ильменита с содержанием полезного компонента, близким к промышленному (более 30 кг/м^3) (Шмакова и др., 2018). Несмотря на то, что магнитная восприимчивость ильменитоносных песчаников (16.5×10^{-5} ед. СИ) более чем на порядок превосходит таковую у вмещающих пород ($0.3\text{--}0.5 \times 10^{-5}$ ед. СИ), проследить их выходы по аэромагниторазведочным данным в ходе ГДП-200 не удалось из-за пологого залегания слоёв.

Прослеживание россыпеммещающей толщи с применением горных работ также оказалось невозможным из-за дороговизны и повышенной мощности чехла кайнозойских образований. В сложившейся ситуации единственным инструментом для определения стратиграфического положения продуктивного объекта явился палинологический анализ с использованием того минимального количества проб, которые были отобраны ранее в ходе поисковых маршрутов.

Песчано-глинистые породы р. Кыдзьрасью, вмещающие предположительно линзовидные тела ильменитоносных песчаников, по результатам палинологических исследований были отнесены к сынинской свите. Определен их среднетриасовый (ладинский) возраст. Сделан предварительный вывод о формировании свиты в условиях верхней литорали водного бассейна и дельты палеореки (Ильина, Жарков, 2021).

Ниже приведены результаты исследований по определению стратиграфической принадлежности, возраста и условий формирования сероцветных песчано-глинистых, перспективно титаноносных отложений, обнажённых вдоль берегов р. Вёртный.

Краткие сведения об истории изученности

Река Вёртный — правый приток р. Печоры в её среднем течении с истоками в предгорьях хребта Сабля. В тектоническом отношении характеризуемый участок приурочен к Вяткинской депрессии, расположенной в юго-восточной части БСВ Предуральяского краевого прогиба (ПКП).

На геологической карте масштаба $1 : 200\,000$ исследованный участок р. Вёртный расположен в западной части листа Q-40-XXIX международной разграфки. Из материалов по геологической изученности, изложенных в отчётах о результатах геолого-съёмочных

работ на указанной территории, следует, что первые геологические изыскания были проведены здесь в середине XIX века А. А. Кейзерлингом, который прошёл по р. Печоре и её правым притокам, и Р. Мурчисоном, обобщившим наблюдения А. А. Кейзерлинга. Все отложения, выходящие на дневную поверхность по берегам рек, исследователи отнесли к каменноугольной системе. В последующие годы на территории проводились маршрутные изыскания, имевшие в первую очередь познавательный характер. Геологическое строение было выяснено лишь в общих чертах. Начало систематическому геолого-геофизическому изучению территории было положено в 20–30-е годы XX века работами по составлению 123-го листа десятивёрстной геологической карты европейской части СССР и первыми геолого-съёмочными работами масштаба $1 : 500\,000$. По мере накопления новой информации по геологическому строению, литологическому составу и палеонтологической характеристике осадочного покрова Печорского Приуралья и сопредельных осадочных бассейнов менялся взгляд исследователей на возраст пород, слагающих палеозойско-мезозойский осадочный чехол. По данным геологической съёмки 1933 года в бассейне среднего течения Печоры и её притоков, включая р. Вёртный, возраст коренных пород в обнажениях был определён как пермский. На сводном литологическом разрезе морские отложения были показаны в составе нижнего отдела пермской системы, а континентальные — в составе верхнего.

40–50-е годы XX века были ознаменованы резко возросшими объёмами и темпами геолого-геофизических исследований и тематических работ по изучению нефтегазоносности, угленосности, стратиграфии и тектоники БСВ и окружающих её поднятий.

В 1958–1961 гг. в бассейне среднего течения Печоры, на территории листов Q-40-XXVIII и Q-40-XXIX были проведены среднемасштабные геолого-съёмочные работы. На территории листа Q-40-XXIX были выделены верхнепермские и триасовые подразделения в объёмах, принятых для более изученной на то время Коротаихинской впадины ПКП: печорская серия (P_2pc), хейягинская свита и вышележащие триасовые образования нерасчленённые (P_2hj+T_1) (отчёт Грибанова, Проскурина, 1959²). В ходе геолого-съёмочных работ 1961 г. при сбивке геологических границ между листами Q-40-XXVIII и Q-40-XXIX триасовые отложения в бассейне р. Вёртный были изучены более детально (отчёт Муравьёва и др., 1961²), а разрез расчленён в объёмах стратиграфических подразделений триаса, принятых В. П. Горским (Горский, 1960а, 1960b). В сводном разрезе триаса были выделены: берёзовская свита (T_1), бызовская свита (T_2), переборская, краснокаменная и надкраснокаменная свиты (T_3). К сожалению, материалы И. С. Муравьёва, позже опубликованные (Муравьёв, 1966), не были учтены при подготовке к изданию комплекта ГК-200/1 листа Q-40-XXIX. На изданной в 1972 году геологической карте СССР масштаба $1 : 200\,000$ в пределах листа Q-40-XXIX триасовые образования в бассейне р. Вёртный расчленены на подсерии: нижнехейягинскую ($T_{1-3}hg_1$) и верхнехейягинскую (T_3hg_2) (Грибанов, 1972). В последующие годы стратиграфические исследования здесь не проводились.



Литологический состав сынинской свиты

Сынинской свитой завершается разрез среднего триаса в БСВ. Свита вскрыта бурением и выходит на дневную поверхность по берегам рек и ручьёв вдоль восточного борта впадины. Стратотипом свиты выбран разрез скважины 239-Вятка, пробуренной в своде Вяткинской структуры (инт. 420–959 м). Парастратотипическим является разрез скважины 202-Мишаяг, пробуренной на Мишаягской структуре (инт. 466–1046 м).

В стратотипе сынинская свита сложена сероцветными песчаниками, алевролитами, глинами. Песчаники разномзернистые, с мелкой галькой и гравием кремня, кварца и других пород; мелкосреднезернистые, полимиктовые, неравномерно глинистые, слюдястые, с линзовидными прослоями известковистого песчаника и косой и линзовидной слоистостью, с уплотнёнными окатышами серой глины, с железисто-карбонатными и пиритовыми конкрециями и многочисленными растительными остатками, распределёнными в разрезе неравномерно.

Алевролиты серые, глинистые. Глины серые, неравномерно алевролитистые, с неясной горизонтальной слоистостью. Редкие прослои коричневатой и зеленоватой-серых глин содержат сферолиты сидеритов и прожилки лептохлоритов (Калантар, 1980).

В пределах восточного борта БСВ на дневную поверхность выходит нижняя часть свиты. За её стратотип принят разрез обнажений 73 и 72 на р. Большая Сыня в урочище «Красный Камень» (Чалышев, Варюхина, 1966). Детальное литологическое описание пород в стратотипе и в обнажениях на р. Кыдзьрасью, их палеонтологическая характеристика и обоснование условий образования приведены авторами в публикации (Ильина, Жарков, 2021). Однако для последующей стратиграфической привязки сероцветных отложений, изученных по берегам р. Вёртный, следует ещё раз вернуться к литологическому строению вышеупомянутых местонахождений, а также обратить внимание на материалы В. И. Чалышева, изучившего сероцветы на реках Залазная и Перебор, правых притоках Средней Печоры к югу от р. Вёртный.

Нижняя часть сынинской свиты на р. Большая Сыня в обнажениях 73 и 72 представлена (снизу вверх):

- переслаиванием серых и зеленовато-серых алевролитов и глин с редкими прослойками мелкозернистых песчаников, в глинах найдены остатки листовой флоры;

- линзой неотсортированного ожелезнённого песчаника с обильными остатками рыб, единичными фрагментами наземных позвоночных, двустворками, гастроподами, с листовой флорой (костеносная точка 1);

- слоем крепкого известкового песчаника с мелкой косой слоистостью типа косой слоистости прибрежного мелководья с чётко выраженной волноприбойной рябью на поверхностях напластования, перекрытого серыми тонкослоистыми глинами с присыпками тонкозернистого песка по плоскостям наложения и редкой чешуёй ганоидных рыб (костеносная точка 2);

- толщей косо-, горизонтально-слоистых средне- и мелкозернистых песчаников серого, зеленовато-серого, чаще желтоватого от ожелезнения цвета, с глинистой галькой, углефицированными обломками дре-

весины, с прослойками, обогащёнными растительным детритом;

- ритмичным чередованием алевролитов и глин с прослоями мелкозернистых песчаников с редкими песчано-пиритовыми конкрециями, с тонким прослоем углистого сланца (Чалышев, Варюхина, 1966).

Костеносные точки 1 и 2 объединены в местонахождение тетрапод «Большая Сыня III», находки из которого включены в состав комплекса тетрапод VI, отвечающего фауне *Mastodonsaurus* и определяющего среднетриасовый, ладинский, возраст вмещающих отложений (Новиков, 1994).

По литологическим признакам и материалам изучения остатков фауны был сделан вывод о формировании сынинских отложений р. Большая Сыня в прибрежной области, скорее всего в пределах верхней литорали, крупного водного бассейна в условиях частой смены водного режима (Чалышев, Варюхина, 1966; Новиков, 1994; Ильина, Жарков, 2021).

Границу между сынинской свитой и подстилающей её надкраснокаменной свитой в этом местонахождении проводят по тектоническому нарушению.

По И. З. Калантар, в разрезе на р. Большая Сыня сынинская свита выделяется в большем объёме. В её состав включены слои 1–8 поднадвиговой части обнажения 71, которые В. И. Чалышев относил к среднему триасу (Чалышев, Варюхина, 1966; отчет Дуркиной и др., 1988⁴). Нижняя граница свиты в этом варианте проведена по исчезновению в разрезе прослоев пестроцветных глин, в подошве прослоя углистого сланца с чешуёй и костями ганоидных рыб. Далее в разрезе вскрыты (Чалышев, Варюхина, 1966):

- сероцветная толща мелкоритмичного переслаивания песчаников, алевролитов и глин с редкими сидеритовыми, фосфоритовыми и фосфорито-сидеритовыми конкрециями, слоем глинистого сидерита сферолитовой структуры, с остатками листовой флоры;

- серые и зеленовато-серые, иногда сильно ожелезнённые глины и алевролиты с прослоями песчаников и редкими сидеритовыми конкрециями, с прослоем серого пестроцвета;

- чередование зеленовато-серых мелкозернистых песчаников с зеленовато-серыми и серыми алевролитами и глинами, нередко сильно ожелезнёнными, с мелкими сидеритовыми конкрециями.

- песчаник зеленоватого цвета, с поверхности желтоватый, мелко-, среднезернистый, с довольно тонкой горизонтальной, иногда косой слоистостью, с чёрными прослойками песчаника, обогащённого растительным детритом, с прослоем серой глины в кровле.

По Новикову (1994), Ильиной (2001), эта часть разреза относится к надкраснокаменной свите. К прослою углистого сланца привязана костеносная точка 8 местонахождения тетрапод «Большая Сыня II». Палеонтологические остатки из этого местонахождения составляют основу комплекса тетрапод VI мастодонзавровой фаунистической группировки (Новиков, 1994; Ильина, 2001).

⁴ Дуркина А. В. и др. Уточнить стратиграфию фанерозоя Тимано-Печорской провинции с целью обеспечения надёжной корреляции разрезов скважин. ТПО ВНИГРИ / ГБУ РК «ТФИ РК». Ухта, 1988.



По берегам р. Кыдзьрасью на дневную поверхность выходят (Чалышев, Варюхина, 1966; отчет Жаркова и др., 2015³):

- песчаники кварцевые, желтовато-бурые и жёлтые от ожелезнения, слабосцементированные, слюдитые, с тонкими прослоями красновато-бурых песчаников, сцементированных железистым веществом, с чёрным линзовидным прослоем, обогащённым ильменитом;

- конгломерат мелкогалечный, сильно ожелезнённый, слабосцементированный грубозернистым песком, переслаивающийся с крупногалечным конгломератом;

- песчаники желтоватые, слабосцементированные, среднезернистые, горизонтально- и косослоистые, с тонкими прослойками тонкозернистых и тонкослоистых песчаников и песчаных глин с растительными остатками, с прослойками угля чёрного, блестящего, хрупкого, с прослойками крепкого песчаника, а также с линзами из обломков зеленоцветных и сероцветных глинистых пород;

- песчаники серые, тонкослоистые, сильно слюдитые, с тонкими прослойками песчаных глин, с многочисленными растительными остатками;

- песчаники зеленовато-серые и желтоватые от ожелезнения, невыветрелые, голубоватого цвета, средне- и мелкозернистые, горизонтально-слоистые;

- песчаники зеленовато-серые, сильно глинистые, тонкозернистые;

- глинисто-песчаная, сильно ожелезнённая порода с мелкими карбонатными конкрециями и с обрывками растений плохой сохранности;

- алевролиты зеленовато-серые с буроватыми пятнами.

Песчано-глинистые отложения берегов р. Кыдзьрасью по макроописанию были сопоставлены с сынинской свитой в её стратотипических разрезах (Ильина, Жарков, 2021). Сделано предположение и об общности условий их формирования в условиях верхней литорали и дельты древней реки, поддержанное результатами палинологических исследований. В. И. Чалышевым эти отложения были отнесены к среднему триасу. Палинологическими данными их среднетриасовый возраст был подтверждён и уточнён до ладинского века.

В юго-западном углу листа Q-40-XXIX сероцветные отложения в поле распространения нерасчлещённой большесынинской серии (залазинской — Новиков, 1994; Ильина, 2001) были изучены по берегам рек Залазная и Перебор (отчёт Муравьева и др., 1961²; Чалышев, Варюхина, 1966).

По Чалышеву, Варюхиной, (1966), по берегам р. Залазная на дневную поверхность выходят:

- песчаники крупно- и грубозернистые, реже среднезернистые, серые, ржаво- и грязно-жёлтые от вторичного ожелезнения, слабосцементированные, с галькой уральских пород;

- песчаники тонкозернистые, тонкогоризонтально-слоистые;

- песчаники крупно- и грубозернистые, косослоистые, жёлтые от ожелезнения, с двумя прослоями конгломератов разногалечных;

- песчаники крупнозернистые желтоватые, вверх по разрезу сменяющиеся песчаниками средне- и мел-

козернистыми желтовато-зеленоватого цвета; в средней части толщи с линзой, сложенной крупными обломками глинистых пород различного цвета (зеленовато-серого, красноватого, пестроцветного и т. д.).

В обнажениях на р. Перебор В. И. Чалышевым описаны:

- песчаники крупно- и грубозернистые с прослоем конгломерата разногалечного. На свежем изломе песчаники голубовато-серого цвета, с поверхности желтоватые от ожелезнения;

- песчаники крупно- и среднезернистые, светло-серого цвета, с прослоями очень тонкозернистых глинистых тонкослоистых песчаников с растительным детритом и обрывками растений и с прослоями серых песчаных глин;

- песчаники серые, светло-серые, желтоватые, крупнозернистые, слабосцементированные, горизонтально- и косослоистые, в средней части с полуметровым прослоем серой песчаной глины;

- песчаники серые, чуть зеленоватые, крупно- и грубозернистые.

Разрезы на реках Кыдзьрасью, Залазная и Перебор по таким литологическим особенностям, как песчаный состав, общий облик песчаников и наличие в песчаниках линз из крупных обломков глинистых пород, В. И. Чалышев считал синхроничными и датировал средним триасом (Чалышев, Варюхина, 1966, стр. 69, 72, 73). Приняв за основу точку зрения В. И. Чалышева и данные авторов по разрезу р. Кыдзьрасью, закономерно предположить принадлежность сероцветов на реках Залазная и Перебор к сынинской свите.

При описании литологического состава пород в обнажениях на р. Вёртный (рис. 1) за основу были приняты данные из материалов ГС-200 (отчёты Грибанова, Проскурина, 1959; Муравьева и др., 1961²), ранее не опубликованные. Внесены дополнения по материалам ГДП-200 (отчёт Жаркова и др., 2015³), так как за прошедшие годы часть ранее описанных коренных выходов были разрушены рекой и уничтожены оползнями, но появились свежие в других местах. В общем виде разрез имеет следующее строение (снизу вверх).

Обн. 48 (3089). Слой 1. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, полимиктовые, с глинистым цементом, с тонкоплитчатой отдельностью. Мощность 0.5 м.

Слой 2. Задернованный интервал, 2.0 м.

Слой 3. Песчаник, аналогичный слою 1. Мощность 0.4 м.

Слой 4. Глины серые и синеовато-серые, вязкие, без видимых следов слоистости. Мощность 0.7 м.

Обн. 49 (3090). Слой 1. Алевролиты голубовато-серые, песчаные, сравнительно крепкие. Мощность 0.5 м.

Слой 2. Алевролиты серые и тёмно-серые, щебёчатые, с обугленными растительными остатками. Мощность 1.5 м.

Слой 3. Задернованный интервал, 1.0 м.

Слой 4. Алевролиты зеленовато-серые с голубоватым оттенком, песчаные, комковатые. Мощность 0.5 м.

Слой 5. Алевролиты желтовато-коричневые. Мощность 0.3 м.

Слой 6. Алевролиты серовато-зеленые с голубоватым оттенком. Мощность 0.3 м.

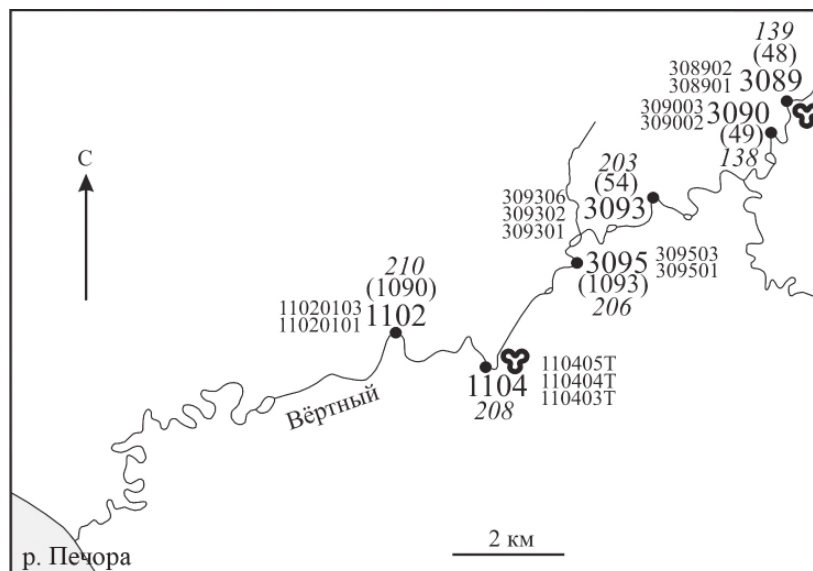


Рис. 1. Обзорная карта района исследований. Коренные выходы триасовых пород с номерами обнажений по материалам: ●3095 — ГДП-200, отчет Жаркова и др., 2015³; (1093) — ГС-200, отчет Муравьёва и др., 1961²; 206 — ГС-200, отчет Грибанова, Проскурина, 1959²; 110403Т — номера проб; ♡ — обнажения с обилием палиноморф

Fig. 1. Map of the study area. Primary outcrops of Triassic rocks with outcrop numbers based on materials: ●3095 — GDP-200, report by Zharkov et al., 2015³; (1093) — GS-200, report by Muravyov et al., 1961²; 206 — GS-200, report by Gribanov and Proskurin, 1959²; 110403T — sample numbers; ♡ — outcrops with abundant palynomorphs

Обн. 3093. Предшествующие исследователи не описывали здесь коренных выходов триаса, которые лишь позже вышли из-под уреза воды.

В нижней части обрыва высотой около 20 м и длиной 70 м обнажены алевролиты зеленовато-серые, слоистые (чередуются относительно светлые и тёмные разности), залегание субгоризонтальное. Видимая мощность 2.5 м. Выше лежат кайнозойские галечники с прослоями песков (7 м), перекрытые супесями (суглинками) буровато-серыми с обилием гальки (6 м).

Обн. 206 (3095). Слой 1. В основании обрыва высотой 8 м обнажены аргиллиты светло-серые, с ярко выраженной скорлуповатой отдельностью, легко растирающиеся пальцами. Они переслаиваются с тонкими прослоями алевролита тёмно-серого, почти чёрного, со скорлуповатой отдельностью. В нижней части — тонкий прослой обугленного растительного шлама. Аз. пад. слоистости 299°, угол 8–10°. Мощность 2.0 м.

Слой 2. Песчаники буровато-серые, рыхлые, сильно выветрелые. Мощность 0.5 м.

Обн. 208 (1104). Слой 1. Алевролиты светло-серые, слегка голубоватые, оскольчатые. Мощность 0.8 м.

Слой 2. Переслаивание песчаников слаболифизированных и алевролитов тонкослоистых, вмещающих отпечатки флоры и растительный детрит хорошей сохранности на поверхностях наложения. Изредка встречаются маломощные линзовидные включения чёрного лигнита. Алевролиты слабосцементированы. Мощность 1.0 м.

Макромерные остатки флоры принадлежат гинкгофитам *Glossophyllum* sp., осмундовым папоротникам *Cladophlebis* sp. и *Todites* sp., мараттиевым папоротникам *Bernoullia* sp. и *Danaeopsis* sp. (определения Х. Р. Домбровской).

Обн. 1102. До 1962 года коренные выходы в эрозионном обрыве отсутствовали и предшествующие исследователи описывали лишь кайнозойские образования. Однако в ходе ГДП-200 (отчёт Жаркова и др., 2015³) здесь

вдоль уреза воды впервые обнаружены выходы субгоризонтально наложенных глинистых голубовато-серых алевролитов мощностью до 1.2 м, перекрытых лихвинским аллювием (Жарков и др., 2015). Породы хорошо сортированы, без видимых растительных остатков.

По мнению авторов, сероцветные песчано-глинистые отложения, слагающие цоколи террас и прослеживающиеся фрагментами вдоль подножий эрозионных уступов р. Вёртный, по литологическому составу в полной мере отвечают глинисто-алевролитовым горизонтам в составе сынинской свиты в стратотипических разрезах рек Большая Сыня и Кыдзьрасью.

Иными словами, по берегам р. Вёртный на поверхность выходят лишь субгоризонтально лежащие фрагменты разреза, которые отвечают глинистым и алевролитовым прослоям на севере. Но в северных разрезах они залегают под разными, в том числе и крутыми углами, и по сравнению с грубозернистой частью разреза их объём менее значителен. На р. Вёртный эта в целом маломощная пачка создаёт ложное впечатление преобладания над грубозернистыми пачками, которые либо залежали выше и в последующем были смыты, либо погружаются в южном направлении, поскольку южнее, на реках Залазная и Перебор, грубозернистые разности вновь преобладают.

Материалы и методы

На палинологический анализ отобрано 14 проб из обн. 3089, 3090, 3093, 3095, 1104 и 1102 (рис. 1). Техническая обработка образцов проведена по стандартной методике ВСЕГЕИ (Методические рекомендации..., 1986). Микроскопические исследования проведены на световом биологическом микроскопе «Биолам-И». Из проб 110403Т, 110405Т и 308902 были выделены палиноспектры полные, насыщенные микроспорами хорошей сохранности. В мацератах пяти проб (309003, 309301, 110404Т, 11020101, 11020103) найде-



ны лишь единичные споры и пыльцевые зёрна. Шесть проб (308901, 309002, 30932, 30936, 309501, 309503) не содержали миоспор. Мацераты хранятся в лаборатории стратиграфии Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар.

По палинологическим данным проведена реконструкция растительного покрова (Abbink, 1998; Balme, 1995) с привлечением данных по палинологии триасовых отложений, опубликованных в последние годы (Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.). Проведён количественный анализ видового состава выявленного комплекса миоспор методом экогрупп спороморф (SEG-analysis) (Кручинина, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.). По его результатам реконструированы условия произрастания наземной и околородной растительности.

Результаты палинологических исследований

Все выделенные палиноспектры очень схожи и уверенно объединяются в один весьма разнообразный палинологический комплекс (ПК), в котором споры незначительно преобладают над пылью. При анализе таксономического состава ПК для определения его возраста были использованы результаты крупных обобщающих исследований последних лет по триасовой палинофлоре Баренцевоморского шельфа, Южных Альп, севера Средней Сибири, датированной морскими беспозвоночными. Были также привлечены материалы по палинологии букобайской свиты Южного Приуралья, охарактеризованной комплексом тетрапод фауны *Mastodonsaurus*, которая определяет ладинский возраст вмещающих отложений (Ильина, Константинов, 2018; Твердохлебов и др., 2020; Hochuli et al., 2015; Ilyina, Egorov, 2008; Ilyina, Konstantinov, 2015; Vigran et al., 1998, 2014). Видовой и количественный состав изученного ПК приведен в таблице 1. Список видовых определений, оформленный в соответствии с требованиями Международного кодекса ботанической номенклатуры, приведен в приложении 1.

Основу выявленного нами ПК составляет многочисленная группа миоспор широкого стратиграфического диапазона. Это споры родов *Aratrisporites* spp., *Calamospora* spp., *Concavisporites* spp., *Cyathidites* spp., *Cyclogranisporites* sp., *Cyclotriletes* spp., *Gordonispora* spp., *Dictyophyllidites* spp., *Nevesisporites* spp., *Polycingulatisporites* spp., *Verrucosisporites* spp., видов *Apiculatisporis parvispinosus*, *Apiculatisporites* sp., *Carnisporites mesozoicus*, *Deltoidospora* sp., *Leiotriletes* sp., *Punctatisporites triassicus*, *Trachytriletes* sp., а также пыльца родов *Alisporites* spp., *Chordasporites* spp., *Cycadopites* sp., *Falcisporites* spp., *Piceapollenites* spp., *Pinuspollenites* spp., *Platysaccus* spp., *Podocarpidites* spp., *Striatoabietes* spp., *Sulcatissporites* spp., *Vitreisporites* spp. и вид *Klausipollenites decipiens*. Перечисленные таксоны характерны для нижнетриасовых отложений, транзитом проходят в верхний триас и с разной степенью детальности распространены практически повсеместно в триасовых осадочных бассейнах.

Во вторую группу объединены виды, которые, как правило, составляют основу среднетриасовых ПК и переходят вверх по разрезу. В изученном ПК это споры родов *Baculatisporites* spp., *Concentricisporites* spp., *Convrrucosisporites* spp., *Duplexisporites* spp., виды *Camarosonosporites rudis* и *Lycopodiacidites kuepperi*, пыльца родов *Accinctisporites* spp., *Florinites* spp., *Minutosaccus* spp., *Protodiploxypinus* spp., *Succinctisporites* spp. и виды *Colpectopollis ellipsoideus*, *Voltziaceasporites heteromorpha*. При этом многие из них преимущественно единичными экземплярами появляются раньше, в отложениях позднеоленекского возраста.

Другую часть группы составляют миоспоры, последовательное появление которых связано с анизийским веком. Это споры *Annulispora* spp., *Conbaculatisporites mesozoicus*, *Convolutispora microfoveolata*, *Granulatisporites* spp., *Kraeuselisporites cooksonae*, *Leschikisporis aduncus*, *Lycopodiacidites rugulatus*, *Rugulatisporites mesozoicus*, *Taurocusporites* sp. А, *Uvaesporites argenteaeformis* и пыльца *Araucariacites australis*, *Brachysaccus neomundanus*, *Chasmatisporites* spp., *Duplicisporites* sp., *Eucommiidites* sp., *Ovalipollis* spp., *Podosporites amicus*, *Praecirculina granifer*, *Quadraeculina anellaeformis*, *Samaropollenites speciosus*, *Stellapollenites thiergartii*. Все они переходят в комплексы миоспор ладинского и поздне-триасового возраста.

Следует отметить, что первоначально первое появление многих из указанных видов было зафиксировано на более высоких стратиграфических уровнях. Их принадлежность к анизийскому ярусу и его аналогам определена в результате палинологических исследований последних лет. В большинстве случаев новая стратиграфическая привязка подтверждена комплексами морских беспозвоночных.

Вид *Convolutispora microfoveolata* первоначально был описан из рэтских отложений Германского бассейна. Его первое появление в нижнеанизийских отложениях определено в Баренцевоморском регионе.

Вид *Uvaesporites argenteaeformis* первоначально был описан из меловых отложений. Позднее был найден в составе рэтской палинофлоры Германского бассейна. Вид является постоянным компонентом верхнетриасовых комплексов миоспор, определено его развитие в среднетриасовой (ладинской) палинофлоре. Данные по Баренцевоморскому региону показали, что в его пределах этот вид является компонентом раннеанизийской палиноассоциации.

Вид *Kraeuselisporites cooksonae* был описан из карнийских отложений Восточных Альп. Его появление в среднеанизийских отложениях определено в Баренцевоморском регионе.

Вид *Lycopodiacidites rugulatus* описан из юрских отложений, затем был найден в рэтских отложениях Германского бассейна, является постоянным компонентом верхнетриасовых ПК. В среднетриасовых (ладинских) отложениях зафиксирован в Баренцевоморском регионе. Самое раннее появление вида в палинологической летописи определено на верхнеанизийском уровне севера Средней Сибири.

Вид *Taurocusporites* sp. А был описан из рэтских отложений Австрии. Его присутствие в ладинских отложениях определено в Баренцевоморском регионе. На севере Средней Сибири его первое появление определено в верхнеанизийских отложениях.

Пыльца *Araucariacites australis* имеет широкий стратиграфический диапазон: от триаса до миоцена. В Южных Альпах первое появление этой пыльцы определено в нижней части отложений ладинского яруса. На севере Средней Сибири вид был найден в отложениях среднеанизийского подъяруса, а наиболее раннее его появление зафиксировано в Баренцевоморском регионе в нижнеанизийских отложениях.

Род *Chasmatosporites* является постоянным компонентом верхнетриасовой микрофлоры. В Баренцевоморском регионе эта пыльца систематически распространена в ладинских и даже в верхнеанизийских отложениях. На севере Средней Сибири вид *Chasmatosporites apertus* был зафиксирован в среднеанизийской палиноассоциации.

Пыльца рода *Duplicisporites* описана из верхнетриасовых отложений Швейцарии. Многие виды этого рода входят в состав палиноассоциаций ладинского возраста Западной Европы, Баренцевоморского региона и севера Средней Сибири. Но виды *D. granulatus*, *D. tenebrosus*, *D. verrucosus* в разрезе триаса Южных Альп определены теперь и в верхнеанизийских отложениях. А в Баренцевоморском регионе вид *D. granulatus* найден в палиноассоциации среднеанизийского подъяруса.

Пыльца рода *Ovalipollis* имеет чрезвычайно широкое географическое распространение. На протяжении долгого времени виды этого рода служили одним из коррелятивных признаков при определении начала карнийского века, а позднее ладинского. По результатам палинологического изучения триасовых отложений Южных Альп последних лет установлено первое появление и распространение этой пыльцы среди миоспор верхнеанизийского подъяруса. На севере Средней Сибири эта пыльца появляется в отложениях анизийского возраста, так же как и в Западной Европе.

Пыльца *Quadraeculina anellaeformis* впервые была описана из юрских отложений Приуралья. Позднее вид был выявлен в верхнетриасовых (рэтских) отложениях Западной Европы. В Баренцевоморском регионе он известен с основания норийского яруса. На севере Средней Сибири первоначально был найден в карнийских отложениях. По результатам исследований последних лет было зафиксировано его присутствие в верхнеанизийских отложениях, охарактеризованных комплексом аммоноидей.

Пыльца *Samaropollenites speciosus* — космополитный вид в триасовых отложениях Северного и Южного полушарий. Впервые он был описан из верхнего триаса Мадагаскара, включен в группу видов-индикаторов положения ладинско-карнийской границы в её глобальном стратотипическом разрезе в Доломитовых (Южных) Альпах. В Баренцевоморском регионе пыльца *Samaropollenites* немногочисленна и также распространена в верхнетриасовых отложениях. А на севере Средней Сибири первое появление вида *S. speciosus* было определено в нижнеанизийских отложениях совместно с аммоноидеями (Hochuli et al., 2015; Ilyina, Konstantinov, 2015; Vigran et al., 1998, 2014).

В составе изученного ПК также определены миоспоры, появление которых связано с ладинским веком. Это споры *Hymenophyllum* sp., *Eresina spinellata*, *Kyrtomisporis speciosus*, *Lundbladispora denmeadi*, *Neoraistrickia taylori*, *Tigrisporites halleinis*, *Zebrasporites kahleri*

и пыльца *Heloisaccus dimorphus*, *Cyclosaccus podocar-poides* и *Pseudenzonalasporites* sp. В этой группе тоже есть виды, первоначально ставшие известными из более молодых отложений, а впоследствии встреченные с аммоноидеями в отложениях ладинского возраста.

Вид *Kyrtomisporis speciosus* первоначально был описан из рэтских отложений. В последующем были установлены его распространение в отложениях карнийского возраста и приуроченность к верхнетриасовым отложениям в целом. В отложениях среднетриасового (ладинского) возраста вид впервые был найден в Баренцевоморском регионе. На севере Средней Сибири было прослежено распространение вида *K. speciosus* по всему разрезу карнийского яруса, а затем и на ладинском уровне. Более того, споры *K. speciosus* были определены в палинокомплексе букобайской свиты Южного Приуралья совместно с фауной тетрапод мастодонзавровой группировки, определяющей ладинский возраст вмещающих пород.

Вид *Neoraistrickia taylori* был описан из рэтлейасовых отложений Южной Австралии. Его принадлежность к миоспорам ладинского яруса была определена в Баренцевоморском регионе.

Виды *Tigrisporites halleinis* и *Zebrasporites kahleri* впервые были описаны из карнийских отложений Восточных Альп. В отложениях ладинского яруса первый из них был определен на севере Средней Сибири, а второй в Баренцевоморском регионе.

Пыльца вида *Pseudenzonalasporites summus* была определена из шильфзандштейна и верхнего гипскейпера Швейцарии (аналоги карнийского яруса МСШ). В триасе Западной Европы вид заметно распространен на этом стратиграфическом уровне и переходит вверх по разрезу в отложения норийского возраста. В комбинации с несколькими другими видами пыльцы служит коррелятивным признаком начала карнийского века по палинологическим данным.

В Бореальной области *P. summus* встречается редко. На севере Средней Сибири вид был встречен одним из авторов в верхнетриасовых отложениях, в интервале, сопоставляемом с карнийской аммоноидной зоной *Neoprotrachyceras seimkanense*. Дальнейшими исследованиями распространение видов, очень похожих на *P. summus*, было установлено в среднетриасовом (ладинском) интервале. В отложениях нижнеладинского подъяруса нами был обнаружен вид *Pseudenzonalasporites* sp., определённый в открытой номенклатуре. Выше, в отложениях верхнеладинского подъяруса, был найден вид, определённый нами как *P. cf. summus*.

Вид *P. summus* был обнаружен нами в палинокомплексе букобайской свиты Южного Приуралья совместно с комплексом мастодонзавровой фауны. Полагаем, что на основании приведённых данных пыльцу *P. summus* можно уверенно рассматривать как присущую комплексам миоспор ладинского возраста (Ильина, Константинов, 2018; Твердохлебов и др., 2020; Ilyina, Egorov, 2008; Vigran et al., 1998, 2014).

В свете изложенного считаем, что комплекс миоспор, выявленный нами в сининских отложениях р. Вёртний, имеет классическую структуру палиноассоциаций ладинского возраста. В нем присутствуют несколько групп миоспор, а именно:



— миоспоры широкого стратиграфического диапазона, унаследованные от раннетриасовой эпохи и транзитом проходящие в верхний триас;

— миоспоры, которые составляют основу всех среднетриасовых ПК;

— виды, последовательное появление которых связано с разными уровнями среднего триаса;

— присутствие среди последних тех миоспор, которые до недавнего времени были известны из верхнетриасовых и более молодых отложений, а теперь ставшие полноправными компонентами палиноассоциаций ладинского яруса и его фациальных аналогов.

Видовой состав ПК сынинских отложений р. Вёртный в полной мере отвечает как палиноассоциациям ладинского яруса и его фациальных аналогов, так и комплексу миоспор, известному в литературе как ПК *Converrucosisporites conferteornatus*–*Florinites pseudostriatus* и определяющему в Тимано-Североуральском регионе среднетриасовый (ладинский) возраст вмещающих отложений (Ильина, 2001).

Палеоботанические и палеоэкологические реконструкции

Триасовые отложения Тимано-Североуральского региона неравномерно насыщены фрагментами ископаемой листовой флоры. В нижнетриасовой части разреза они крайне редки. Основной объём растительных остатков происходит из среднетриасовых пестроцветных и сероцветных отложений: ангуранской и нарьянмарской свит в Печорской синеклизе, керьямаёльской (надкраснокаменной — Новиков, 1994; Ильина, 2001), сынинской и мишягской свит в БСВ. Сероцветные отложения особенно богаты макрофоссилиями. Флору из верхней части разреза изучали М. Ф. Нейбург, С. Н. Храмова, В. В. Павлов, И. А. Добрускина, А. И. Киричкова.

И. А. Добрускиной в 70-х годах XX века были собраны воедино и проанализированы все данные по триасовой флоре Евразии. Впервые в истории палеоботанических исследований выделены три этапа её развития с присущими им разновозрастными флористическими комплексами (Добрускина, 1980, 1982). Макрофлора из среднетриасовых отложений Тимано-Североуральского региона была объединена под названием печорской флоры, так как при попытках проследить за изменениями в её составе как по разрезу (пестроцветные и сероцветные отложения), так и по площади (Большесынинская впадина и Печорская синеклиза) были выявлены лишь несущественные различия (Добрускина, 1980, стр. 36). Печорская флора была отнесена к так называемой сцитофилловой флоре ладинско-карнийского возраста, которую выделила И. А. Добрускина, к её более древней, ладинской, группе наряду с флорой Южного Приуралья, ладинский возраст которой подтверждён фауной мастодонзавровой группировки. Дополнительным критерием для такой датировки послужил тот факт, что во флорах этого возрастного диапазона не встречены остатки диптериевых папоротников, характерных для карнийских отложений (Добрускина, 1982).

В последующие годы новый фактический материал из ангуранской и нарьянмарской свит Печорской синеклизы был изучен и обобщён А. И. Киричковой

(Киричкова, Есенина, 2015). Макрофоссилии из указанных свит составляют единый флористический комплекс. На основе широкой межрегиональной корреляции определён его ладинский возраст. Этот результат в полной мере согласуется с точкой зрения И. А. Добрускиной о единстве среднетриасовой флоры.

По И. А. Добрускиной (1982), основную часть ископаемой печорской флоры составляют остатки птеридоспермов (20 %) и гинкгофитов (около 30 %). Количество членистостебельных достигает 20 %, но они большей частью представлены стволами без корней, что свидетельствует об их дальнем переносе и захоронении за пределами мест произрастания. Фрагменты папоротников составляют 10 %, среди них преобладают представители мараттиевых и осмундовых. Отмечено присутствие цикадофитов (6 %) и хвойных (1 %).

По А. И. Киричковой (Киричкова, Есенина, 2015), прослежена та же тенденция, но с некоторыми количественными вариациями: птеридоспермы — 58 %, гинкгофиты — 3.3 %, членистостебельные — 6.7 %, папоротники — 15 %, цикадофиты — 8.3 %, хвойные — 6.7 %, мохообразные — 1 %.

На территории исследований немногочисленные макромерные остатки флоры из обнажения 1104 (208) принадлежат гинкгофитам *Glossophyllum* sp., осмундовым папоротникам *Cladophlebis* sp. и *Todites* sp., мараттиевым папоротникам *Bernoullia* sp. и *Danaeopsis* sp. и вполне вписываются в концепцию сцитофилловой флоры по И. А. Добрускиной (1982).

Вместе с тем видовой состав вёртинского палинокомплекса позволяет предположить существование в ладинском веке на изученной территории более пышной и разнообразной растительности. По палинологическим данным была предпринята палеорекострукция материнской флоры (Abbink, 1998; Balme, 1995; Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.). Количественное распределение миоспор по их предполагаемым продуцентам приведено на рис. 2 и в табл. 1.

По нашим данным, среди растений, населявших рассматриваемую территорию, абсолютно преобладали папоротники, в меньшей степени были распространены птеридоспермы и хвойные. Подчинённое положение занимали плауновидные, мохообразные, членистостебельные, цикадовые, гинкговые, гнетовые, беннетитовые.

Для реконструкции условий произрастания растений-продуцентов проведён количественный анализ видового состава изученного ПК методом экогрупп спороморф (SEG-analysis) по данным (Кручинина, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.). Этот метод был разработан для позднеюрской — раннемеловой эпох, а затем адаптирован к триасовому периоду (Abbink, 1998; Kustatscher et al., 2012).

По предполагаемым условиям произрастания материнских растений миоспоры вёртинского ПК объединены в экогруппы, характеризующие определённый тип растительности:

Таблица 1. Распределение миоспор палинокомплекса сынинской свиты из обнажения на реке Вёртный по их ботанической принадлежности и экогруппам, с замечками о среде обитания (Кручинина, 1984; Abbink, 1998; Balme, 1995; Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.).

Table 1. Species composition, botanical affinity and ecogroups of miospores in the palynological assemblage of Syninskaya Formation from the outcrop on the Vertny River, with environmental remarks (Kruchinina, 1984; Abbink, 1998; Balme, 1995; Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022, etc.).

Ботаническая принадлежность миоспор, (количество экземпляров) Botanical affinity (number of specimens)	Видовой состав миоспор (количество экземпляров) Species composition of miospores (number of specimens)	Экогруппы Sporomorph EcoGroups	Предполагаемая среда обитания Intended habitat
1	2	3	4
мохообразные (24) Bryophytes (24)	<i>Taurocusporites</i> sp. A (2)	влажные низины Lowland wet (LW)	напочвенный покров, болото Ground cover, mire
	<i>Nevesisporites limatulus</i> (11)	влажные низины, речные берега Lowland wet, river (LW/RI)	напочвенный покров, болото, речные берега Ground cover, mire, river banks
	<i>Annulispora</i> spp. (3)	речные берега River (RI)	напочвенный покров, болото Ground cover, mire
	<i>Gordonispora</i> spp. (3)		напочвенный покров, болото, речные берега Ground cover, mire, river banks
	<i>Polycingulatisporites</i> spp. (5)		напочвенный покров, болото, речные берега Ground cover, mire, river banks
плауновидные (50) Lycopside (50)	<i>Carnisporites mesozoicus</i> (16)	влажные низины, речные берега Lowland wet, river (LW/RI)	напочвенный покров, заболоченные низины и берега рек Ground cover, swampy lowlands and river banks
	<i>Camazonosporites rudis</i> (3) <i>Neoraistrickia taylori</i> (3)	речные берега River (RI)	напочвенный покров, заболоченные берега рек Ground cover, swampy river banks
	<i>Uvaesporites argenteaeformis</i> (2)		напочвенный покров, лесные и прибрежные болота, речные берега Ground cover, swamp or marsh environments, river banks
	<i>Aratrisporites</i> spp. (24) <i>Lundbladispota denmeadi</i> (1)	прибрежные области Coastal (CO)	напочвенный покров, прибрежные болота, приливно-отливные зоны Ground cover, coastal marshes, tidally-influenced zones
	<i>Kraeuselisporites cooksonae</i> (1)		напочвенный покров, болота, прибрежные болота Ground cover, mire, coastal marshes
членистостебельные (16) Sphenophytes (16)	<i>Calamospora</i> sp. (16)	речные берега River (RI)	напочвенный покров, болото, речные берега Ground cover, mire, river banks
папоротники (394) Ferns (394)	<i>Trachytriletes</i> sp. (1) <i>Zebrasporites kahleri</i> (2)	влажные низины Lowland wet (LW)	напочвенный покров, болото Ground cover, mire
	<i>Conbaculatisporites mesozoicus</i> (1) <i>Concavisporites</i> spp. (23) <i>Converrucosisporites</i> spp. (7) <i>Cyathidites</i> spp. (26)		напочвенный покров, лесные и прибрежные болота Ground cover, swamp or marsh environments
	<i>Granulatisporites</i> sp. (2) <i>Leiotriletes</i> sp. (1) <i>Rugulatisporites mesozoicus</i> (1)		напочвенный покров, болота низинные, торфяные, лесные Ground cover, lowland and peat bogs, forest swamps

папоротники (394) Ferns (394)	<i>Leschikisporis aduncus</i> (1)	влажные низины Lowland wet (LW)	заболоченные речные берега / Swampy river banks
	<i>Hymenophyllum</i> sp. (1)		эпифиты / Epiphytes
	<i>Apiculatisporis parvispinosus</i> (1)		условия произрастания не определены Unknown habitat
	<i>Apiculatisporites</i> sp. (4)		
	<i>Concentricisporites</i> spp. (6)		
	<i>Baculatisporites</i> spp. (5)	влажные низины, речные берега Lowland wet, river (LW/RI)	напочвенный покров, болота низинные, торфяные, лесные, речные берега Ground cover, lowland and peat bogs, forest swamps, river banks
	<i>Cyclotriletes</i> spp. (8)		напочвенный покров, болото / Ground cover, mire
	<i>Cyclogranisporites</i> sp. (2)		
	<i>Punctatisporites triassicus</i> (1)	влажные низины, речные берега, прибрежные области / Lowland wet, river, coastal (LW/RI/CO)	растительность лесных и прибрежных болот, берега рек Vegetation in swamp or marsh environments, along river banks
	<i>Verrucosisorites</i> spp.(2)		напочвенный покров / подлесок, болото, прибрежное болото, речные берега Ground cover / understory, mire, marshes, river banks
споры с неясной ботанической принадлежностью (6) Spores of unknown botanical affinity (6)	<i>Lycorodiacidites rugulatus</i> (4)		растительность заболоченных речных берегов Vegetation in swampy river banks
	<i>Lycorodiacidites kuepperi</i> (7)	речные берега / River (RI)	берега крупных водоемов и морских лагун, прибрежные болота Shores of large of water bodies and sea lagoons, marshes
	<i>Acanthotriletes</i> spp. (2)		подлесок, болото (верховое?) / Understory, mire (raised bog?)
	<i>Convolutispora microfoveolata</i> (1)		напочвенный покров / Ground cover
	<i>Dictyophylloidites</i> spp. (155)	прибрежные области Coastal (CO)	условия произрастания не определены Unknown habitat
	<i>Duplexisporites</i> spp. (128)		
	<i>Deltoidospora</i> sp. (1)	сухие низины / Lowland dry (LD)	дельты, поймы, торфяные болота Deltaic environments, floodplain, peat bogs
	<i>Kurtomisporis speciosus</i> (1)	принадлежность какой-либо экогруппе не определена Not attributed to any ecogroup	
	<i>Eresina spinellata</i> (1)	влажные низины, речные берега Lowland wet, river (LW/RI)	
	<i>Tigrisporites halleinis</i> (5)	речные берега / River (RI)	условия произрастания не определены Unknown habitat
птеридоспермы (50) Seed ferns (50)	<i>Vitreisporites</i> spp. (16)	холмистые территории и области с низким уровнем грунтовых вод Hinterland (HL)	лесной покров Canopy
	<i>Sulcatissporites</i> spp. (16)	прибрежные области Coastal (CO)	лесной покров, дренированные почвы Canopy, drained soils
	<i>Falcisporites</i> spp. (18)		мангровые заросли вдоль устьев рек, затопляемых приливами Mangroves along tidally-influenced estuaries
	<i>Platysaccus</i> spp. (27)	холмистые территории и области с низким уровнем грунтовых вод, Hinterland (HL)	лесной покров Canopy
хвойные, птеридоспермы (189) Conifers, seed ferns (189)	<i>Alisporites</i> spp. (126)		условия произрастания не определены Unknown habitat
	<i>Klausipollenites decipiens</i> (3)		
	<i>Chordasporites</i> spp. (29)		
	<i>Striatoabieites</i> spp. (2)		
	<i>Succinctisporites</i> sp. (2)		

1	2	3	4
хвойные (166) Conifers (166)	<i>Araucariacites australis</i> (4)	прибрежные области Coastal (CO)	верхний ярус леса, прибрежные области с хорошо дренированными почвами Upper canopy, coastal areas with well-drained soils
	<i>Duplicisporites</i> sp. (1) <i>Praecirculina granifer</i> (6)		лесной покров, прибрежные болота и торфяники Canopy, coastal marshes and peat bogs
	<i>Florinites</i> spp. (16)		растения, образующие камышовую растительность в дельтовой низменности Plants forming reed-like vegetation on delta plain
	<i>Piceapollenites</i> sp. (5)	пионерная растительность Pioneer (PI)	лесной покров / Canopy
	<i>Podosporites</i> spp. (6)		лесной покров, влажные, болотистые места произрастания (нагорные болота?) Canopy, wet, swampy habitats (upland bogs?)
	<i>Protodiploxypinus</i> spp. (36)		прибрежная мангровоподобная растительность Coastal mangrove-like vegetation
	<i>Heliosaccus dimorphus</i> (3)	сухие низины / Lowland dry (LD)	условия произрастания не определены / Unknown habitat
	<i>Minutosaccus</i> spp. (30) <i>Ovalipollis</i> spp. (16) <i>Samaropollenites speciosus</i> (8) <i>Voltziaceasporites heteromorpha</i> (3)	холмистые территории и области с низким уровнем грунтовых вод Hinterland (HL)	лесной покров Canopy
	<i>Pinuspollenites</i> sp. (3)		верхний ярус леса, хорошо дренированные территории Upper canopy, well-drained areas
	<i>Podocarpidites</i> spp. (16) <i>Quadraeculina anellaeformis</i> (4)		лесной покров, влажные, болотистые места произрастания, нагорные болота (?) Canopy, wet, swampy habitats, upland bogs (?)
	<i>Brachysaccus neomundanus</i> (1) <i>Cyclosaccus podocarpoides</i> (3) <i>Stellapollenites thiergartii</i> (3)		условия произрастания не определены Unknown habitat
	<i>Pseudenzonalasporites</i> sp. (2)	принадлежность к какой-либо экогруппе не определена Not attributed to any ecogroup	лесной покров Canopy
цикадовые, гинкговые, гнетовые, беннетитовые, птеридоспермы (25) Cycads, ginkgos, gnetales, bennettitales, seed ferns (25)	<i>Eucommiidites</i> sp. (1)	сухие низины / Lowland dry (LD)	средний (?) ярус леса, болото / Mid (?) canopy, mire
	<i>Chasmatosporites</i> spp. (17)		верхний ярус леса, болото / Upper canopy, mire
	<i>Cycadopites</i> sp. (7)		лесной покров / Canopy
недифференцированные гимноспермовые (11) Gymnosperms undifferentiated (11)	<i>Accinctisporites</i> sp. (9) <i>Colpectopollis ellipsoideus</i> (2)	принадлежность к какой-либо экогруппе не определена Not attributed to any ecogroup	условия произрастания не определены Unknown habitat



1) влажных низин — сообщество растений пойменных террас, болот и озёр;

2) речных берегов — сообщество растений, составляющих прибрежно-водные влаголюбивые ассоциации;

3) прибрежной растительности — сообщество растений прибрежной равнины или участков вдоль береговой линии, не затопленных морем, но испытывающих его воздействие;

4) пионерной растительности — сообщество прибрежных растений-первопроходцев нестабильной окружающей среды, мангровоподобная растительность приливно-отливных отмелей;

5) сухих низин — низинные, пойменные сообщества, произрастающие на территории, заливаемой время от времени пресными водами.

6) внутренних областей — сообщество растений холмистых территорий, местности, удалённой от береговой линии; местности с низким уровнем грунтовых вод, никогда не затопляемой.

Распределение миоспор вёртинского ПК по экологическим группам приведено в табл. 1 и на рис. 3. Из иллюстративного материала следует, что на территории исследований абсолютно преобладала флора сильно увлажнённых биотопов, а в этой группе существенно преобладали растения, характерные для прибрежных областей (берегов крупных водоёмов и морских лагун, прибрежных болот и озёр), дельтовых маршей и приливно-отливных зон.

Мохообразные представлены преимущественно болотной растительностью влажных низин и берегов рек. Плауновидные были обитателями лесных и прибрежных болот, речных берегов, приливно-отливных зон, формировали береговые мангры. Членистостебельные росли по берегам рек и озёр, на болотистых участках поймы.

Триасовые папоротники в целом являются индикаторами гумидных обстановок в условиях тёплого (субтропического и тропического) климата. Произраставшие на территории исследований папоротники чрезвычайно разнообразны. Продуцентами спор были осмундовые, мараттиевые, диптериевые, диксониевые, циатейные, матониевые и некоторые другие семейства. Осмундовые были обитателями низинных торфяных и лесных болот. Мараттиевые, возможно, населяли заболоченные речные берега.

Среди спор папоротников в вёртинском ПК абсолютно преобладают споры родов *Dictyophyllidites* и *Duplexisporites*. Продуцентами спор *Dictyophyllidites* были диптериевые, диксониевые, циатейные и матониевые папоротники. Предполагается, что споры *Duplexisporites* принадлежали полиподиевым, циатейным, схизейным (?), диксониевым (?). Диптериевые папоротники в основном произрастали в прибрежных зонах в условиях очень влажного и жаркого климата. Высокое содержание спор *Dictyophyllidites* в комплексах миоспор сопровождается, как правило, обилием спор *Duplexisporites*. Было сделано предположение, что

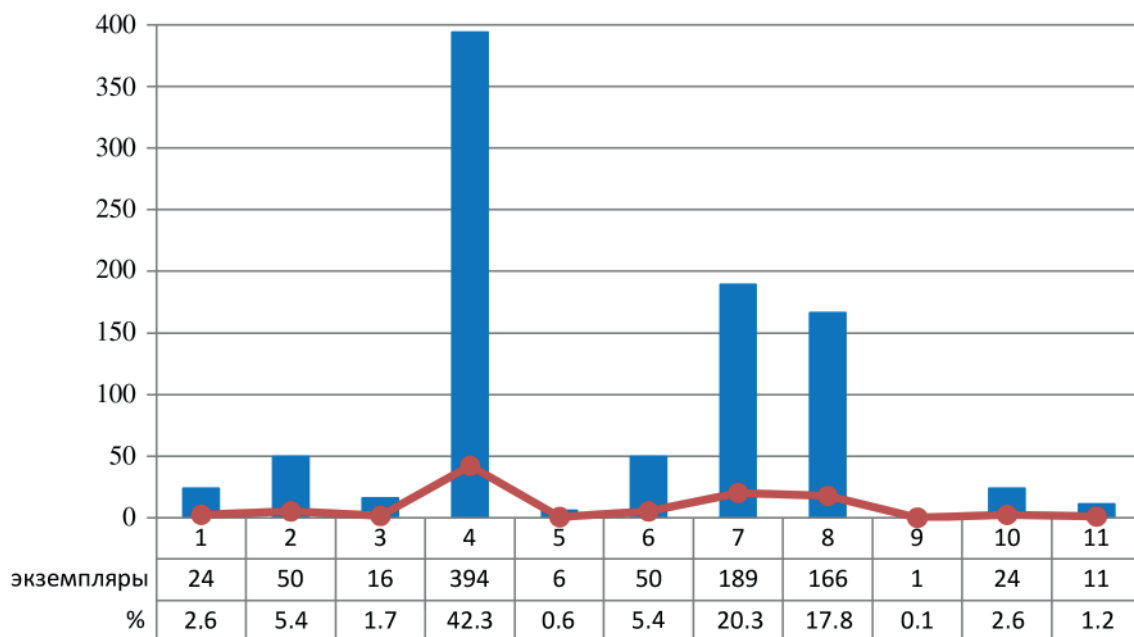


Рис. 2. Количественное распределение миоспор палинокомплекса сынинской свиты на реке Вёртный по их ботанической принадлежности (Abbink, 1998; Balme, 1995; Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.): 1 — мохообразные, 2 — плауновидные, 3 — членистостебельные, 4 — папоротники, 5 — споры с неясной ботанической принадлежностью, 6 — птеридоспермы, 7 — хвойные, птеридоспермы, 8 — хвойные, 9 — цикадовые (?), 10 — цикадовые + гинкговые + беннетитовые, 11 — недифференцированные гимноспермовые

Fig. 2. Miospore composition in the palynological assemblage of the Syninskaya Formation from outcrops on the Vertny river, plotted quantitatively on the basis of their botanical affinity (Abbink, 1998; Balme, 1995; Fijałkowska-Mader, 2015, 2021; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Li, Wang, 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022, etc.). 1 — bryophytes, 2 — lycopsids, 3 — ferns, 4 — sphenophytes, 5 — spores of unknown botanical affinity, 6 — pteridosperms, 7 — conifers, pteridosperms, 8 — conifers, 9 — cycads (?), 10 — cycads, ginkgo, bennetitales, 11 — gymnosperms undifferentiated

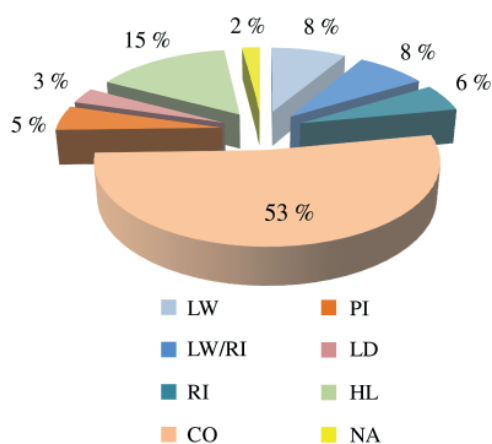


Рис. 3. Количественное распределение миоспор палинокомплекса сынинской свиты на реке Вёртный по экогруппам (Кручинина, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.): 1 — растительность влажных низин (LW, Lowland wet); 2 — растительность влажных низин / берегов рек (LW/RI, Lowland wet/river banks); 3 — растительность берегов рек (RI, river banks); 4 — растительность прибрежных областей (CO, Coastal); 5 — сообщество прибрежных растений-первопроходцев нестабильной окружающей среды, мангровоподобная растительность приливо-отливных отмелей (PI, Pioneers); 6 — растительность равнинных областей (LD, Lowland dry); 7 — лесной покров холмистых территорий и территорий с низким уровнем грунтовых вод (HL, Hinterland); 8 — растительность, для которой условия произрастания не установлены (NA, Not attributed to any ecogroup)

Fig. 3. Miospore composition in the palynological assemblage of the Syninskaya Formation from outcrops on the Vertny river, plotted quantitatively on the basis of their assignment to the sporomorph ecogroups (Kruchinina, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022, etc.): 1 — vegetation of wet lowlands (LW); 2 — vegetation of wet lowlands / river banks (LW/RI); 3 — river bank vegetation (RI); 4 — coastal vegetation (CO); 5 — community of coastal plant pioneers of unstable environments, mangrove-like vegetation of tidal flats (PI); 6 — vegetation of the plains (LD); 7 — forest cover of hilly areas and areas with low water tables (HL); 8 — miospores, not attributed to any ecogroup (NA)

растения, продуцировавшие споры *Duplexisporites*, так же могли селиться вблизи крупных водоёмов и (или) морских лагун (Кручинина, 1984). На этом основании авторы предположили, что, по-видимому, все растения-продуценты спор *Dictyophyllidites* и *Duplexisporites* могут быть отнесены к обитателям прибрежных маршей в условиях влажных тропиков.

Следует также обратить внимание на высокое содержание спор *Dictyophyllidites* в вёртнинском ПК в связи с тем, что крупномерных остатков диптериевых папоротников, которые их продуцировали, в составе пещорской флоры нет. Авторы считают этот факт проявлением известного палеоботанического эффекта, когда миоспоры каких-либо растений появляются в стратиграфической летописи раньше, чем макроостатки их продуцентов.

Птеридоспермы — растения экологически пластичные и могли обитать в разных условиях. Материнские растения принадлежали кейтониевым и користо-спермовым. Произраставшие на территории исследований были в основном любителями влажных биотопов, дельтовых и пойменных условий, берегов рек.

В группе пыльцы, продуцентами которой могли быть и птеридоспермы, и хвойные, абсолютно преобладают виды рода *Alisporites*. Специалисты предполагают, что их материнские растения, возможно, были крупными кустарниками, формировавшими мангровые заросли в устьях рек, периодически затапливаемых приливами, и обитателями морских побережий (Abbink, 1998; Paterson et al., 2017).

Хвойные растения на изученной территории представлены пыльцой араукариевых, хейролепидиевых, вольциевых, подокарповых, сосновых, которые произрастали в весьма разнообразных условиях. В этой группе преобладает пыльца растений, формировавших лесной покров холмистых территорий, а среди них доминировали подокарповые, населявшие склоны гор и холмов. Для подокарповых были необходимы влажные, иногда болотистые места произрастания и тёплый влажный климат. В меньшем, но весьма заметном количестве среди хвойных представлены и обитатели прибрежных маршей и торфяных болот; прибрежная мангровоподобная растительность приливо-отливных отмелей; растения, образующие в дельтовой низменности заросли типа камышовых — это продуценты пыльцы родов *Protodiplohypinus*, *Florinites*, *Duplicisporites*, *Praecirculina*.

Цикадовые, гнетовые, гинкговые, беннетитовые были равнинными растениями субтропических областей с тёплой, безморозной погодой.

Из вышеизложенного следует, что на исследованной территории в сынинское время, в условиях тёплого и очень тёплого гумидного климата произрастала пышная и влаголюбивая разнообразная растительность. Формирование растительного покрова происходило в пределах обширной дельты древней реки и прибрежной области крупного морского бассейна (рис. 4).

Закключение

Таким образом, изученные в низовьях р. Вёртный сероцветные песчано-глинистые отложения разнообразного и достаточно сложного литологического состава, несомненно, относятся к сынинской свите. Они были сформированы в пределах обширной речной палеodelты и прибрежной области морского бассейна.

Палинокомплекс сынинской свиты из естественных выходов коренных пород на р. Вёртный по структуре и видовому составу в полной мере отвечает комплексу миоспор *Converrucosisporites conferteornatus* — *Florinites pseudostratus*, определяющему ладинский возраст вмещающих пород по первоначальному совместному нахождению с фауной тетрапод мастодонзавровой группировки. По видовому составу он так же сопоставим с палиноассоциациями из отложений ладинского яруса и его фациальных аналогов, датированных фауной морских беспозвоночных.

В результате реконструкции наземного покрова по данным палинологических исследований сделан

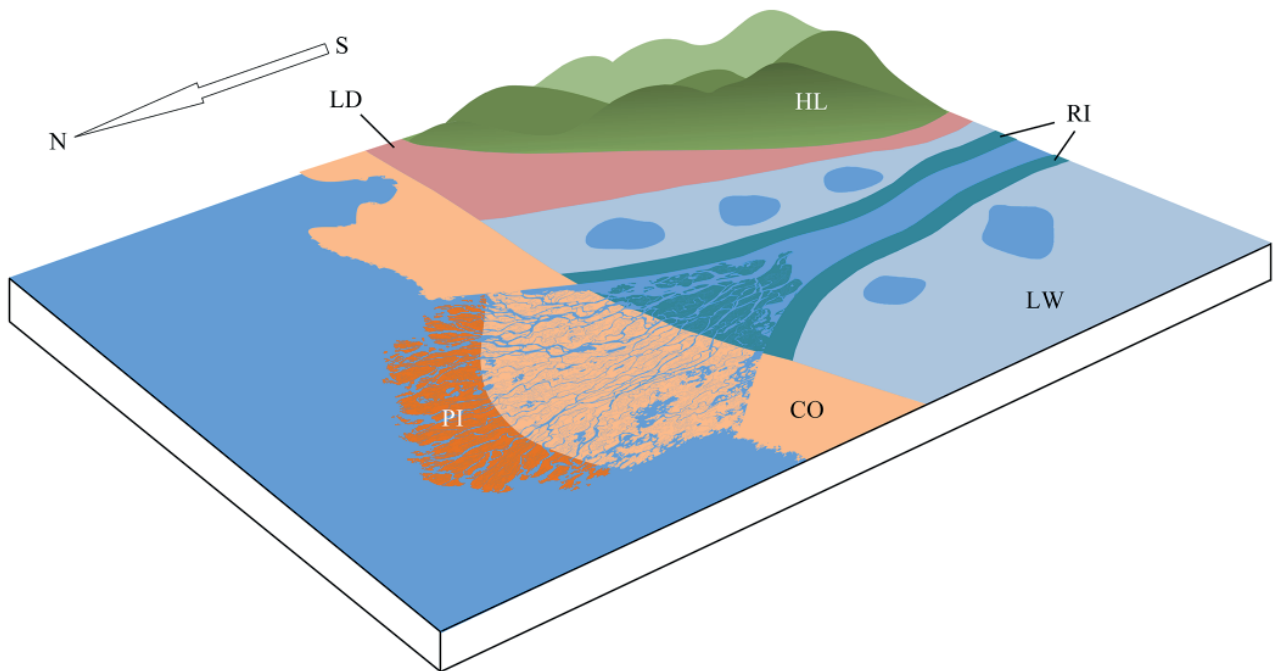


Рис. 4. Реконструкция предполагаемого пространственного распределения экогрупп миоспор сининской свиты из обнажений на реке Вёртный (Кручинина, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022 и др.). Экогруппы: PI — пионерной флоры, CO — прибрежной флоры, LW — флоры влажных низин, RI — флоры речных берегов, LD — флоры сухих низин, HL — флоры лесного покрова холмистых территорий и территорий с низким уровнем грунтовых вод

Fig. 4. Reconstruction of the hypothetical spatial distribution of sporomorph ecogroups of the Syninskaya Formation from outcrops on the Vertny river (Kruchinina, 1984; Abbink, 1998; Fijałkowska-Mader, 2015; Kustatscher et al., 2010, 2012; Lindström et al., 2016, 2017; Li et al., 2016; Paterson et al., 2016, 2017; Roghi et al., 2022, etc.). Sporomorph Ecogroups: PI — Pioneers, CO — Coastal, LW — Lowland wet, RI — River, LD — Lowland dry, HL — Hinterland

вывод о существовании в ладинском веке в бассейне нижнего течения р. Вёртный богатой и разнообразной растительности с преобладанием флоры сильно увлажнённых биотопов. Реконструированные условия произрастания растений-продуцентов показывают, что они тяготели к обширной палеодельте с мангровыми зарослями, торфяными болотами, сопряжённой с прибрежной заболоченной равниной. Очевидно, что растения-продуценты внесли существенный вклад в формирование палинокомплексов, описанных ранее из пород, входящих в состав сининской свиты, обнажённых в бортах рр. Большая Сыня и Кыдзьрасью (Ильина, Жарков, 2021).

Предполагаемая картина согласуется с ранее сформулированным заключением о формировании сероцветной толщи р. Кыдзьрасью в условиях авандельты и верхней литорали, что косвенно согласуется с данными о возможных условиях захоронения остатков тетрапод в обн. 73 на р. Большая Сыня (Ильина, Жарков, 2021). Предлагаемая модель формирования пород, слагающих изученные обнажения, логично объясняет образование маломощных угольных пластов с промышленными содержаниями редких и рассеянных элементов, а также прибрежно-бассейновых и дельтовых полиминеральных (ильменит, лейкоксен, рутил) россыпей проявлений, обнаруженных в ходе геологосъёмочных работ (Шмакова и др., 2018). Проведённые нами исследования показали, что палинологический метод позволяет проводить обоснованные палеорекострукции даже для территорий со слабой обнажён-

ностью и значительной удалённостью коренных выходов друг от друга.

Авторы выражают искреннюю благодарность Р. А. Шуктому и А. Ю. Перетягину за помощь в графическом оформлении статьи.

Работа выполнена в рамках госзадания по теме НИР «Эволюция биоты и среды ее обитания как основа расчленения и геологической корреляции осадочного чехла Печорской плиты и ее складчатого обрамления» № 122040 600008-5.

Литература / References

- Горский В. П. Новые данные о триасовых отложениях Печорской депрессии // ДАН СССР. Т. 133. № 4. 1960а. С. 909–912.
- Gorskii V.P. Novye dannye o triasovykh otlozheniyakh Pechorskoj depressii (New data on the Triassic deposits of the Pechora Depression. Doklady Earth Sciences, 1960a, 133, No 4, pp. 909–912.
- Горский В. П. О пермских и триасовых отложениях правобережья среднего течения р. Печоры // Геология и полезные ископаемые Урала: Материалы ВСЕГЕИ, Вып. 28. Л.: ВСЕГЕИ, 1960b. С. 111–120.
- Gorskii V. P. O permских i triasovykh otlozheniyakh pravoberezh'ya srednego techeniya r. Pechory (Permian and Triassic deposits of the right bank of the middle reaches of the Pechora river). Geology and minerals of the Urals. Proceedings of VSEGEI, V. 28, Leningrad: VSEGEI, 1960b, pp. 111–120.

- Грибанов Б. В. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-40-XXIX. Объяснительная записка / Ред. А. Д. Миклухо-Маклай. М.: Недра, 1972. 76 с.
- Gribanov B. V. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1 : 200000. Seriya Severo-Uralskaya. List Q-40-XXIX. Ob'yasnitel'naya zapiska*. Redaktor A.D. Miklukho-Maclay. (Geological map of the USSR, scale 1:200000. Series North Urals. Sheet Q-40-XXIX. Explanatory letter. Editor A. D. Miklukho Maclay). Moscow: Nedra, 1972, 76 p.
- Добрускина И. А. Стратиграфическое положение флороносных толщ триаса Евразии. М.: Наука, 1980. 163 с. (Труды ГИН АН СССР; вып. 346).
- Dobruskina I. A. *Stratigraficheskoe polozhenie floronosnykh tolshch triasa Evrasii* (Stratigraphic position of Triassic plant-bearing beds in Eurasia), Moscow: Nauka, 1980, 163 p.
- Добрускина И. А. Триасовые флоры Евразии. М.: Наука, 1982. 182 с. (Труды ГИН АН СССР; вып. 365).
- Dobruskina I. A. *Triasovye flory Evrasii* (Triassic Floras of Eurasia), Moscow: Nauka, 1982, 182 p.
- Жарков В. А., Зиновьев Е. В., Трофимова С. С. О первой находке *Aracites interglacialis* Wielicz. в бассейне Печоры // Уральский геологический журнал. 2015. № 5 (107). С. 13–23.
- Zharkov V. A., Zinov'ev E. V., Trofimova S. S. *O pervoi nakhodke Aracites interglacialis Wielicz. v bassejne Pechory* (On the first find of *Aracites interglacialis* Wielicz. in the Pechora basin). Ural Geological Journal, 2015, No. 5 (107), pp. 13–23.
- Ильина Н. В. Палинostrатиграфия среднего триаса Тимано-Североуральского региона. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 230 с.
- Ilyina N. V. *Palinostratigrafiya srednego triasa Timano-Severoural'skogo regiona* (Palynostratigraphy of the Middle Triassic in the Timan-Northern Urals region). Yekaterinburg: Uralian Division of RAS press, 2001, 230 p.
- Ильина Н. В., Жарков В. А. Палинокомплекс сынинской свиты (средний триас) из обнажений на реке Кыдзьрасью (Большесынинская впадина, Тимано-Североуральский регион) // Вестник геонаук. № 1. 2021. С. 3–13. DOI: 10.19110/geov.2021.1.1
- Ilyina N. V., Zharkov V. A. *Palinokompleks synynskoy svity (sredniy trias) iz obnazheniy na reke Kyzd'ras'yu (Bol'shesyninskaya vpadina, Timano-Severoural'skiy region)* (Palynological assemblage of the Synya Formation (Middle Triassic) from outcrops on the Kyzdzyasu river, Bolshesyninskaya Depression, the Timan-Northern Urals region). Vestnik of Geosciences, 2021, No. 1, pp. 3–13.
- Ильина Н. В., Константинов А. Г. Палиноассоциации ладинских (средний триас) отложений в разрезе мыса Цветкова, Восточный Таймыр, север Средней Сибири // Эволюция жизни на Земле: Материалы V Международного симпозиума, 12–16 ноября 2018 г., г. Томск / Отв. ред. В. М. Подобина. Томск: Изд. дом Томского гос. университета, 2018. С. 153–155.
- Ilyina N. V., Konstantinov A. G. *Palinoassotsiatsii ladin-skikh (sredniy trias) otlozhenii v rasrese mysa Tsvetkova, Vostochnyy Taimyr, sever Sredney Sibiri* (Palynological assemblages of the Ladinian (Middle Triassic) deposits at the Cape Tsvetkov section, East Taimyr, northern Middle Siberia). Evolution of Life on the Earth: Proceedings of the 5th International Symposium, November 12–16, 2018, Tomsk / Editor-in-Chief V.M. Podobina. Tomsk: Tomsk State University Publishing House, 2018, pp. 153–155.
- Калантар И. З. Новое в стратиграфии триасовых отложений Полярного Предуралья // Новое в стратиграфии триаса Палеоурала: Сб. ст. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 46–61.
- Kalantar I. Z. *Novoe v stratigrafii triasovykh otlozheniy Polyarnogo Predural'ya. Novoe v stratigrafii triasa Paleourala. Sbornik statey*. (New in the stratigraphy of the Triassic deposits of the Polar Cis-Urals. New in the stratigraphy of the Triassic of the Paleourals). Collection of articles. Sverdlovsk: USC USSR AS, 1980, pp. 46–61.
- Киричкова А. И. Есенина А. В. Континентальный триас Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. СПб: ВНИГРИ, 2015. 296 с. (Труды ВНИГРИ).
- Kirichkova A. I., Yesenina A. V. *Kontinental'niy trias Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii*. (Continental Triassic of the Timan-Pechora oil and gas province). St. Petersburg: VNIGRI, 2015, 296 p.
- Кручинина Н. В. Споры рода *Duplexisporites* и их роль в биостратиграфии триаса и юры // Споры и пыльца в отложениях фанерозоя: Сб. науч. ст. (Новая серия. Том 327). Л.: ВСЕГЕИ, 1984. С. 14–21. Тр. ВСЕГЕИ.
- Kruchinina N.V. *Spory roda Duplexisporites i ikh rol' v biostratigrafii triasa i yury. Spory i pyl'tsa v otlozheniyakh fanerozoya* (Spores of the genus *Duplexisporites* and their role in the biostratigraphy of the Triassic and Jurassic. Spores and pollen in Phanerozoic deposits). Collection of scientific articles. Leningrad: VSEGEI, 1984, pp. 14–21.
- Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе. Л.: ВСЕГЕИ, 1986. 77 с.
- Metodicheskie rekomendatsii k tekhnike obrabotki osadochnukh porod pri sporovo-pyl'tsevom analize (Guidelines for the technique of processing sedimentary rocks in spore-pollen analysis). Leningrad: VSEGEI, 1986, 77 p.
- Муравьев И. С. Триас Печорского Приуралья // Материалы по геологии востока Русской платформы. Казань: Изд-во Казанского университета, 1966. Вып. 1. С. 3–137.
- Muravyov I. S. *Trias Pechrskogo Priural'ya* (Triassic Pechora Cis-Urals). Materials on the geology of the east of the Russian platform, 1, Kazan: Kazan University Press, 1966, pp. 3–137.
- Новиков И. В. Биостратиграфия континентального триаса Тимано-Североуральского региона по фауне тетрапод. М.: Наука, 1994. 140 с. (Труды ПИН РАН; том 261).
- Novikov I. V. *Biostratigrafiya kontinental'nogo triasa Timano-Severoural'skogo regiona po faune tetrapod* (Continental Triassic biostratigraphy of the Timan-North Urals region using tetrapod fauna). Moscow: Nauka, 1994. 139 p.
- Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (мезозой, кайнозой). Екатеринбург: Уральская геолого-съемочная экспедиция, 1997. 139 с.
- Ob'yasnitel'naya zapiska k stratigraficheskim skhemam Urala (mezozoi, kainozoi) (Explanatory note to the stratigraphic schemes of the Urals (Mesozoic, Cenozoic)). Ekaterinburg: Ural Geological Survey Expedition, 1997, 139 p.
- Твердохлебов В. П., Сенников А. Г., Новиков И. В., Ильина Н. В. Самый молодой триасовый комплекс наземных позвоночных в России: состав и датировка // Палеонтологический журнал. 2020. № 3. С. 87–102.



- Tverdokhlebov V. P., Sennikov A. G., Novikov I. V., Ilyina N. V. The youngest Triassic land vertebrate assemblage of Russia: composition and dating. *Paleontological Journal*, 2020, V. 54, No 3, pp. 297–310.
- Чалышев В. И., Варюхина Л. М. Биостратиграфия триаса Печорской области. М.-Л.: Наука, 1966. 156 с.
- Chalyshev V. I., Varyukhina L. M. Biostratigrafiya triasa Pechrskoi oblasti (Triassic biostratigraphy of the Pechora region). Moscow-Leningrad: Nauka, 1966, 156 p.
- Шмакова А. М., Голубева И. И., Соколин М. Ю., Ильина Н. В., Кушманова Е. В. Минералогия титаносных отложений среднего триаса на р. Кыдзьрасью (Предуральский краевой прогиб) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 2. С. 28–37. DOI: 10.19110/2221-1381-2018-2-28-37.
- Shmakova A.M., Golubeva I.I., Sokerin M.Yu., Ilyina N.V., Kushmanova E.V. *Mineralogiya titanonosnykh otlozheniy srednego triasa na reke Kydz'ras'y (Predural'skiy kraevoy progib)* (Mineralogy of Middle Triassic ilmenite placer, Kydz'ras'y river (Pre-Ural Foredeep)). *Vestnik of IG Komi SC UB RAS*, 2018, No 2, pp. 28–37.
- Abbink O. A. Palynological identification in the Jurassic of the North Sea region // LPP contribution series. 1998. Vol. 8. P. 1–192.
- Balme B. E. Fossil in situ and pollen grains: an annotated catalogue // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 1995. Vol. 87. P. 81–323.
- Hochuli P. A., Roghi G., Brack P. Palynological zonation and particulate organic matter of the Middle Triassic of the Southern Alps (Seceda and Val Gola-Margon sections, Northern Italy) // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2015. Vol. 218. P. 28–47.
- Ilyina N. V., Egorov A. Yu. The Upper Triassic of northern Middle Siberia: stratigraphy and palynology // *Polar Research*. 2008. Vol. 27. № 3. P. 372–392.
- Ilyina N., Konstantinov A. New biostratigraphic data on Anisian (Middle Triassic) miospores from Cape Tsvetkov section, Northern Middle Siberia, Russia // STRATI 2015, Graz, 19–23 July 2015. *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz*. Band 21. S. 174.
- Fijałkowska-Mader A. A record of climatic changes in the Triassic palynological spectra from Poland // *Geological Quarterly*. 2015. Vol. 59. No 4. P. 615–653.
- Fijałkowska-Mader A., Jewuła K., Bodor E. Record of the Carnian Pluvial Episode in the Polish microflora // *Palaeoworld*. 2021. Vol. 30. Issue 1. P. 106–125.
- Kustatscher E., Van Konijnenburg-Van Cittert J.H.A., Roghi G. Macrofloras as possible proxies for palaeoclimatic and palaeoecological studies: A case study from the Pelsonian (Middle Triassic) of Kühwiesenkopf/Monte Prà della Vacca (Olang Dolomites, N-Italy) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2010. Vol. 290. P. 71–80.
- Kustatscher E., Heunisch C., Van Konijnenburg-Van Cittert J. H. A. Taphonomical implications of the Ladinian megaflora and palynoflora of the Thale (Germany) // *PALAIOS*. 2012. Vol. 27. Issue 11. P. 753–764.
- Lindström S., Irmis R. B., Whiteside J. H., Smith N. D., Nesbitt S. J., Turner A. H. Palynology of the upper Chinle Formation in northern New Mexico, U.S.A.: Implications for biostratigraphy and terrestrial ecosystem change during the Late Triassic (Norian–Rhaetian) // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2016. Vol. 225. P. 106–13.
- Lindström S., Erlström M., Piasecki S., Nielsen L. H., Mathiesen A. Palynology and terrestrial ecosystem change of the Middle Triassic to lowermost Jurassic succession of the eastern Danish Basin // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2017. Vol. 244. P. 65–95.
- Li L., Wang Y., Liu Z., Zhou N., Wang Y. Late Triassic palaeoclimate and palaeoecosystem variations inferred by palynological record in the northeastern Sichuan Basin, China // *Paläontologische Zeitschrift*. 2016. Vol. 90. Issue 2. P. 327–348.
- Li L., Wang Y. Late Triassic palynofloras in the Sichuan Basin, South China: Synthesis and perspective // *Palaeoworld*. 2016. Vol. 25. Issue 2. P. 212–238.
- Paterson N. W., Mangerud G., Cetean C. G., Mørk A., Lord G. S., Klausen T. G., Mørkved P. T. A multidisciplinary biofacies characterisation of the Late Triassic (late Carnian–Rhaetian) Kapp Toscana Group on Hopen, Arctic Norway // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2016. Vol. 464. P. 16–42.
- Paterson N. W., Mangerud G., Mørk A. Late Triassic (early Carnian) palynology of shallow stratigraphical core 7830/5-U-1, offshore Kong Karl Land, Norwegian Arctic // *Palynology*. 2017. Vol. 41. Issue 2. P. 230–254.
- Roghi G., Gianolla P., Kustatscher E., Schmidt A. R., Seyfullah L. J. An Exceptionally Preserved Terrestrial Record of LIP Effects on Plants in the Carnian (Upper Triassic) AmberBearing Section of the Dolomites, Italy. // *Frontiers in Earth Sciences*. 2022. Vol. 10. Article 900586. Doi: 10.3389/feart.2022.900586.
- Vigran J. O., Mangerud G., Mørk A., Bugge T., Weitschat W. Biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Lower and Middle Triassic deposits from the Svalis Dome, Central Barents sea, Norway // *Palynology*. 1998. Vol. 22. P. 89–141.
- Vigran J. O., Mangerud G., Mørk A., Worsley D., Hochuli P. A. Palynology and geology of the Triassic succession of Svalbard and the Barents Sea. Geological Survey of Norway Special Publication 14. 2014. 270 p.

Поступила в редакцию / Received 15.12.2022



Приложение 1. Алфавитный список миоспор

Appendix 1. Alphabetical list of miospores

Споры (Spores)

Acanthotriletes ilekensis Kopytova, 1963
Acanthotriletes cf. *Lophotriletes novicus* Singh, 1964
Annulispora cicatricosa (Rogalska, 1954) Morbey, 1975
Annulispora cf. *folliculosa* (Rogalska, 1954) de Jersey, 1959
Apiculatisporis parvispinosus (Leschik, 1955) Schulz, 1962
Apiculatisporites sp.
Aratrisporites flexibilis Playford et Dettmann, 1965
Aratrisporites granulatus (Klaus, 1960) Playford et Dettmann, 1965
Aratrisporites paenulatus Playford et Dettmann, 1965
Aratrisporites paraspinosus Klaus, 1960
Aratrisporites scabratus Klaus, 1960
Aratrisporites tenuispinosus Playford, 1965
Aratrisporites sp.
Baculatisporites comaumensis (Cookson, 1953) Potonié, 1956
Baculatisporites sp.
Calamospora sp.
Camarozonosporites rudis (Leschik, 1955) Klaus, 1960
Carnisporites mesozoicus (Klaus, 1960) Mädlar, 1964
Conbaculatisporites mesozoicus Klaus, 1960
Concavisporites crassexinius Nilsson, 1958
Concavisporites juriensis Balme, 1957
Concavisporites kaiserii Arjang, 1975
Concavisporites toralis (Leschik, 1956) Nilsson, 1958 sensu Schuurman, 1977
Concavisporites sp.
Concentricisporites nevesi Antonescu, 1970
Concentricisporites sp.
Converrucosisporites cameroni (De Jersey, 1962) Playford et Dettmann, 1965
Converrucosisporites cf. *Lygodium granulatum* Ivanova, 1961
Converrucosisporites cf. *Lygodium japoniciforme* Ivanova, 1961
Converrucosisporites sp.
Convolutispora microfoveolata Schulz, 1967
Cyathidites australis Couper, 1953
Cyathidites coniopteroides Romanovskaja, 1980
Cyathidites sp.
Cyclogranisporites sp.
Cyclotriletes microgranifer Mädlar, 1964
Cyclotriletes oligogranifer Mädlar, 1964
Cyclotriletes sp.
Deltoidospora sp.
Dictyophyllidites harrisii Couper, 1958
Dictyophyllidites mortoni (De Jersey, 1959) Playford et Dettmann, 1965
Dictyophyllidites sp.
Duplexisporites gyratus Playford et Dettmann, 1965
Duplexisporites sp. 1 «primitive» sensu Ilyina, 2001
Duplexisporites sp. 2 sensu Ilyina, 2001
Duplexisporites problematicus (Couper, 1958) Playford et Dettmann, 1965

Duplexisporites scanicus (Nilsson, 1958) Playford et Dettmann, 1965
Duplexisporites sp.
Eresina spinellata Maljavkina, 1949 sensu Vigran et al., 2014
Gordonispora lubrica (Orlowska-Zwolinska, 1972) Van der Eem, 1983
Gordonispora sp.
Granulatisporites asper (Nilsson, 1958) Playford et Dettmann, 1965
Granulatisporites sp.
Hymenophyllum sp.
Kraeuselisporites cooksonae (Klaus, 1960) Dettmann, 1963
Kyrtomisporis speciosus Mädlar, 1964
Leiotriletes sp.
Leschikisporis aduncus (Leschik, 1955) Potonié, 1958
Lundbladispota denmeadi (De Jersey, 1962) Playford et Dettmann, 1965
Lycopodiacidites kuepperi Klaus, 1960
Lycopodiacidites rugulatus (Couper, 1955) Schulz, 1967
Neoraistrickia taylori Playford et Dettmann, 1965
Nevesisporites limatulus Playford, 1965
Polycingulatisporites auristriatus (Bolchovitina, 1953) Playford et Dettmann 1965
Polycingulatisporites cf. *crenulatus* Playford et Dettmann, 1965
Polycingulatisporites densatus (De Jersey, 1959) Playford et Dettmann, 1965
Polycingulatisporites triangularis (Bolchovitina, 1956) Playford et Dettmann, 1965
Punctatisporites triassicus Schulz, 1964
Rugulatisporites mesozoicus Mädlar, 1964
Taurocusporites sp. A Morbey, 1975
Tigrisporites halleinis Klaus, 1960
Tigrisporites cf. *halleinis* Klaus, 1960
Trachytriletes sp.
Uvaesporites argenteaeformis (Bolchovitina, 1953) Schulz, 1967
Verrucosisporites krempii Mädlar, 1964
Verrucosisporites morulae Klaus, 1960
Zebrasporites kahleri Klaus, 1960

Пыльца (Pollen)

Accinctisporites circumdatus (Leschik in Kräusel et Leschik, 1955) Jain, 1968
Accinctisporites sp.
Alisporites australis De Jersey, 1962
Alisporites grauvogeli Klaus, 1964
Alisporites landianus Balme, 1970
Alisporites opii (Daugherty, 1941) Balme, 1970
Alisporites pergrandis (Bolchovitina, 1956) Iljina, 1985
Alisporites perlucidus (Pautsch, 1971) Pautsch, 1973
Alisporites cf. *robustus* Nilsson, 1958
Alisporites cf. *toralis* (Leschik, 1955) Clarke, 1965
Alisporites sp.
Araucariacites australis Cookson, 1947
Brachysaccus neomundanus (Leschik, 1955) Mädlar, 1964
Chasmatisporites apertus (Rogalska, 1954) Schulz, 1967
Chasmatisporites hians Nilsson, 1958
Chasmatisporites sp. A sensu Vigran et al., 2014



- Chasmatosporites* sp.
Chordasporites cf. *australiensis* De Jersey, 1962
Chordasporites singulichorda Klaus, 1960
Chordasporites voltziaformis Visscher, 1966
Chordasporites sp.
Colpectopollis ellipsoideus Visscher, 1966
Cycadopites sp.
Cyclosaccus podocarpoides Mädlar, 1964
Duplicisporites sp.
Eucommiidites sp.
Falcisporites snopkovae Visscher, 1966
Falcisporites stabilis Balme, 1970
Florinites pseudostriatus Kopytova, 1963
Florinites walchius Kopytova, 1963
Heliosaccus dimorphus Mädlar, 1964
Klausipollenites decipiens Jansonius, 1962
Minutosaccus crenulatus Dolby, 1976
Minutosaccus potonie Mädlar, 1964
Minutosaccus cf. potonie Mädlar, 1964
Minutosaccus schizeatus Mädlar, 1964
Minutosaccus sp.
Ovalipollis cf. *breviformis* Krutzsch, 1955
Ovalipollis lunsensis Klaus, 1960
Ovalipollis pseudoalatus (Thiergart, 1949) Krutzsch, 1955 emend. Schuurman, 1976
Ovalipollis sp.
Piceapollenites sp.
Pinuspollenites sp.
Platysaccus leschiki Hart, 1960
Platysaccus queenslandi De Jersey, 1962
Podocarpidites keuperianus (Mädlar, 1964) Schuurman, 1977
Podocarpidites sp.
Podosporites amicus Scheuring, 1970
Podosporites sp.
Praecirculina granifer (Leschik, 1955) Klaus, 1960 emend. Scheuring, 1970
Protodiploxypinus americanus Dunay et Fisher, 1979
Protodiploxypinus doubingeri (Klaus, 1964) Warrington, 1974
Protodiploxypinus fastidioides (Jansonius, 1962) Warrington, 1974
Protodiploxypinus gracilis Scheuring, 1970
Protodiploxypinus sittleri (Klaus, 1964) Scheuring, 1970
Protodiploxypinus sp.
Pseudenzonalasporites summus Scheuring, 1970
Pseudenzonalasporites sp.
Quadraeculina anellaeformis (Maljavkina, 1949) Iljina, 1985
Samaropollenites speciosus (Goubin, 1965) Dolby et Balme, 1976
Stellapollenites thiergartii (Mädlar, 1964) Clement-Westerhof et al. 1974, emend. Brugman 1983
Striatoabieites aytugii Visscher, 1966
Striatoabieites multistriatus (Balme et Hennelly, 1955) Hart, 1964
Succinctisporites sp.
Sulcatisporites institatus Balme, 1970
Sulcatisporites krauseli Mädlar, 1964
Sulcatisporites sp.
Vitreisporites pallidus (Ressinger, 1950) Nilsson, 1958
Vitreisporites reductus (Mädlar, 1964) Yaroshenko, 1978
Vitreisporites sp.
Voltziaceasporites heteromorpha Klaus, 1964



Технология извлечения полезных компонентов из горючих сланцев месторождения Актау

А. Б. Холиков, М. Ш. Ахмедов, И. М. Алматы

Институт минеральных ресурсов, Ташкент, Узбекистан

ilkhom90@list.ru

В данной работе рассматриваются технологии по переработке горючих сланцев. Определены параметры термического разложения без доступа кислорода (пиролиз) и гидрометаллургические способы извлечения полезных компонентов. Выщелачивание по извлечению в сернокислотный раствор ценных компонентов, а также по селективному извлечению на ионообменные смолы проведено методом сорбции ценных компонентов ванадия и молибдена. Представленные способы не реализованы в промышленном объеме, так как переработка горючих сланцев в республике не практикуется. Проанализированы перспективные технологические схемы переработки золы горючих сланцев. Процесс включает добавление хлорида натрия в процесс термического разложения без доступа кислорода (пиролиз), полученная зола выщелачивается в чанах с серной кислотой 160 г/л при комнатной температуре, $T : W = 1 : 5$, продолжительность 60 минут. Полученный металлоносный сернокислотный раствор фильтруется и направляется в сорбцию, а также на осаждения. Извлечение ванадия и молибдена в раствор составляет более 60–70 %. Следует отметить, что при увеличении расхода серной кислоты (более 160 г/л) концентрация металлов в продуктивном растворе не увеличивается. Для извлечения металлов из продуктивных растворов выщелачивания золы горючих сланцев месторождения Актау использовали ионообменные смолы английской компании Purolite: для извлечения молибдена — марки A-100 Mo и ванадия — марки A-109.

Ключевые слова: Узбекистан, металлоносные горючие сланцы, технология переработки, ванадий, молибден.

Technology of extraction of useful components from shales of the Aktau deposit

A. B. Kholikov, M. Sh. Akhmedov, I. M. Almatov

Institute of Mineral Resources, Tashkent, Uzbekistan

This paper describes technologies for processing of oil shales and determines parameters of thermal decomposition without oxygen access (pyrolysis) and hydrometallurgical methods for extracting useful components. The following methods are presented: leaching to extract valuable components into a sulfuric acid solution, and selective extraction to ion-exchange resins by sorption of valuable components of vanadium and molybdenum. The presented methods are not implemented on an industrial scale, since there is no oil shale processing in the Republic. Perspective technological schemes of oil shale ash processing are analyzed. The process involves the addition of sodium chloride to the process of thermal decomposition without access to oxygen (pyrolysis). The resulting ash is leached in vats with sulfuric acid 160 g/L, at room temperature, $T : W = 1 : 5$, duration 60 minutes. The resulting metal-bearing sulfuric acid solution is filtered and sent to sorption and precipitation. Extraction of vanadium and molybdenum into solution is more than 60–70 %. It should be noted that with an increase in the consumption of sulfuric acid over 160 g/L, the concentration of metals in the productive solution does not increase. The ion-exchange resins of the English company PUROLITE were used to extract metals from the productive solutions of leaching of oil shale ash from the Aktau deposit: for the extraction of molybdenum — A-100 Mo grade, and vanadium — A-109 grade.

Keywords: Uzbekistan, metal-bearing oil shale, processing technology, vanadium, molybdenum.

Введение

По данным мировой практики (Андреев, 2020; Александрова, 2014; Гаранина, 2014; Иванов, 2017; U.S. Energy...), в области переработки металлоносных горючих сланцев в настоящее время существуют три технологии — Petroter и Enfenit-280 в Эстонии, Fushun в КНР. В рамках этих технологий (Стрижакова, 2008; Стрижакова и др., 2009; Морев и др., 2015; Хачатурян, 2016; Патраков, Писаренко, 2017) извлекается только сланцевая смола, а остаточные золы используются только в строительной индустрии при производстве цемента, дорожных покрытий и т. п. На этом фоне горючие сланцы Республики Узбекистан существенно от-

личаются повышенной металлоносностью и поэтому требуют более сложной технологии переработки с содержанием полезных компонентов.

По данным на 1999 г. (Прохоренко и др., 1999), разведанные запасы металлоносных горючих сланцев Республики Узбекистан огромны и оцениваются в 47 млрд т. Учеными Узбекистана (Евдокимов и др., 2007; Гуро, Ибрагимова, 2009; Алимов, Борминский, 2010; Исоков и др., 2015) проведены исследования по извлечению из них металлов химическими и гидрометаллургическими методами. Известно, что в настоящее время около 20 % мирового производства металлов за счет горнорудного сырья происходит с использованием именно гидрометаллургических методов,

Для цитирования: Холиков А. Б., Ахмедов М. Ш., Алматы И. М. Технология извлечения полезных компонентов из горючих сланцев месторождения Актау // Вестник геонаук. 2023. 3(339). С. 42–47. DOI: 10.19110/geov.2023.3.4

For citation: Kholikov A. B., Akhmedov M. Sh., Almatov I. M. Technology of extraction of useful components from shales of the aktau deposit. Vestnik of Geosciences, 2023, 3(339), pp. 42–47, doi: 10.19110/geov.2023.3.4



включающих выщелачивание (перевод металлов в щелочные и кислые растворы), сорбцию выщелоченных металлов на ионообменные смолы, последующие десорбцию и химическое осаждение.

В узбекском Институте минеральных ресурсов Узбекистана были проведены лабораторные исследования по извлечению комплекса металлов из золы горючих сланцев месторождения Сангрунтау, Актау, Байсун и др. Самые высокие показатели по степени такого извлечения металлов получены при автоклавной переработке металлоносных сланцев с использованием специального дорогостоящего оборудования: в коллективный раствор переходило более 60 % Cu, Zn, Ni, Mo (Исоков и др., 2012a, 2012b, 2013, 2022). Тем не менее в настоящее время нет вполне отработанной экономически эффективной технологии переработки на «коллективный» концентрат металлов за счет мало- и умеренно металлоносных углеродных сланцев.

Методы исследования

Для исследования выбран объект горючих сланцев месторождения Актау с утвержденными запасами 1550 млн т. Технологическая проба отбиралась шурфным способом по простиранию с интервала 27 м. Мощность опробованного пласта составляет пять метров. На предварительном этапе технологическая проба подвергалась дроблению, измельчению, гранулометрическому анализу. После определения химического состава был проведен пиролиз — термическое разложение без доступа кислорода — на установке «Реторта Фишера». Полученная зола при 850 °C подвергалась переработке гидрометаллургическим методом. Для определения оптимальных параметров извлечения ванадия и молибдена были проведены выщелачивание серной кислотой в специальных кислотостойких чанах с последующей сорбцией на ионообменных смолах английской компании Purolite.

Состав пробы горючих сланцев и продуктов ее пиролиза (золы) анализировался в лаборатории АО «Узбекгеология кидирув» методами аналитической химии (валовый химический состав) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (микроэлементы).

Результаты исследований

Для исследований использовался тонкоизмельченный материал технологической пробы горючих сланцев с размером частиц –0.1 мм — от тонкозернистых песков до алевроитов. Предварительно из нее пиролизным методом были извлечены сланцевая смола и газы. Процесс пиролиза продолжался в течение трех часов при нагревании в диапазоне 650–850 °C. Из полученных результатов (табл. 1) следует, что в ходе нагревания в указанном выше диапазоне происходит рост выхода жидкой и газовой фаз соответственно на 2.3 и 9.5 %, но снижение выхода золы на 1.3 %.

Химический состав полученной в результате пиролиза золы (мас. %): SiO₂ — 61.98; TiO₂ — 0.62; Al₂O₃ — 13.9; Fe₂O₃ — 5.74; MnO — 0.08; MgO — 3.02; CaO — 7.76; Na₂O — 0.97; K₂O — 1.42; P₂O₅ — 1.0; SO₃ — 2.62; ППП 3.47; сумма — 99.96; CO₂ — 0.35; H₂O_{гигроск.} — 0.44. Анализ содержания микроэлементов (табл. 2) показал,

Таблица 1. Результаты термического разложения без доступа кислорода

Table 1. Results of thermal decomposition in the absence of oxygen

№ п/п	t, °C	Выход, % Yield, %		
		Жидкая фаза Liquid phase	Зола Ash	Газовая фаза Gas phase
1	650	12.8	79.8	7.4
2	700	12.9	79.4	7.7
3	850	13.1	78.8	8.1

что исходные пробы металлоносных горючих сланцев относительно кларков земной коры сильно (в 10–300 раз) обогащены Mo, Te, Cd, Se, U, Tl, V, Yb и умеренно обогащены Ba, W, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Sb, Sc, Y, Eu, Tm. В групповом выражении исходная проба относительно обогащена элементами-литофилами, сидерофилами, халькофилами и полуметаллами. К дефицитным относительно кларков относятся Li, Be, Sr, Nb, Sn, Th, Mn, Co, Pb, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Lu. В групповом выражении наиболее дефицитными выступают лантаноиды.

В золе относительно исходной пробы возрастают групповые содержания редкоземельных (на 54 %), литофильных без REE (на 4.1 %), сидерофильных (на 2.3 %) элементов. Групповые содержания полуметаллов и халькофилов, напротив, сокращаются (соответственно на 55.5 и 17.9 %), халькофильных — на 17.9. Общее содержание микроэлементов в золе возрастает на 2.01 %. В части отдельных элементов наиболее отчетливое сокращение содержаний в золе выявляется для Ba, Nb, **Sn, Th**, U, Mn, Ni, **Cd, Pb, As, Sb**, Te, Sc, Sm, Eu, Er, Tm. К элементам, накапливающимся в золе, относятся Li, Be, Sr, **Mo, W, Th, Y, La, Ce, Pr, Nd**, Gd, Tb, Dy, Ho, Yb, Lu, **V, Cr, Co, Cu, Zn, Se**.

Для оптимизации степени сернокислотного извлечения из исходной технологической пробы и полученной из нее золы сильнонадкларковых элементов — ванадия и молибдена — проведены эксперименты с целью оценки влияния на этот процесс гранулометрии материала и соотношения твердое/жидкое (Т/Ж) в чановом реакторе. В эксперименте были использованы исходный материал горючих сланцев и отдельные гранулометрические фракции золы (мм): –1+0.5 (пески крупнозернистые); –0.5+0.315 (пески среднезернистые); –0.315 (пески мелкозернистые). Опыты проводились при комнатной температуре; пропорция Т/Ж составляла 0.2; концентрация H₂SO₄ варьировалась от 3 до 15 %; время выщелачивания — 60 мин.

Полученные результаты (рис. 1) показали, что гранулометрический состав материала явно влияет на степень кислотного извлечения ванадия и молибдена. Она многократно возрастает в последовательности от исходной пробы к крупнопесчаной фракции золы, затем к среднезернисто-песчаной фракции золы, затем несколько сокращается в случае мелкозернисто-песчаной фракции. Это, скорее всего, коррелируется с валовым содержанием элементов в пробе и соответствующих фракциях золы.

Для определения влияния пропорции Т/Ж на степень извлечения металлов в сернокислотный раствор использовалась гранулометрическая фракция золы

**Таблица 2.** Содержание химических элементов (г/т) в исходной пробе (1) и золе (2) горючих сланцев месторождения Актау по данным масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой**Table 2.** The content of chemical elements (g/t) in the original sample (1) and ash (2) of oil shales from the Aktau deposit according to inductively coupled plasma mass spectrometry

Элементы Elements	Кларк земной коры по А. П. Виноградову Clark of the earth's crust according to A. P. Vinogradov	1/КК	2/КК	2/1
Li	32	23/0.72	26.4/0.83	1.15
Be	3.8	1.4/0.37	1.89/0.5	1.35
Ba	650	860/1.32	831/1.28	0.97
Sr	340	320/0.94	361/1.06	1.13
Nb	20	7.3/0.37	7.18/0.36	0.98
Mo	1.1	360/327	397/361	1.1
Sn	2.5	2.5/1	0.88/0.35	0.35
W	1.3	1.5/1.15	3.05/2.35	2.03
Th	13	8.6/0.66	4.5/0.35	0.52
U	2.5	54/21.6	52/20.8	0.96
Tl	1	12/12	33.1/33.2	2.76
Сумма и среднее \pm СКО Sum and mean \pm SD	1067.2	1650.3/1.55	1718/1/61	1.21 \pm 0.67
V	90	880/9.78	915/10.17	1.04
Cr	83	95/1.14	178/2.14	1.87
Mn	1000	610/0.61	528/0.53	0.86
Сумма и среднее \pm СКО Sum and mean \pm SD	1173	1585/1.35	1621/1.38	1.26 \pm 0.54
Co	18	13/0.72	13.2/0.73	1.02
Ni	58	220/3.79	131/2/26	0.6
Cu	47	77/1.64	79.8/1.7	1.04
Zn	83	130/1.57	149/1.8	1.15
Cd	0.013	21/1615	5.94/457	0.28
Pb	16	14/0.88	11/0.69	0.79
Сумма и среднее \pm СКО Sum and mean \pm SD	206	475/2.3	389.94/1.89	0.81 \pm 0.33
As	1.7	7.3/4.29	0.2/0.12	0.03
Sb	0.5	7.2/14.4	0.8/1.6	0.11
Te	0.001	0.36/360	0.18/180	0.5
Se	0.05	8.7/174	9.3/186	1.07
Сумма и среднее \pm СКО Sum and mean \pm SD	2.25	23.56/10.47	10.48/4.66	0.43 \pm 0.48
Sc	10	12/1.2	11.6/1.16	0.97
Y	20	26/1.3	31.1/1.56	1.2
La	29	21/0.72	34.9/1.2	1.66
Ce	70	32/0.46	56.9/0.81	1.78
Pr	9	3.7/0.41	9.4/1.04	2.54
Nd	37	16/0.43	33.6/0.91	2.1
Sm	8	4.7/0.59	4.6/0.58	0.98
Eu	1.3	1.6/1.23	1.27/0.98	0.79
Gd	8	3.4/0.43	6.29/0.79	1.85
Tb	4.3	0.68/0.16	0.78/0.18	1.15
Dy	5	3.6/0.72	5.07/1.01	1.41
Ho	1.7	0.89/0.52	1.4/0.82	1.57
Er	3.3	2.6/0.79	2.49/0.75	0.96
Tm	0.27	0.4/1.48	0.34/1.26	0.85
Yb	0.33	3.1/9.39	3.16/9.58	1.02
Lu	0.8	0.27/0.34	0.29/0.36	1.07
Сумма редких земель Sum of rare earths	208	131.94/0.63	203.19/0.98	1.37 \pm 0.5
Общее содержание и среднее \pm СКО Total content and mean \pm SD	2656.46	3865.8/1.46	3942.61/1.48	1.14 \pm 0.59

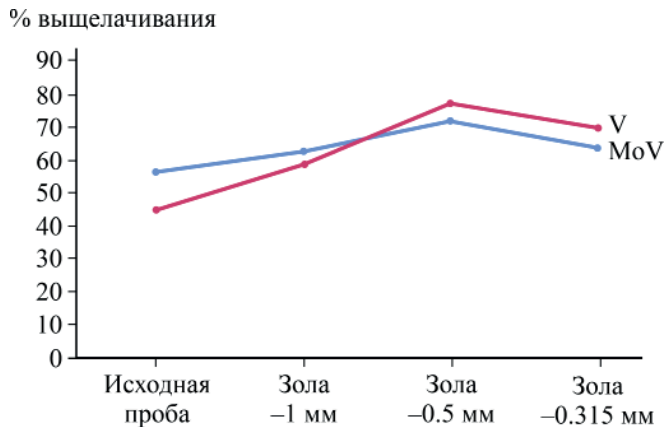


Рис. 1. Экстракция V и Mo из гранулометрических фракций разной крупности

Fig. 1. V and Mo extraction from granulometric fractions of various size classes

–0.5 мм, выщелачивание проводилось при комнатной температуре в течение 60 мин.

По ванадию (рис. 2) получены данные, что степень его кислотного извлечения возрастает с увеличением концентрации H_2SO_4 от 3 до 15 % в 2.6–1.8 раз. При этом по мере роста доли жидкой фазы (Т/Ж = от 1 до 0.2) степень выщелачивания увеличивается при всех концентрациях растворителя, правда несколько неравномерно. По молибдену (рис. 3) установлено, что степень его кислотного извлечения в тех же условиях возрастает в 2.1–1.7 раз, т. е. несколько в меньшей степени, чем у ванадия.

В целом проведенные исследования показали, что при чановом кислотном выщелачивании золы горючих сланцев месторождения Актау в раствор в конечном счете переходит около 80 % ванадия и более 70 % молибдена. Максимальная степень извлечения достигается при значении Т/Ж = 0.2. Дальнейшее увеличение доли жидкой фазы в реакторе на извлекаемость металлов не влияет.

Полученные экспериментальные данные позволяют предложить пятиэтапную технологическую схему переработки горючих сланцев месторождения Актау на промышленно ценные металлы (рис. 4): 1) перемешивание материала углеродных сланцев с 12 % примесью хлорида натрия; 2) термическое разложение без доступа кислорода (пиролиз) при температуре 850 °C; 3) кислотное выщелачивание золы; 4) сорбция кислотно-выщелоченных металлов с использованием ионообменных смол марки А-109 — для извлечения ванадия и марки А-100 — для извлечения молибдена; 5) десорбция выщелоченных металлов с последующей утилизацией. В итоге использования этой технологической схемы были получены сланцевая смола (13.1 %) и концентраты ванадия (70.2 %) и молибдена (64.8 %).

Заключение

Проанализированы методы и технологии переработки металлоносных горючих сланцев на примере месторождения Актау. Определены условия получения сланцевой смолы при термическом разложении без доступа кислорода, перевода ценных компонентов в сернокислотный раствор. Протестированы ионо-

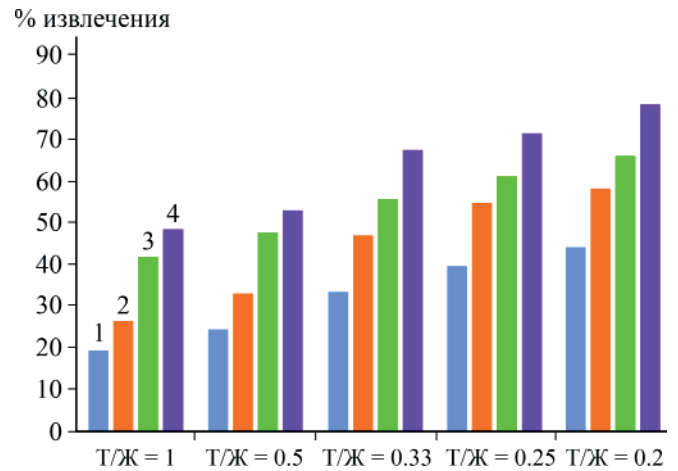


Рис. 2. Определение зависимости степени кислотного извлечения ванадия в зависимости от концентрации серной кислоты (1–4) и пропорции Т/Ж в реакторе. Концентрации H_2SO_4 : 1–3 %, 2–5 %, 3–10 %, 4–15 %

Fig. 2. Determination of the dependence of the degree of acid extraction of vanadium depending on the concentration of sulfuric acid (1–4) and S/L proportion in the reactor. H_2SO_4 concentrations: 1–3 %, 2–5 %, 3–10 %, 4–15 %

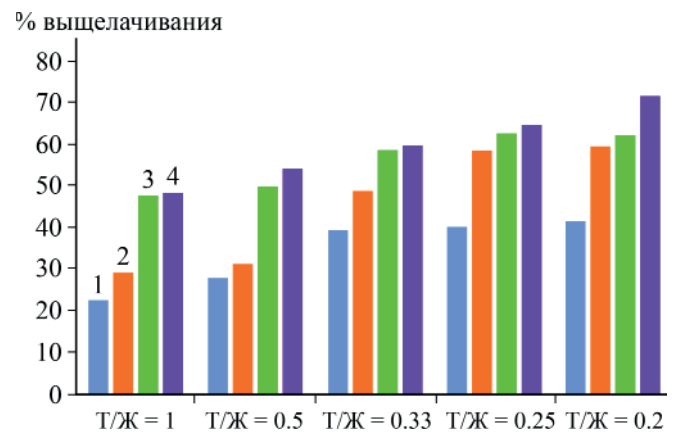


Рис. 3. Определение зависимости степени кислотного извлечения молибдена в зависимости от концентрации серной кислоты (1–4) и пропорции Т/Ж в реакторе

Fig. 3. Determination of the dependence of the degree of acid extraction of molybdenum depending on the concentration of sulfuric acid (1–4) and S/L proportion in the reactor

обменные смолы для селективного извлечения ванадия и молибдена методом сорбции из насыщенного металлоносного сернокислотного раствора. Разработана технологическая схема комплексной переработки горючих сланцев месторождения Актау с получением сланцевой смолы, концентратов ванадия и молибдена, с утилизацией остатков для строительной индустрии. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Наиболее оптимальной для переработки горючих сланцев месторождения Актау на сланцевую смолу и металлоносные концентраты является технология термического разложения без доступа кислорода (пиролиз) на установке, имитирующей процесс Галотера УТТ-3000. В процессе экспериментов было установлено, что оптимальный результат достигается при температуре 850 °C с выходом жидкой фракции в 13.1 %, золы — в 78.8 % и газовой фазы — в 8.1 %. В зольном

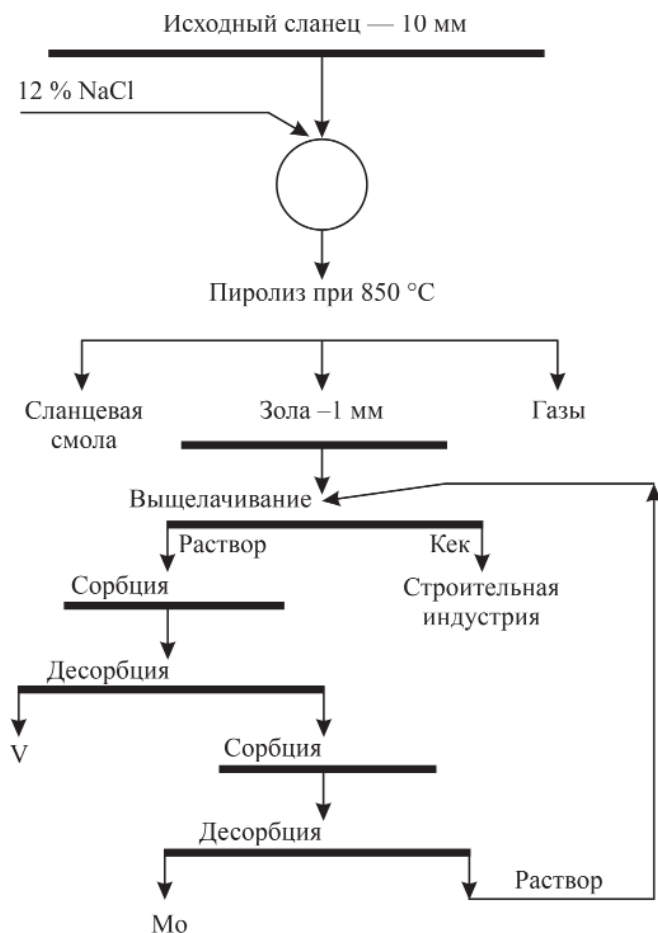


Рис. 4. Рекомендуемая технологическая схема переработки горючих сланцев месторождения Актау

Fig. 4. Recommended technological scheme for the processing of oil shales from the Aktau deposit

продукте, полученном при температуре 850 °C, содержание продуктивных металлов в сравнении с исходной пробой заметно повышается: для ванадия — до 880–915 г/т и молибдена — до 360–400 г/т.

На основании результатов проведенных экспериментов разработана пятиэтапная технологическая схема переработки металлоносных горючих сланцев месторождения Актау, позволяющая извлекать до 80 % ванадия и более 70 % молибдена.

Авторы благодарят рецензентов за работу по улучшению содержания статьи.

Литература / References

- Александрова М. В. Японский капитал и его значение в развитии промышленности Северо-Восточного Китая (конец XIX в. — 1945 г.) // История внешней политики и экономических связей Китая. 2014. С. 336–358. Alexandrova M. V. *Yaponskiy kapital i yego znachenie v razvitiy promyshlennosti severo-vostochnogo Kitaya (konets KHIKH v. — 1945 g.)* (Japanese capital and its importance in the development of industry in northeast China (late 19th century — 1945)). History of foreign policy and economic relations of China, 2014, pp. 336–358.
- Алимов Р. С., Борминский С. И. Применение сланцевой смолы в качестве флотореагента при флотации сульфидных руд // Инновационные идеи молодых ученых, геологов и специалистов в развитии минерально-сы-

рьевой базы Республики Узбекистан: Респуб. конф. молод. ученых. 2010. С. 70–71.

Alimov R. S., Borminsky S. I. *Primeneniye slantsevoy smoly v kachestve flotoreagenta pri flotatsii sul'fidnykh rud* (The use of shale tar as a flotation agent in the flotation of sulfide ores). Proc. of conference, 2010, pp. 70–71.

Андреев В. Быть новому заводу Enefit 280 или не быть? Северное побережье, 2020. С. 23–29.

Andreev V. *Byt' novomu zavodu «Enefit 280» ili ne byt' (A new plant Enefit 280: to be or not to be)*. North Coast, 2020, pp. 23–29.

Гаранина О. Л. Перспективы добычи сланцевой нефти в США и последствия для мирового рынка нефти // Проблемы национальной стратегии. 2014. № 4. С. 185–204.

Garanina O. L. *Perspektivy dobychi slantsevoy nefiti v SSHA i posledstviya dlya mirovogo rynka nefiti* (Prospects for shale oil production in the United States and consequences for the global oil market). Problems of National Strategy, 2014, No. 4, pp. 185–204.

Гуро В. П., Ибрагимова М. А. Ионнообменное извлечение и электроэкстракция металлов из растворов переработки горючих сланцев // Узбекский химический журнал. Ташкент. 2008. № 5. С. 27–31.

Guro V. P., Ibragimova M. A. *Ionoobmennoye izvlecheniye i elektroekstraktsiya metallov iz rastvorov pererabotki goryuchikh slantsev* (Ion-exchange extraction and electro-extraction of metals from oil shale processing solutions). Uzbek Chemical Journal, Tashkent, 2008, No. 5, pp. 27–31.

Гуро В. П., Ибрагимова М. А. Жидкостно-экстракционное концентрирование ионов металлов в продуктах переработки горючих металлоносных сланцев // Узбекский химический журнал. 2009. № 6. С. 38–41.

Guro V. P., Ibragimova M. A. *Zhidkostno-ekstraktsionnoye kontsentrirvaniye ionov metallov v produktakh pererabotki goryuchikh metallonosnykh slantsakh* (Liquid-extraction concentration of metal ions in the products of processing combustible metal-bearing shales). Uzbek chemical journal, Tashkent, 2009, No. 6, pp. 38–41.

Евдокимов Л. А., Кудинов А. А., Васильев П. Г. Металлоносные горючие сланцы — источник расширения топливно-энергетического баланса и сырьевой базы радиоактивных и редкоземельных металлов // Горный вестник Узбекистана. 2007. № 1. С. 21–24.

Evdokimov L. A., Kudinov A. A., Vasiliev P. G. *Metallonosnyye goryuchiye slantsy — istochnik rasshireniya toplivno-energeticheskogo balansa i syr'yevoy bazy radioaktivnykh i redkozemel'nykh metallov* (Metal-bearing combustible shale as a source of expanding the fuel and energy balance and the raw material base of radioactive and rare earth metals). Mining Bulletin of Uzbekistan, 2007, No. 1, pp. 21–24.

Иванов Н. А. Сланцевая Америка: энергетическая политика США и освоение нетрадиционных нефтегазовых ресурсов. М.: Магистр, 2014. С. 304.

Ivanov N. A. *Slantsevaya Amerika: energeticheskaya politika SSHA i osvoyeniye netraditsionnykh neftegazovykh resursov* (Shale America: US energy policy and development of unconventional oil and gas resources). Moscow: Magistr, 2014, 304 p.

Исоков М. У., Алимов Р. С., Алматов И. М., Соатов С. А. Утилизация отходов гидроотвала угледобычи Ангренского месторождения с получением гуминовых кис-



- лот и бактериально-гуминовых удобрений // Обогащение руд. 2022. № 5. С. 40–45. DOI: 10.17580/or.2022.05.07
- Isokov M. U., Alimov R. S., Almatov I. M., Soatov S. A. *Utilizatsiya otkhodov gidrootvala ugledobychi Angrenskogo mestorozhdeniya s polucheniyem guminovykh kislot i bakterial'no-guminovykh udobreniy* (Utilization of waste from the hydro dump of coal mining at the Angren deposit with the production of humic acids and bacterial-humic fertilizers), 2022, No. 5, pp. 40–45.
- Исоков М. У., Борминский С. И., Василевский Б. Б., Марипова С. Т. Анализ форм нахождения промышленно ценных элементов в комплексных металлоносных горючих сланцах Узбекистана // Угэоинновация, 2012а. С. 163–164.
- Isokov M. U., Borminsky S. I., Vasilevsky B. B., Maripova S. T. *Analiz form nakhozhdeniya promyshlennno tsennykh elementov v kompleksnykh metallonosnykh goryuchikh slantsakh Uzbekistana* (Analysis of the forms of occurrence of industrially valuable elements in complex metal-bearing combustible shale of Uzbekistan). *Uzgeoinnovation*, 2012a, pp. 163–164.
- Исоков М. У., Борминский С. И., Хожиев А. О современных технологиях комплексной переработки горючих сланцев Республики Узбекистан // Угэоинновация. 2012b. С. 164–165.
- Isokov M. U., Borminsky S. I., Khozhiev A. *O sovremennykh tekhnologiyakh kompleksnoy pererabotki goryuchikh slantsev Respubliki Uzbekistan* (On modern technologies for the complex processing of oil shale of the Republic of Uzbekistan). *Uzgeoinnovation*, 2012b, pp. 164–165.
- Исоков М. У., Турсебеков А. Х., Борминский С. И., Василевский Б. Б., Шарипов Х. Т., Дерюгин Е. К. Геохимия и минералогия горючих сланцев Узбекистана / Госкомгеологии РУз, ГУ «ИМР», Институт геологии и геофизики АН РУз, Мин-во В и ССО РУз, Ташкентский ХТИ. Ташкент: ИМР, 2013. С. 78.
- Isokov M. U., Turesebekov A. Kh., Borminsky S. I., Vasilevsky B. B., Sharipov Kh. T., Deryugin E. K. *Geokhimiya i mineralogiya goryuchikh slantsev Uzbekistana* (Geochemistry and mineralogy of oil shale of Uzbekistan). State Committee for Geology of Uzbekistan, Institute of Geology and Geophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Ministry of Water and Agriculture of the Republic of Uzbekistan, Tashkent CTI, Tashkent: IMR, 2013, pp. 78.
- Исоков М. У., Юсупходжаев А. М., Алимов Р. С., Сомова У. А. Перспективы промышленного освоения горючих сланцев Республики Узбекистан // Проектирование и научное сопровождение внедрения инновационных технологий в добыче и переработке нефти и газа: Материалы науч.-практ. конф. Ташкент, 2015. С. 180–186.
- Isokov M. U., Yusupkhodzhaev A. M., Alimov R. S., Somova U. A. *Perspektivy promyshlennogo osvoeniya goryuchikh slantsev Respubliki Uzbekistan* (Prospects for the industrial development of oil shale in the Republic of Uzbekistan). Proceedings of the scientific-practical conference «Design and scientific support for the introduction of innovative technologies in mining and oil and gas processing», Tashkent, 2015, pp. 180–186.
- Морев А. А., Мракин А. Н., Селиванов А. А. Теплотехнические аспекты использования зольных теплообменников в схемах комплексной энерготехнологической переработки сернистых горючих сланцев // Проблемы энергетики. 2015. № 5–6. С. 60–65.
- Morev A. A., Mrakin A. N., Selivanov A. A. *Teplotekhnicheskiye aspekty ispol'zovaniya zol'nykh teploobmennikov v skhemakh kompleksnoy energotekhnologicheskoy pererabotki sernistykh goryuchikh slantsev* (Thermal engineering aspects of the use of ash heat exchangers in the schemes of complex energy-technological processing of sour oil shale). *Problems of Energy*, 2015, No. 5–6, pp. 60–65.
- Патраков Ю. Ф., Писаренко М. В. Перспективы комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых // Науки о Земле. Известия ТулГУ. 2017. Вып. 3. С. 240–247.
- Patrakov Yu. F., Pisarenko M. V. *Perspektivy kompleksnogo osvoeniya mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopayemykh* (Prospects for the integrated development of deposits of solid minerals). *Earth Sciences. News of TulaSU*, 2017, Issue 3, pp. 240–247.
- Прохоренко А., Лузановский А., Артемова Н. М. Металлоносные горючие сланцы Республики Узбекистан. Ташкент: Изд-во ФАН РУз, 1999. С. 153.
- Prokhorenko A., Luzanovsky A., Artemova N. M. *Metallonosnyye goryuchiye slantsy Respubliki Uzbekistan* (Metal-bearing oil shale of the Republic of Uzbekistan). FAS Ruz, 1999, 153 p.
- Стрижакова Ю. А. Горючие сланцы. Генезис, составы, ресурсы. М.: Недра, 2008. С. 192.
- Strizhakova Yu. A. *Goryuchiye slantsy. Genezis, sostavy, resursy* (Oil Shales. Genesis, compositions, resources). Moscow: Nedra, 2008, 192 p.
- Стрижакова Ю. А., Усова Т. В., Ваничкина Т. Н., Жагфаров Ф. Г. Термолитиз кашпирских горючих сланцев // Башкирский химический журнал. 2009. Т. 16. № 3. С. 31–33.
- Strizhakova Yu. A., Usova T. V., Vanichkina T. N., Zhagfarov F. G. *Termoliz kashpirskikh goryuchikh slantsev* (Thermolysis of Kashpir oil shale). *Bashkir Chemical Journal*. 2009. V. 16, No. 3, pp. 31–33.
- Хачатурян В. Г. Опыт и перспективы использования горючих сланцев в промышленности России и за рубежом // Науки о земле. Известия ТулГУ. 2016. Вып. 3. С. 216–224.
- Khachatryan V. G. *Opyt i perspektivy ispol'zovaniya goryuchikh slantsev v promyshlennosti Rossii i za rubezhom* (Experience and prospects for the use of oil shale in the industry of Russia and abroad). *Earth Sciences. News of TulaSU*, 2016, Issue 3, pp. 216–224.
- U. S. Energy Information Administration: North America leads the world in production of shale gas. Интернет-ресурс: www.eia.gov.

Поступила в редакцию / Received 02.02.2023

Выдающийся исследователь силура и девона (к 100-летию со дня рождения Антонида Ивановны Першиной)

Outstanding researcher of the Silurian and Devonian (marking the 100th anniversary of the birth of Antonida Ivanovna Pershina)

March 8, 2023 marks the 100th anniversary of the birth of Antonida Ivanovna Pershina, Senior Researcher at the Laboratory of Stratigraphy, Candidate of geological and mineralogical sciences.

On April 1, 2023, it will be 50 years since the Laboratory of Stratigraphy was established as an independent structural subdivision of the Institute of geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. At the same time, stratigraphy was one of the main areas of geological researches in the Geology Sector of the Base of the USSR Academy of Sciences, established in Komi in 1944. One of the first employees of this Sector, who devoted herself to stratigraphy, was Antonida Ivanovna Pershina

8 марта 2023 года исполняется 100 лет со дня рождения Антонида Ивановны Першиной (08.03.1923–08.09.1986), старшего научного сотрудника лаборатории стратиграфии, кандидата геолого-минералогических наук.

1 апреля 2023 года исполнится 50 лет со дня образования лаборатории стратиграфии как самостоятельного структурного подразделения Института геологии Коми научного центра УрО РАН. При этом стратиграфия была одним из основных направлений геологических исследований сектора геологии Базы АН СССР, созданной в Коми в 1944 году. Одной из первых сотрудниц этого сектора, посвятившей себя стратиграфии, была Антонида Ивановна Першина.



Первая экспедиция на Урале (1947 г.)

The first expedition in the Urals (1947)



Работа с первыми коллекциями девонских брахиопод

Work with the first collections of Devonian brachiopods

Антонида Ивановна родилась в селе Визинга. Окончание учебы в школе совпало с началом Великой Отечественной войны. В 1946 году, окончив геологический факультет Карело-Финского государственного университета, Антонида Ивановна была принята на работу в Сектор геологии, который в 1959 году был преобразован в Институт геологии. Профессор А. А. Чернов предложил Антониде Ивановне всерьез заняться стратиграфией девонских отложений западного склона севера Урала. Это предложение определило ее геологическую судьбу. Начавшиеся осенью 1947 года исследования разрезов девона на западном склоне Приполярного Урала продолжились с 1953 года на территории гряды Чернышева. Оригинальные материалы по стратиграфии девона, дополненные данными по биостратиграфии девона южной части гряды Чернышева, легли в основу диссертационной работы Антонида Ивановны «Стратиграфия и палеогеография девонских отложений правобережья средней Печоры и южной части гряды Чернышева», защита которой состоялась в 1959 году в Москве, на ученом совете Геологического института АН СССР.

Расширился и стратиграфический диапазон исследований А. И. Першиной на разрезах силура, а затем ордовика. Для оперативного определения возраста изучаемых отложений наряду с описанием разрезов Антонида Ивановна занялась изучением брахио-

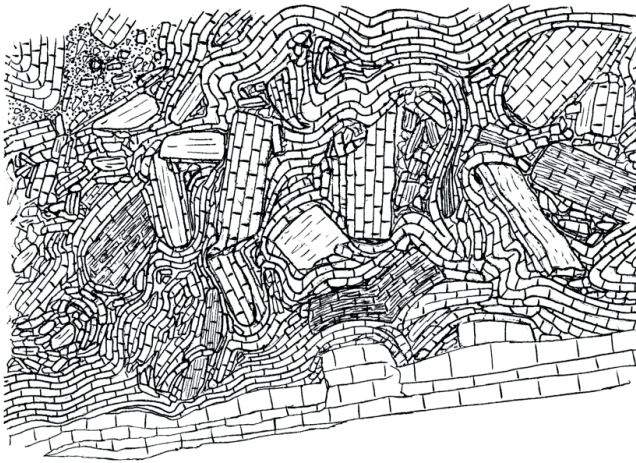


Рисунок брекчированной породы из пограничной толщи ордовика и силура (р. Уса, из полевого дневника А. И. Першиной, 1956 г.)

Drawing of brecciated rock from the Ordovician-Silurian boundary sequence (Usa River, from A. I. Pershina's field diary, 1956)

под. Ею были собраны и определены представительные их коллекции и описано около двадцати новых видов. Однако опубликованное монографическое описание касалось только шести новых видов брахиопод, а информация об остальных новых видах сохранилась в рукописных отчетах.

На основе большого фактического материала А. И. Першиной была составлена стратиграфическая схема расчленения девонских и силурийских отложений, выделены новые свиты и горизонты с палеонтологической характеристикой, описанием основных типов пород и их фациальных особенностей. Составлены также палеогеографические карты силура и девона для северо-востока европейской части России.

А. И. Першина многие годы являлась куратором комитета по стратиграфии девона Печорского Приуралья, действительным членом Всесоюзного палеонтологического общества. Она является автором и соавтором восьмидесяти работ, в том числе пяти монографий. За многолетний добросовестный труд А. И. Першина награждена орденом Трудового Красного Знамени, медалью «Ветеран труда».

В Геологическом музее им А. А. Чернова находятся 11 авторских коллекций А. И. Першиной общим объемом 2150 единиц хранения, переданные к монографическим работам и различным научным отчетам. В коллекциях содержатся брахиоподы из отложений силура и девона. Большая часть коллекций брахиопод, переданная в музей А. И. Першиной, представлена девонскими отложениями северо-востока европейской части России. Эти коллекции были собраны ею во время полевых работ на Северном, Приполярном и Полярном Урале, гряде Чернышева, Среднем Тимане. В музее также находится коллекция брахиопод из разрезов девона Новой Земли, собранная Н. И. Тимониным и переданная А. И. Першиной для изучения, коллекция брахиопод из стратотипического разреза силура Подолии (Украина).

В 1970-е годы публикациями А. И. Першиной о силурийских и девонских отложениях гряды Чернышева заинтересовался профессор палеонтологии департамента геологии Пенсильванского университета Артур Буко (A. J. Boucot). Встреча профессора А. Буко и А. И. Першиной, которая состоялась в Сыктывкаре, в стенах Коми филиала АН СССР в 1968 г., произвела сильное впечатление на американца: «Я удивлен, как она, находясь так далеко от центра и главных научных библиотек, сумела собрать и систематизировать такой уникальный материал. Это самый большой сюрприз за время моего пребывания в СССР. Ваша Коми академия может гордиться этой коллекцией, она украсила



Сотрудники Института геологии проходят военную подготовку. Слева направо: Эдуард Степанович Щербakov, (?), Антонида Ивановна Першина, Галина Евгеньевна Юшкова, Николай Власович Калашников, Юрий Анатольевич Модянов

The team of the Institute of Geology takes military training. L-R: Eduard Stepanovich Shcherbakov, (?), Antonida Ivanovna Pershina, Galina Yevgenyevna Yushkova, Nikolay Vlasovich Kalashnikov, Yury Anatolyevich Modyanov



А. И. Першина и А. А. Чернов (февраль 1962 г.)

A. I. Pershina and A. A. Chernov (February 1962)

бы институт палеонтологии любой из тех стран, которые довелось мне посетить», — говорил Артур Буко журналисту газеты «Красное знамя» (А. З. Ануфриев Красное знамя. 31 авг. 1968). После этой встречи А. И. Першина в порядке обмена получила в дар коллекцию силурийских брахиопод от профессора Буко. Коллекция хранится в музее (№ 170) и содержит 57 образцов брахиопод, собранных из разных местонахождений США, Канады, Великобритании, Норвегии и Швеции.

В последние годы жизни А. И. Першина увлеклась изучением силурийских и девонских высших ракообразных — филлокарид. В ее докладе (Першина А. И. Новые филлокариды (Высшие ракообразные) верхнего силура и девона Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Труды X геологической конференции Коми АССР. 1987. С. 37–39) сообщается о находке двух новых родов *Kolvacaris Pershina* gen. nov. и *Usinocaris Pershina* Gen.

nov. В музее в кол. № 740/9 хранится голотип *Usinocaris Pershina* gen. nov.

Перечень голотипов, хранящихся в фондах музея

Першина А. И. Новая хонетида из среднего девона Северного Урала // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. М.: Наука, 1977. 119 с.

Eodevonaria tchernowi Pershina sp. nov.

№ 30/111; Северный Урал, р. мал. Печора, обн. 2; средний (нижний?) девон, злиховский (эмский?) ярус; табл. 27, фиг. 11.

Першина А. И., Ларин Н. М. Новые гипидулиды девона Урала и Средней Азии // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. М.: Наука, 1977. Вып. 4. С. 123–127.

Cypidula cristata Pershina sp. nov.

№ 20/137; Приполярный Урал, руч. Матя-шор; средний девон, живетский ярус, зона *Stringocephalus*; табл. 28, фиг. 14.

Cypidula triloba Pershina sp. nov.

№ 94/137; Пай-Хой, р. Бельковская; средний девон, живетский ярус, зона *Bornhardtina*; табл. 29, фиг. 2.

Cypidula (?) petchorica Pershina sp. nov.

№ 6/111; Северный Урал, р. мал. Печора; средний девон, эйфельский ярус; табл. 29, фиг. 3, рис. 11.

Ivdelinia distincta Pershina sp. nov.

№ 16/111; Северный Урал, р. мал. Печора; средний (нижний?) девон, злиховский (эмский?) ярус; табл. 29, фиг. 1.

Levigatella nadotica Pershina sp. nov.

№ 26/137; Приполярный Урал, руч. Матя-шор; средний девон, живет, зона *Bornhardtina*; табл. 28, фиг. 12.

Ископаемые организмы, которые названы в честь А. И. Першиной

Spasskyella pershinae Tsyganko, 1977

Trupetostroma pershini Bogoyavlenskaya, 1997

Stromatopora antonidi Bogoyavlenskaya, 2000

Bsokolovia pershinae Tsyganko, 2016

Д. г.-м. н. Т. М. Безносова,
м. н. с. Л. Р. Жданова



Долина ручья. Поднятие Чернышева. Полевые зписовки (50-е годы). Работа А. И. Першиной

Stream valley. The Chernov Ridge. Field notes (1950s). The work by A. I. Pershina



В 2020 году в связи с эпидемиологической ситуацией Юрское совещание впервые было проведено нами в дистанционном режиме и без геологических экскурсий, хотя изначально планировалось, что оно пройдет в Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). В связи с тем, что в настоящее время ограничения полностью сняты, было принято решение провести очередное, девятое Всероссийское совещание

Due to the epidemiological situation in 2020, the All-Russian Conference «Jurassic System of Russia» was held online without geological excursions. However, originally it was planned to be held at the Institute of Geology, FRC Komi SC, UB of RAS (Syktyvkar). As the restrictions on mass events have been completely removed, the next, 9th All-Russian conference

«Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии»



«The Jurassic System of Russia: Problems of Stratigraphy and Paleogeography»

в г. Сыктывкаре, с 9 по 16 сентября 2023 г.

will be held in Syktyvkar on September 9 to 16, 2023.

На совещании предлагается рассмотреть следующий круг вопросов, связанных с изучением юрской системы России и ближнего зарубежья:

1. Теоретические вопросы стратиграфии, проблемы Общей шкалы юрской системы
2. Зональные стандартные шкалы, региональные и межрегиональные корреляционные схемы
3. Полезные ископаемые юрского комплекса России
4. Биота юрского периода
5. Непалеонтологические методы в стратиграфии юрской системы
6. Палеогеография, седиментология и геодинамика юрского периода
7. История изучения юрской системы в России и ближнем зарубежье

At the conference, we expect to discuss the following range of questions related to the study of the Jurassic System in Russia and neighboring countries:

1. Theoretical questions of stratigraphy, problems of the General Scale of the Jurassic System
2. Zonal standards, regional and interregional correlation schemes
3. Mineral resources of the Jurassic deposits of Russia
4. Jurassic biota
5. Non-paleontological methods in the stratigraphy of the Jurassic System
6. Paleogeography, sedimentology, and geodynamics of the Jurassic period
7. History of the study of the Jurassic System in Russia and neighboring countries

В рамках совещания планируется проведение геологических экскурсий на опорные разрезы средней и верхней юры и местонахождения ископаемой фауны Республики Коми:

- Экскурсии в окрестностях г. Ухта (средняя-верхняя юра р. Айюва, средняя юра р. Дрешанка, доманиковые фации нефтематеринских девонских отложений, Ухтинский краеведческий музей) (9–12 сентября 2023 г.)
- Однодневная экскурсия на р. Сысолу (разрезы батского – волжского ярусов) и посещение Финно-угорского этнокультурного парка (16 сентября 2023 г.)

For the participants of the Conference, we will also offer two geological field trips to the key Middle and Upper Jurassic sections and remarkable fossil localities of the Komi Republic:

- September 9–12, 2023: pre-Conference field trip to the Ukhta City area (Middle-Upper Jurassic outcrops on the Ayuva River, Bajocian-Bathonian reference section on the Dreschanka River, outcrops of the Devonian oil-source Domanik facies, Ukhta Museum of Local Lore)
- September 16, 2023: post-Conference field trip to the Sysola River basin (Bathonian to Volgian), combined with a visit to the Finno-Ugric Ethno-Cultural park.

Циркуляры, анкета участника и другая актуальная информация о совещании будут также размещаться на специальной странице конференции на сайте jurassic.ru (<http://jurassic.ru/jurassic2023.htm>)

Circulars, registration form, and other relevant information about the conference is available at the conference webpage of the jurassic.ru website: <http://jurassic.ru/jurassic2023.htm>

Ключевые даты:

15 мая 2023 — окончание приема анкет от участников.

1 июля 2023 — окончание приема статей в сборник материалов (объем 4–6 страниц, включая рисунки и список литературы, детали будут уточнены во втором циркуляре).

По всем вопросам, связанным с организацией совещания, просьба обращаться к ученому секретарю Зверькову Николаю Геннадьевичу.

Эл. почта:
jurassic.ru@gmail.com
jurassic@geo.komisc.ru

Key deadlines:

May 15, 2023 — registration closes.

July 1, 2023 — abstract submission closes (we plan to accept manuscripts up to 4–6 pages long, with pictures and reference lists; details are to be announced in the 2nd circular).

For all questions related to the conference, please contact the Organizing Committee Secretary, Nikolay Gennadievich Zverkov

E-mail:
jurassic.ru@gmail.com
jurassic@geo.komisc.ru



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Научный совет РАН по проблемам
геологии и разработки месторождений
нефти, газа и угля

Научный совет РАН по химии угля

Институт геологии имени академика
Н. П. Юшкина Федерального исследовательского цен-
тра «Кomi научный центр Уральского отделения
Российской академии наук»

2–5 октября 2023 года
в г. Сыктывкаре состоится

Российская научная конференция
**«Геохимия и петрография угля,
горючих сланцев
и битуминозных пород»**

Научная программа:

- Геохимия органического вещества углей, горючих сланцев, битуминозных пород
- Углететрографические исследования ископаемого органического вещества
- Математические методы, статистический анализ, компьютерное моделирование в исследованиях углей и битуминозных пород
- Химическая структура органической массы угля и керогена горючих сланцев для разработки технологий переработки
- Элементы-примеси и металлоносность углей и других углеродистых пород

Контрольные сроки:

Окончание регистрации — 22 июля
Представление докладов — до 22 августа
Расылка программы — 11 сентября

Адрес:

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
ул. Первомайская, д. 54,
Сыктывкар, Республика Коми, 167982

Контакты:

(8212) 24-53-53 — приемная директора
(8212) 44-71-51 — Козырева Ирина Владимировна
(ученый секретарь ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

Секретари конференции:

к. г.-м. н. Ольга Евгеньевна Амосова
к. г.-м. н. Ольга Викторовна Валяева
к. г.-м. н. Ольга Сергеевна Котик
Эл. почта: coaloilshale2023@geo.komisc.ru

Подробная информация: <https://geo.komisc.ru>

Приглашаем принять участие!

Редакторы издательства:

О. В. Габова, К. В. Ордин (английский)



Ministry of Science and Higher Education
of the Russian Federation

RAS Scientific Council for Problems
of Geology and Development
of Oil, Gas and Coal Fields

RAS Scientific Council for Coal Chemistry

Institute of geology named after Academician
N. P. Yushkin of Federal Research Center
«Komi Scientific Center of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences»

October 2–5, 2023,
Syktyvkar

Russian scientific conference
**«Geochemistry and petrography
of coal, oil shales
and bituminous rocks»**

Scientific program:

- Geochemistry of organic matter of coals, oil shales, bituminous rocks
- Coal-petrographic studies of fossil organic matter
- Mathematical methods, statistical analysis, computer modeling in the studies of coals and bituminous rocks
- Chemical structure of organic matter of coal and oil shale kerogen for the development of processing technologies
- Impurity elements and metal content of coals and other carbonaceous rocks

Deadlines:

End of registration — July 22
Submission of reports — until August 22
Program mailing — September 11

Address:

Institute of geology FRC Komi SC UB RAS
54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar,
Komi Republic, 167982

Contacts:

+7 (8212) 24-53-53 — Director's Office
+7 (8212) 44-71-51 — Kozyreva Irina Vladimirovna
(Science Secretary of IG FRC Komi SC UB RAS)

Conference secretaries:

Cand. Sc.(geol.-miner.) Olga Evgenyevna Amosova
Cand. Sc.(geol.-miner.) Olga Viktorovna Valyaeva
Cand. Sc.(geol.-miner.) Olga Sergeevna Kotik
E-mail: coaloilshale2023@geo.komisc.ru

Detailed information: <https://geo.komisc.ru>

We invite you to take part!

Компьютерная верстка:

Р. А. Шуктомов

Свид. о рег. средства массовой информации ПИ № ФС77-75435 от 19.04.2019, выданное Роскомнадзором. Отпечатано: 28.04.2023. Формат бумаги 60 × 84 1/8. Печать RISO. Усл. п. л. 6.5. Тираж 140. Заказ 1201. Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кomi научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Редакция, издательство, типография: издательско-информационный отдел Института геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кomi научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН).

Адрес: 167982, Республика Коми, Сыктывкар, Первомайская, 54. Тел.: (8212) 24-51-60. Эл. почта: vestnik@geo.komisc.ru
На обложке использованы фото А. Перетягина, Р. Шайбекова, С. Исаенко, Н. Уляшевой, Ю. Голубевой.