



# РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ТЕРИГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ С ФОССИЛИЗИРОВАННЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ (БАССЕЙН СРЕДНЕЙ ПЕЧОРЫ)

В. А. Жарков<sup>1</sup>, Е. В. Зиновьев<sup>2</sup>, Т. В. Якубовская<sup>3</sup>, В. И. Силаев<sup>4</sup>, В. Н. Филиппов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург; vladimir\_zharkov@vsegei.ru

<sup>2</sup>ИЭРiZh УрО РАН, г. Екатеринбург; zin62@mail.ru

<sup>3</sup>Беларусь, Минск; tyakub@rambler.ru

<sup>4</sup>ИГ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар; silaev@geo.komisc.ru

Обсуждаются результаты геолого-палеоботанических исследований толщи рельефообразующих плиоцен-неоплейстоценовых терригенных отложений, первоначально разделённых снизу вверх на подморенные, мореноподобные и надморенные. На основании полученных данных делаются выводы о геологическом возрасте и ландшафтно-климатических условиях осадкообразования, палеосолёности среды седиментации. Анализируются формы и степень фоссилизации плиоценовых орешков вида *Carex cf. caespitosa L.* Впервые проведённые детальные оптико- и электронно-микроскопические исследования привели к выявлению на поверхности фоссилий полиминеральных пленок — нового источника геолого-палеоботанической информации.

**Ключевые слова:** плиоцен, неоплейстоцен, терригенные отложения, остатки растительности, фоссилизация орешков вида *Carex cf. caespitosa L.*, полиминеральные пленки на поверхности фоссилий.

## RELIEF-FORMING TERRIGENOUS DEPOSITS WITH FOSSIZED VEGETABLE RESIDUES IN THE MIDDLE PECHORIAN BASIN

В. А. Жарков<sup>1</sup>, Е. В. Зиновьев<sup>2</sup>, Т. В. Якубовская<sup>3</sup>, В. И. Силаев<sup>4</sup>, В. Н. Филиппов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>VSEGEI, St. Petersburg; vladimir\_Zharkov@vsegei.ru

<sup>2</sup>IERiZh UB RAS, Ekaterinburg; zin62@mail.ru

<sup>3</sup>Belarus, Minsk; tyakub@rambler.ru

<sup>4</sup>IG Komi SC of the UB RAS, Syktyvkar; silaev@geo.komisc.ru

The results of geologic-paleobotanical studies of the relief-forming Pliocene-Neopleistocene terrigenous deposits, originally divided from below upwards to moribund, morainic and overmature, are discussed. Based on the data obtained, conclusions are drawn about the geological age and landscape-climatic conditions of sedimentation, paleosolinity of the sedimentation environment. The forms and degree of fossilization of Pliocene nutlets of the species *Carex cf. caespitosa L.* The first detailed optical and electron-microscopic studies led to the discovery on the surface of fossils of polymimetallic films, a new source of geologic-paleobotanical information.

**Keywords:** Pliocene, Neopleistocene, terrigenous deposits, vegetation residues, fossilization of nut species *Carex cf. caespitosa L.*, polymimetallic films on the fossil surface.

### Введение

До настоящего времени не решена проблема генезиса и возраста основного объёма рельефообразующих образований в так называемой ледниковой зоне Тимано-Уральского региона. Большинство исследователей считает их возраст четвертичным, а генезис предполагает континентальным, с образованием пород в ходе чередования ледниковых и межледниковых эпох [1]. В рамках ледниковой модели существуют разные взгляды на возраст рельефообразующих суглинков в районе среднего течения р. Печоры, относимых к верхней морене. На карте четвертичных образований масштаба 1:1 000 000, составленной в ФГУНПП «Аэрогеология» А. С. Лавровым и Л. М. Потапенко, эти суглинки сопоставлены с четвёртой ступенью верхнего неоплейстоцена [17]. На карте четвертичных образований Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 ВСЕГЕИ те же суглинки сопоставлены с шестой ступенью среднего неоплейстоцена [13]. На указанных картах морские отложения показаны лишь в прибрежной зоне Карского и Печорского морей. На значительном удалении от моря наличие морских образований допускается лишь в погребённых впадинах доледникового рельефа.

Помимо гляциальной (ледниковой) существует альтернативная гляциомаринная модель строения и развития основного объёма позднекайнозойских образований [16, 23]. В этой модели рельефообразующие суглинки в бассейне средней Печоры относят к эоплейстоцену [8, 23] или к неогену [2, 3, 16], а их генезис интерпретируют как ледово- и ледниково-морской.

Проблема установления истинного возраста и генезиса отложений к настоящему времени зашла в своеобразный тупик. Обнаружение в рельефообразующих суглинках или песках слоистых текстур, морской фауны и микрофауны, а также литолого-геохимических признаков, позволяющих отнести их к морским образованиям, сторонники ледниковой модели развития не признают в качестве объективных критериев, поскольку ледник якобы обладал способностью ассимилировать морские отложения, находившиеся на пути его движения, и консервировать указанные признаки в оставленной им морене. Неогеновый и эоплейстоценовый возраст рельефообразующих суглинков, устанавливаемый спорово-пыльцевым методом, также подвергается сомнению из-за возможности переотложения. Отметим, что в ледниковой модели для датировки межледниковых отложений со слоисты-



ми текстурами спорово-пыльцевой метод используют уже без учёта возможной аллохтонности растительных остатков. Сходные проблемы, характеризуемые недостаточной обоснованностью и дискуссионностью стратиграфических схем и противоречивостью палеогеографических построений, основанных на различном понимании возраста и границ оледенений Центральной России, указаны в обстоятельном обзоре Г. И. Рычагова [20].

### Исследованный геологический разрез

В описаниях многих исследователей Большеземельской тундры, касающихся характеристик базальных горизонтов подразделений, составляющих так называемую большеземельскую серию, нередки упоминания о наличии в них маломощных прослоев торфа или рассеянных растительных остатков [2–4, 9–12, 16, 23]. На притоке р. Нечи (лист Q-40-XVIII) глины со слойками торфа в основании одного из обнажений интерпретировали как наиболее древние из «доледниковых» образований гряды Чернышева [6]. И. Д. Данилов, описывая состав наиболее древних кайнозойских отложений Большеземельской тундры, также упоминал редко встречающиеся линзочки намытого аллохтонного торфа и маломощные слойки, обогащённые растительным детритом. Однако видовые определения ископаемой флоры в статьях не приведены.

В ходе ГДП-200 листа Q-40-XXIX в 2014 г. в 40-метровом эрозионном обрыве р. Бол. Аранец (обн. 1080, координаты N64°59'48,30" E58°06'05,88") были изучены терригенные отложения (рис. 1), отнесённые предшествующими исследователями [7] к морене днепровского оледенения (средненеоплейстоценовая печорская морена Европейского Северо-Востока). В основании обрыва вверх от уреза воды (абс. отм. ~ 80 м) вскрыт разрез слоистых подморенных отложений (снизу вверх):

1. Песчано-гравийно-галечные отложения с мелкими валунами разного состава и различной степени окатанности. Мощность 2.5 м.

2. Пески серые, среднетонкозернистые, сортированные, преимущественно кварцевые. Мощность 2.5 м.

3. Пески разнозернистые, с примесью 15–20 % гравия и гальки. Мощность 0.65 м.

4. Гравий и галька в песчаном заполнителе, скементированные оксигидроксидами железа в конгломератогравелит. Окатанность обломков неравномерная, чаще хорошая. Мощность 0.65 м.

5. Суглинки алевритовые, голубоватые, с коричневыми пятнами, указывающими на скопления растительного шлама. Мощность 0.3 м.

6. Пески тонкие, серые, линзовидно-переслаивающиеся с серыми алевритами. Слои алеврита в верхней части содержат растительную труху (мохоподобный детрит). Мощность 0.2 м.

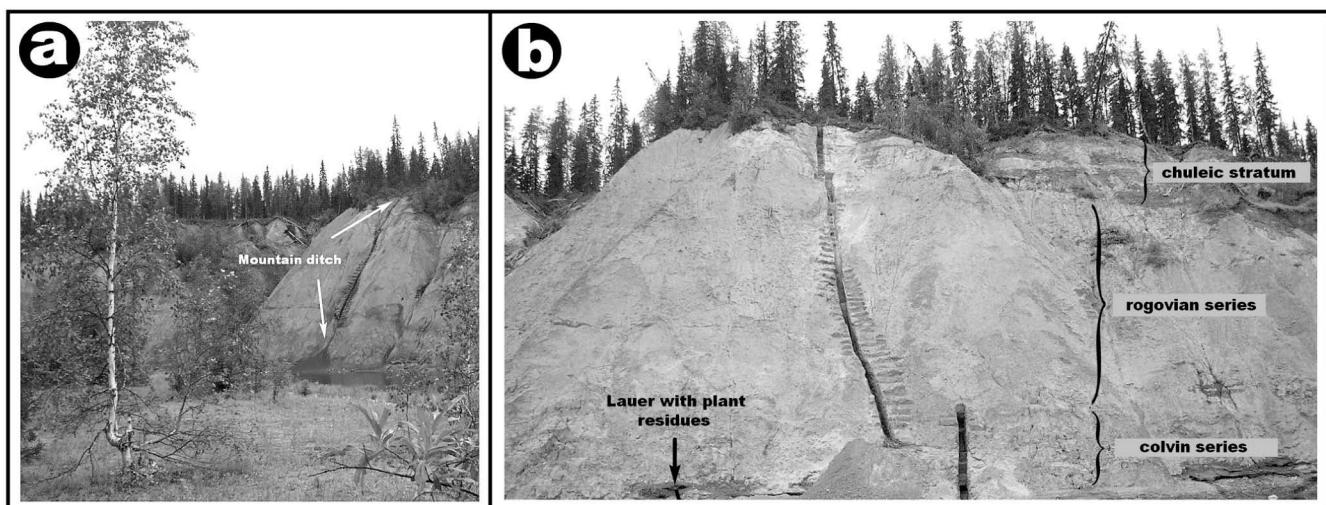
7. Алевритовые пески тонкослоистые, с редкими видимыми растительными остатками и интенсивным окжелезнением по слоистости и по поперечным трещинам. Мощность 0.4 м.

8. Пески тонкие линзовидно-косослоистые. Над подошвой располагается протяжённый прослой оторфованного алеврита мощностью 0.5–1 см с примесью моховидных растительных остатков и редких расплотченных веточек. Мощность 0.8 м.

9. Глины алевритистые, голубоватые, плотные, с редким гравием, включают в верхней части линзы песков серых, мелкозернистых, мощностью 10–30 см. Переходная пачка к вышележащей мореноподобной толще. Мощность 1.8 м.

Общая мощность нижней (слоистой) части разреза составила 9.8 м.

На глинах слоя 9, с размывом, выраженным появлением песчаных линз, залегает толща мореноподобных суглинков-супесей песчанистых, с гравием и галькой, мощностью 21.5 м, в которую врезана пачка ленточно-слоистых алевритов, глин и песков мощностью 8.6 м.



**Рис. 1.** Схема вскрытия (а) и стратиграфического расчленения (б) рельефообразующих и вложенных терригенных отложений в правобережном эрозионном обрыве на р. Бол. Аранец

**Fig. 1.** Outcrop (a) and stratigraphic dismemberment (b) of relief-forming and embedded terrigenous deposits in the right-bank erosion cliff at the river Bol. Aranets

## Растительные остатки, датировка отложений

Свежезачищенный прослой с растительным детритом у подошвы слоя 8 сначала был почти не заметен. Лишь через сутки, когда растительные волокна набухли, впитав влагу из воздуха, прослой стал объёмным и хорошо заметным, похожим на минерализованный торф. При прослеживании оторфованного слоя по простирианию расчисткой в 30 м от канавы из него были извлечены расплощенные стебли и древесные веточки, нередко имеющие обугленный вид. В составе растительных остатков определены *Betula* sp., *Salix* sp., *Carex aquatilis*, *C. limosa*, *Carex caespitosa*, *Calliergon* sp., *Warnstorffia* sp., *Limprichtia* sp., *Polytrichum* sp., *Scorpidium scorpioides*. По заключению д. б. н. О. Л. Кузнецова (Институт биологии Карельского НЦ РАН), эта флора характерна для болот, питаемых богатыми кальцием водами. Из слоёв 5

Флора, отмытая из торфа, детально исследована Т. В. Якубовской в 2017 году. В числе 49 выявленных таксонов разного ранга (табл. 1), определены *Scirpus* cf. *plicocenicus*, *Carex* cf. *rostrata-plicocenica* и *C. paucifloroides*, подтверждающие плиоценовый возраст отложений, определённый палинологическим методом. Помимо флоры в отмытых препаратах обнаружены фрагменты надкрыльев жуков, среди которых Е. В. Зиновьев определил *Pterostichus costatus* (2 кусочка), *Simplocaria* sp. (основание левого надкрылья) и фрагменты долгоносиков, возможно рода *Rhynchaenus*. Из этого перечня наиболее информативен *P. costatus*, который сейчас обитает в тундре и южнее не встречается; *Simplocaria* обитают в поймах рек, в настоящее время приурочены к таёжной зоне, но с лесами не связаны, поэтому их совместное обитание выглядит вполне нормальным. Долгоносики *Rhynchaenus* обычно живут на ивах. Для слоёв 5 и 9 методом Г. Л. Стадниковой определена

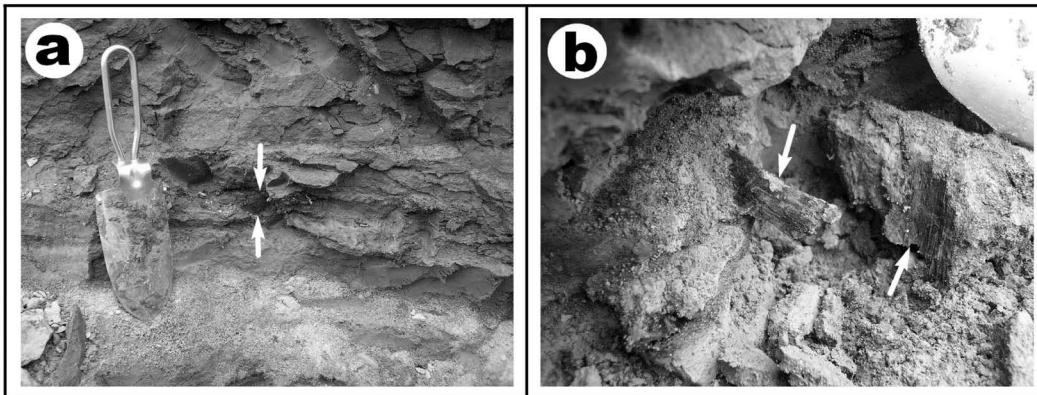


Рис. 2. Прослой оторфованного алеврита: а — с растительными остатками; б — с фрагментами расплощенных растительных стеблей

Fig. 2. Layer of decayed silt: a — with plant residues; b — with fragments of flattened plant stalks

и 6 выделены спорово-пыльцевые комплексы, которые, по мнению палинолога Л. Г. Деревянко, характеризуют лесную растительность плиоценового времени, когда на исследуемой территории росли берёзо-во-хвойные леса с долей умеренно теплолюбивых деревьев. Пыльца голосеменных растений соответствует ели и сосне с частотой встречаемости (%): *Picea abies* — 26–24, *Pinus sibirica* — 2–7, *P. sylvestris* — 0–2. Частота встречаемости пыльцы древесных мелколиственных и кустарничковых растений в целом составляет 24–27 %, а для конкретных таксонов (%): *Betula* sect. *Albae* — 19–20, *Alnus* sp. — 1–2, *Salix* sp. — 3–4, *Alnaster* sp. — 0–1, *Betula* sect. *Nanae* — 0–1. Встречаемость микрофоссилий умеренно теплолюбивых растений оценивается в 7–8 % (*Corylus* sp. — 1–2, *Myrica* sp. — 1, *Castanea* sp. — 1–2, *Carya* sp. — 2–3, *Juglans* sp. — 1). Участие пыльцы травянистых растений достигало 20 %: разнотравье — 1–6, *Chenopodiaceae* — 1–4, *Cyperaceae* — 4–9, *Ranunculaceae* — 3–5, *Pyrolaceae* — 1, *Caryophyllaceae* — 1, *Asteraceae* — 1 %. Из споровых растений определены (%): *Sphagnum* sp. — 7–8, сем. *Polypodiaceae* — 6–10, *Lycopodium* sp. — 1–2. В макератах, полученных из проб растительных остатков, угольной крошки, обнаружены спикулы губок, гифы грибов.

морская слабоопреснённая среда осадкообразования. Присутствие надкрыльев жуков в морских отложениях не является экзотикой; причём в палеоэнтомологическом обзоре [14] отмечено, что находки насекомых в прибрежно-морских фациях более часты, нежели в отложениях открытого моря.

Вышеизложенные данные свидетельствуют о прибрежно-морских (дельтово-лиманных, лагунных, эстуарных) обстановках седиментации. Показательно также, что состав флоры, выявленной в обнажении 1080, совпадает с видами, выявленными И. Д. Даниловым в колвинско-туруханских отложениях Западной Сибири [11]. Кроме этих признаков, очень важных для определения возраста отложений, об относительной древности флоры красноречиво говорит значительная степень фосилизации растительного детрита, характерная также для ископаемой флоры из отложений позднего плиоцена Белоруссии.

С учётом полученной информации описанный выше разрез подморенных отложений может быть интерпретирован как один из элементов трансгрессивных лагунных фаций неогеновой колвинской (?) серии. В разрезе нами не обнаружены морская фауна и микрофауна. Основной причиной этого может быть быстрое растворение скелетов после отмирания орга-



Таблица 1. Состав ископаемой флоры из образца р-108006 обнажения 1080 в правом борту реки Бол. Аранец  
Table 1. The composition of the fossil flora from sample p-108006 exposure 1080 on the right flank of the Big Aranets River

1	Bryopsida	Множество веточек и отдельных листочек Many branches and separate leaves
2	Fungi	1 оогоний / 1 oogonium
3	<i>Picea</i> sp.?	1 верхушка хвои / 1 top of fir needle
4	<i>Scheuchzeria</i> cf. <i>palustris</i> L.	2 семени / 2 seeds
5	<i>Allium</i> L. vel <i>Gagea</i> Salisb.	3 луковички / 3 bulbs
6	<i>Schoenoplectus</i> sp.	3 орешка / 3 nuts
7	<i>Scirpus</i> cf. <i>pliocenicus</i> Szafer.	2 орешков / 2 nuts
8	<i>Blismus</i> sp.	2 орешка / 2 nuts
9	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	1
10	<i>Eleocharis</i> sp. 1	7 орешков / 7 nuts
11	<i>Eleocharis</i> sp. 2	1 орешек / 1 nut
12	<i>Cyperus fuscus</i> L.	2 орешка / 2 nuts
13	<i>Carex</i> cf. <i>aquatilis</i> Wahlenb.	9 орешков / 9 nuts
14	<i>C. cf. chordorrhiza</i> Ehrh.	1 орешек / 1 nut
15	<i>C. cf. caespitosa</i> L.	> 78 орешков / > 78 nuts
16	<i>C. cf. diandra</i> Schrank	1 орешек / 1 nut
17	<i>C. cf. pauciflora</i> L.	3 орешка / 3 nuts
18	<i>C. paucifloroides</i> Wieliczk	2 орешка / 2 nuts
19	<i>C. cf. rostrata-pliocenica</i> P. Nikit.	2 орешка / 2 nuts
20—38	<i>Carex</i> sp. 1—19	47 орешков / 47 nuts
39	<i>Carex</i> sp. div	> 100 орешков > 100 nuts
40	Cyperaceae gen. 1	1 орешек / 1 nut
41	Cyperaceae gen. 2	1 орешек / 1 nut
42	Cyperaceae gen. 3	16 орешков ( <i>Scirpus</i> или <i>Carex</i> ? ) / 16 nuts
43	<i>Ranunculus</i> sp.	1 половинка плодика / 1 half of carpophyl
44	<i>Ranunculus</i> ex gr. <i>flammula</i> L.	1 половинка плодика / 1 half of carpophyl
45	<i>Betula</i> sp.?	1 чешуя без лопастей / 1 scale
46	<i>Potentilla</i> sp. 1	5 плодиков / 5 carpophyls
47	<i>Potentilla</i> sp. 2	5 плодиков / 5 carpophyls
48	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	5 семянок / 5 achenes
49	<i>Carpolithes</i> sp.	5 экз. / 5 pcs
	Incertaine sedis	67 экз. / 67 pcs

низмов в холодных водах северного моря, сильно недосыщенных бикарбонат-ионами ( $2\text{HCO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \leftarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2$ ). Повлияло также то, что мы вслед за предшественниками считали исследованные породы плейстоценовыми континентальными и поэтому не опробовали их с достаточной детальностью и тщательностью. При разборе карпологических остатков Т. В. Якубовская встречала белоснежные остатки мелких тонкостенных катушек моллюсков и хрупких раковин остракод, которые не удалось извлечь и сохранить — они рассыпались при малейшем прикосновении. Встречены также копролиты — ископаемые экскременты, предположительно грызунов.

В шести образцах из вышележащих монотонных мореноподобных суглинков-супесей мощностью 21.5 м, содержащих до 3 % гравия, гальки и мелких валунов, среди которых встречены обломки юрских белемнитов и ауцелл, выделены раковины фораминифер (3—5 штук на пробу) плохой сохранности (ломаные, частично окатанные). Мезозойской микрофлоры не обнаружено. Среди кайнозойских видов определены *Marginulina* sp. и *Lenticulina* sp., встречающиеся в отложениях не моложе верхов раннего неоплейстоцена, а также виды: *Cribroelphidium incertus*, *Cribroelphidium vulgare*, *Nonionellina labradorica*, *Retroelphidium atlanticum*, возраст которых определяют в интервале от палеоге-

на до настоящего времени. По столь малому количеству фораминифер можно лишь предположить, что условия для развития и сохранности микрофауны были неблагоприятными и что возраст вмещающих пород не моложе раннего неоплейстоцена, т. е. предположительно эоплейстоценовый.

Кроме фораминифер в суглинках обнаружены растительные остатки, угольная крошка, много геммул и спикул губок, единичные мегаспоры и радиолярии. Определения палеосолёности среды осадконакопления по методу Г. Л. Стадникова показали, что мореноподобные суглинки отложились в слабо-опреснённой морской воде. Данные спорово-пыльцевого анализа 10 проб из суглинков (палинолог Л. Г. Деревянко) показали доминирование (85—95 %) переотложенных форм преимущественно мезозайского, а также палеозойского и кайнозойского ( $N_1$ ?) возраста. Среди инситных форм преобладает пыльца древесно-кустарниковой группы (%) — *Betula* sect. *Albae* — 20—34, *Betula* sect. *Nanae* — 2—6, *Alnus* sp. — 1—5, *Alnaster* sp. — 0—2, *Salix* sp. — 2—5, *Picea abies* — 10—18, *Pinus sibirica* — 0—3, *Pinus sylvestris* — 0—2. В небольшом количестве (до 4 % в низах толщи) встречена пыльца умеренно теплолюбивых древесных растений (%): *Corylus* sp. — 0—3, *Juglans* sp. — 0—1, *Quercus* sp. — 0—1, *Castanea* sp. — 0—1, *Carya* sp. — 0—2, которые мо-



гут быть переотложенными из подстилающей плиоценовой толщи. Среди споровых растений господствовали (%): сем. Polypodiaceae — 5—15, *Sphagnum* sp. — 10—19, Lycopodiaceae — 0—4. Разнотравье составляло 5—10 %, включая 2—4 % Chenopodiaceae, 0—8 % Cyperaceae, 0—4 % Ranunculaceae, 0—1 % Pyrolaceae, 0—3 % Caryophyllaceae, 0—2 % Asteraceae, 0—1 % Apiaceae, 0—1 % Onagraceae. Пыльца и споры часто имеют плохую сохранность — мятые, рваные. В препаратах много растительных фрагментов, угольной крошки, спикил губок.

Исследования показали, что мореноподобные суглинки сформированы в эпиконтинентальном море, вдоль побережья которого были развиты таёжные ландшафты, характерные для эоплейстоценового времени [25]. В палеобассейн с Урала спускались горнодолинные ледники, за счёт которых формирующиеся суглинки приобретали мореноподобный облик, характерный для ледово- и ледниково-морских образований.

В надморенных ленточно-слоистых песчанистых алевритах (на ГК-200 первого издания [7] они показаны как нерасчленённые озёрно-аллювиальные и озёрно-ледниковые образования среднего неоплейстоцена с индексом lal-lglII<sup>2-4</sup>) Л. Г. Деревянко определила остатки растительности лесного типа. В комплексе доминирует пыльца мелколиственных древесных и кустарниковых растений (%): *Betula* sect. *Albae* — 38—40, *Alnus* sp. — 1—2, *Alnaster* sp. — 1—2, *Betula* sect. *Nanae* — 4—5, *Salix* sp. — 1. Голосеменные растения представлены елью и сосной (%): *Picea abies* — 11—13, *Pinus sibirica* — 1. В общем балансе травянистые растения составляют 29 %, в том числе разнотравье — 21—22, сем. Chenopodiaceae — 1, Cyperaceae — 1—2, Ranunculaceae — 0—2, Caryophyllaceae — 1, Asteraceae — 1 %. Из споровых видов определены (%): *Sphagnum* sp. — 4—6, сем. Polypodiaceae — 6—8, *Lycopodium* sp. — 1—2. В изученных пробах выявлено множество неопределенных растительных фрагментов, угольная крошка, спикилы губок, отмечены также центрические диатомовые водоросли и единичные переотложенные формы мезозойского возраста. Отметим, что указанный спорово-пыльцевой комплекс из надморенных ленточно-слоистых алевроглин вполне сопоставим с III и IV комплексами из средненеоплейстоценовых ленточно-слоистых отложений р. Вёртный, детально изученных Т. И. Марченко-Багаповой [18]. Также при этом сравнении видна близость геолого-геоморфологического положения и литологического состава отложений. Таким образом, время формирования толщи надморенных ленточно-слоистых алевритов, песков и глин можно сопоставить с одним из относительно термохронных этапов среднего неоплейстоцена.

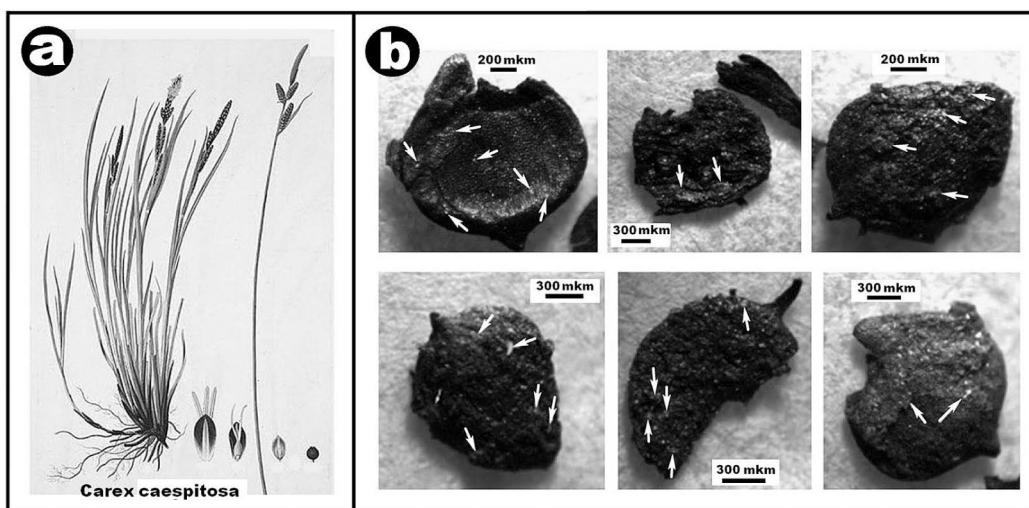
### Фоссилизация растительных остатков

Одной из важных проблем кайнозойской геологии является оценка степени фоссилизации погребённых растительных остатков, по минералого-geoхимическим особенностям которых можно судить об их относительном возрасте, среде погребения, условиях эпигенетических изменений, степени сохранения первичных биологических свойств, характе-

ризующих былье биосфера. В нашем случае объектом исследований послужили сильно деформированные орешки осоки дернистой (*Carex* cf. *caespitosa* L.), отобранные из горизонта оторфованных алевритов в основании слоя 8 подморенных отложений колвинской серии (рис. 2, а; табл. 1). Современный вид *Carex caespitosa* L. широко распространён от Приатлантической Европы почти по всей территории Европейской России, Беларуси, на Кавказе, в Северо-Восточном Китае, Турции. Он обитает на осоковых болотах, торфяниках, в болотистых лугах, заболоченных кустарниках, мелколесье и лиственных лесах. Этот вид очень полиморфный, имеет соплодие в виде колоска, плодики длиной до 2.5 мм, орешки без столбика размером около 1.5—2 мм, покрытые плёночными мешочками. В ископаемом состоянии остатки этого и близких видов известны от плиоценена в Воронежской области [19] до неоплейстоцена в Польше, Европейской России, Беларуси [15, 24]. Наиболее крупные ископаемые плиоценовые орешки размером (1.4—1.9) × (1.0—1.1) мм П. И. Никитин трактовал как *Carex caespitosa* f. *pliocenica* P. Nikit. Среди отобранных нами 78 орешков преобладали экземпляры сходного размера.

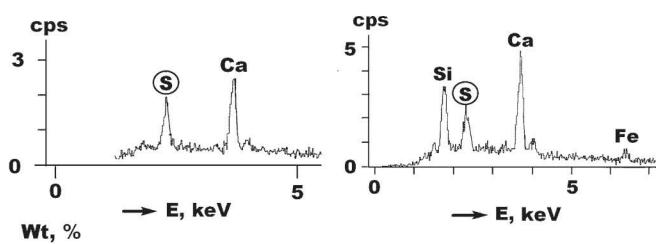
Подвергшиеся исследованиям ископаемые плоды преимущественно чёрной, иногда бурой окраски, двояковыпуклой, сильно уплощенной (сплюснутой) эллиптической формы, на некоторых экземплярах наблюдается концентрический валик по краю плода (рис. 3). Эффект уплощения семян при фоссилизации объясняют их деградацией в ходе диагенеза вмещающих осадков, в условиях анаэробной среды, насыщенной гуминовыми кислотами. В ходе такой деградации у плодов и семян исчезает внутреннее содержимое — семядоли, зародыш и эндосперм. На их месте образуется пустота, которая и способствует сплющиванию. В результате остаются только кожура семени и покровы плодов, в случае с осокой дернистой — ячеистая кожура орешков, изредка с остатками мешочка.

Фоссилизированные орешки осоки имеют несколько неправильную эллипсоидальную форму, варьируясь по размеру в пределах  $(1462 \pm 93) \times (1146 \pm 205) \times (98 \pm 28)$  мкм (среднее ± СКО), что несколько уступает размерам recentных орешков. Коэффициент удлинения составляет  $1.31 \pm 0.23$ . Коэффициент корреляции между длиной и шириной фоссилий достигает 0.52. По элементному составу сохранившаяся растительная ткань в этих образованиях — углеродно-водородно-кислородная. Относительно исходного состояния семян пропорции между этими элементами в исследуемых фоссилиях несколько сдвинуты в пользу углерода, т. е. вещество фоссилизированных плодов осоки претерпело карбонизацию, как это происходит на стадии начальной углефикации. Выявляется также значительное обогащение вещества фоссилий серой в пределах  $(2811 \pm 655)$  г/т. Это в 5—8 раз превышает содержание серы в наземных растениях, наземных животных, бактериях [5]. Кроме того, растительное вещество ископаемых плодов осоки обогащено ксенобионтными примесями —  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и др. — вследствие иллювиализации в них вещества вмещающих терригенных пород (рис. 4).



**Рис. 3.** Осока *Carex* cf. *caespitosa* L.: современное растение (а) и ископаемые орешки (б). Стрелками показаны наиболее крупные индивидуумы в полиминеральных пленках на поверхности фоссилий

**Fig. 3.** Careka *Carex* cf. *caespitosa* L.: modern plant (a) and fossil nuts (b). Arrows show the largest individuals in polymineral films on the fossil surface



Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	3.55	0.96	1.86	1.01	0.58	1.80	No	2.38	No
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.76	0.42	0.81	0.75	No	0.87	«	0.45	«
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.70	1.18	0.66	0.91	0.44	0.46	«	0.49	«
MgO	0.62	No	No	0.62	No	0.57	«	No	«
CaO	2.88	3.81	4.50	2.58	1.61	1.11	1.58	1.94	1.09
SO <sub>3</sub>	0.78	0.78	0.82	0.78	0.64	0.67	0.55	0.92	0.37
Sum	9.29	7.15	8.65	6.65	3.27	5.48	2.13	6.18	1.46

**Рис. 4.** Типичные энергодисперсионные спектры (вверху) и результаты рентгеноспектрального микрозондового анализа растительного вещества в фоссилизированных орешках осоки *Carex* cf. *caespitosa* L.

**Fig. 4.** Typical energy-dispersive spectra (top) and results of X-ray spectral microprobe analysis of plant matter in fossilized nut sediments *Carex* cf. *caespitosa* L.

Изотопный состав углерода в исследуемых фоссилиях (масс-спектрометр Delta V Advantage фирмы Teruo Fishg Scientific) колеблется в пределах  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -27.62 \dots -26.61 \text{‰}$ , что соответствует параметрам как современных наземных растений, так и ископаемого растительного детрита плиоцен-плейстоценового возраста. Например, изотопный состав углерода в древесных остатках из лихвинского горизонта среднего плейстоцена составляет в среднем  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -25.15 \text{‰}$ .

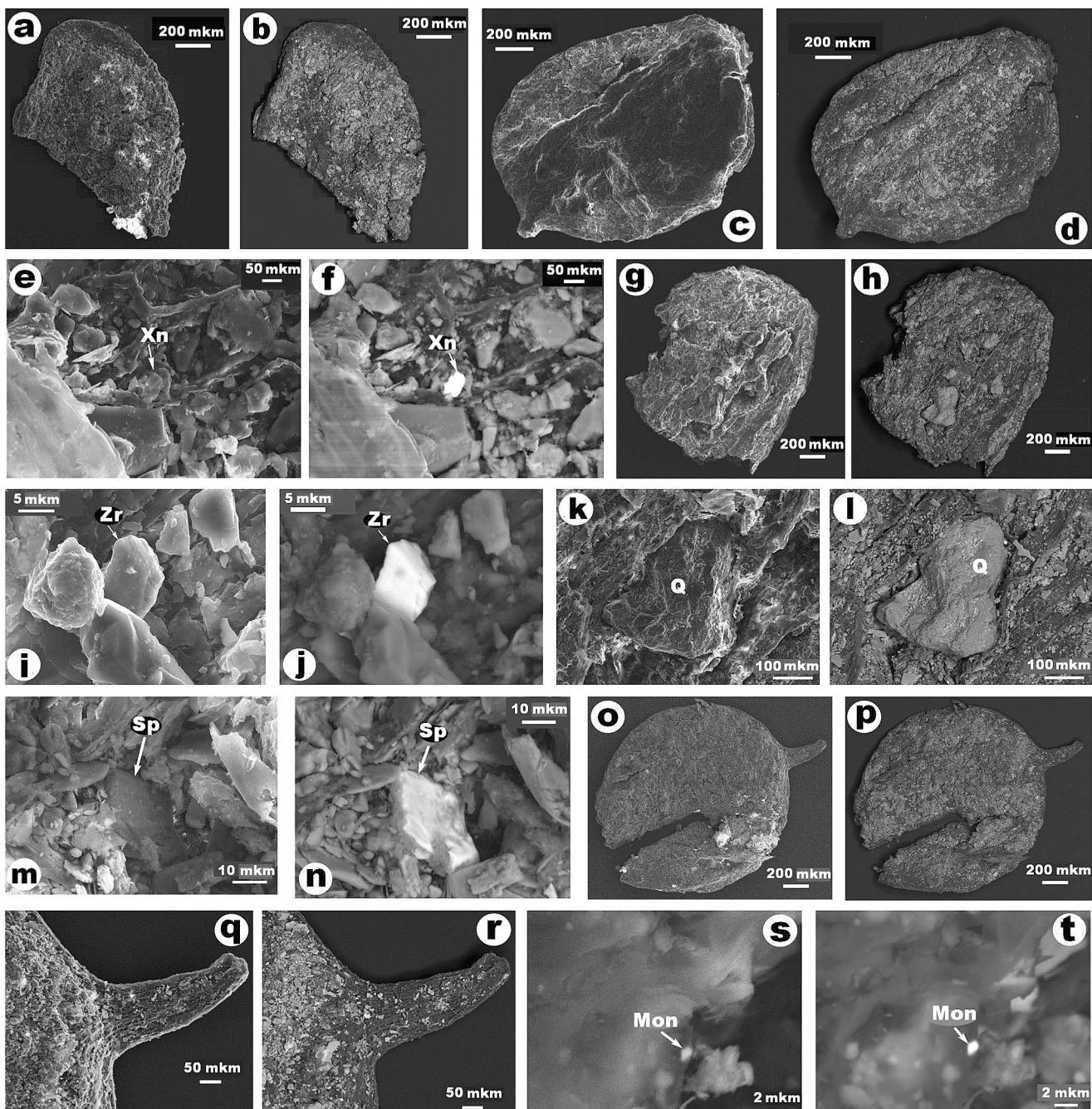
Исследования фоссилизированных орешков осоки методом аналитической сканирующей электронной микроскопии (JSM-6400 Jeol) выявили на их поверхности почти сплошные полиминеральные плен-

ки (рис. 5, а–д, г, х, о, р, к, г), образовавшиеся, вероятно, на самой ранней стадии аккумуляции плодов в терригенных осадках. В составе этих пленок к настоящему времени установлены до 15 минералов (в скобках встречаемость, %), а именно кварц (6.9), полевые шпаты (10.3), слюды (14.9), хлориты (37.9), титанит (7), циркон (4.5), гранаты (4.6), оксиды Fe-Ti (17.2), фосфаты (10.4), сульфиды (1.2).

Кварц, полевые шпаты и филосиликаты образуют индивидуумы размером  $(19 \pm 14) \times (11 \pm 8) \text{ мкм}$ , с коэффициентом удлинения в среднем около 1.75 (рис. 5, к, л). Коэффициент корреляции между длиной и шириной достигает 0.75, что обычно свойственно обломочным минералам, претерпевшим механический износ. Коэффициент удлинения составляет в среднем 1.73. Полевые шпаты представлены альбитом, ортоклазом и анортоклазами с K/Na-отношением от 0.25 до 1. Филосиликаты подразделяются на несколько гидратированный мусковит и прохлорит с коэффициентом железистости  $0.58 \pm 0.12$ . В единичных случаях встречается тюригит — хлорит с коэффициентом железистости более 0.71 (табл. 2).

Из силикатов установлены циркон, гранаты и титанит, размер частиц которых в полиминеральных пленках изменяется от  $12 \times 7$  до  $15 \times 10 \text{ мкм}$ , коэффициент удлинения составляет 1.5–1.7 (рис. 5, и, ж). Циркон по содержанию Hf может быть определен как относительно высокогафниевый ( $\text{ZrO}_2/\text{HfO}_2 = 28–55$ ), что характерно для магматитов кислого-среднего состава [22]. Гранаты представлены альмандин-грондальитом со спорадической примесью шорломита и голдманита (табл. 3). Титанит характеризуется постоянной минальной примесью вианьиита  $\text{CaAl}[\text{SiO}_3(\text{OH})]$  в количестве 6–16 мол. %.

Среди оксидов преобладают шпинелиды, ильменит и рутил. Размеры частиц этих минералов в пленках изменяются от  $7 \times 3$  до  $34 \times 17 \text{ мкм}$ , коэффициент удлинения колеблется в пределах 2–2.3 (рис. 5, м, н). Ильменит содержит минальные примеси (мол. %) гематита (0–27), гейкилита  $\text{MgTiO}_3$  (0–15), пирофани-



**Рис. 5.** Полиминеральные пленки на поверхности фоссилизированных орешков осоки *Carex cf. caespitosa* L. СЭМ-изображения в режиме вторичных (а, с, е, г, и, к, м, о, г, с) и упруго-отраженных (б, д, ф, х, ж, л, н, р, г, т). Минералы: Q — кварц (к, л), Zr — циркон (и, ж), Sp — шпинелиды (м, н), Xn — хенотит (е, ф), Mon — монацит (с, т)

**Fig. 5.** Polymetallic films on the surface of fossilized nut sediments *Carex cf. caespitosa* L. SEM images in the secondary (a, c, e, g, i, k, m, o, g, s) and elastically reflected (b, d, f, h, j, l, n, p, r, t). Minerals: Q — quartz (k, l), Zr — zircon (i, j), Sp — spinels (m, n), Xn — xenotime (e, f), Mon — monazite (s, t)

та  $\text{MnTiO}_3$  (0—5), корунда  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1—9) и карелианита  $\text{V}_2\text{O}_3$  (0—1). Шпинелиды представлены магнетитом с минальными примесями ульвита  $\text{Fe}_2\text{TiO}_4$  и герцинита  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ , а также ульвита с примесями магнетита, герцинита, галаксита  $\text{MnAl}_2\text{O}_4$  и  $\text{FeV}_2\text{O}_4$  (табл. 3).

Фосфаты наблюдаются в виде единичных частиц, варьирующихся по размеру в очень широких пределах — от  $1.5 \times 1$  до  $60 \times 45$  мкм. При этом коэффициент удлинения этих частиц очень устойчив и составляет 1.4—1.5 (рис. 5, е, ф, с, т). В число фосфатов входят

карбонатапатит В-типа, характеризующийся значениями апатитового модуля  $\text{Ca}/\text{P}_{\text{ат}} = 1.77—1.86$ ; ксенотит и негидратированный серосодержащий монацит (табл. 4).

Спорадически в минеральных пленках встречаются единичные выделения галенита размером до 5 мкм.

Результаты проведенных минералого-геохимических исследований приводят к следующему заключению. Основными проявлениями фоссилизации плио-



Таблица 2. Химический состав полевых шпатов и филосиликатов на поверхности фоссилизированных орешков осоки *Carex cf. cespitosa* L., мас. %

Table 2. Chemical composition of feldspars and filo silicates on the surface of fossilized fruits of the, *Carex cf. cespitosa* L., %

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	HfO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
1	65.97	Не обн.	Не обн.	Не обн.	18.69	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	3.59	11.75	Не обн.	Не обн.
2	64.89	«	«	«	18.17	«	«	«	«	Не обн.	16.94	«	«
3	64.79	«	«	«	18.32	«	«	«	«	«	16.89	«	«
4	65.79	«	«	«	19.56	«	«	«	0.75	5.52	8.38	«	«
5	68.59	«	«	«	19.43	«	«	«	«	11.98	Не обн.	«	«
6	46.95	«	«	«	40.61	«	«	«	«	Не обн.	12.44	«	«
7	49.71	4.34	«	«	38.49	«	«	«	«	«	7.46	«	«
8	47.75	Не обн.	«	«	40.73	«	«	«	«	«	11.52	«	«
9	46.16	1.09	«	«	38.55	«	«	«	«	«	12.86	«	1.34
10	48.00	0.68	«	«	40.91	«	«	«	«	«	10.41	«	Не обн.
11	46.81	Не обн.	«	«	39.64	«	«	«	«	«	13.55	«	«
12	48.53	«	«	«	41.48	«	«	«	«	«	9.99	«	«
13	47.35	«	«	«	40.09	«	«	«	«	«	12.56	«	«
14	45.70	«	«	«	38.36	«	«	«	«	«	11.99	«	3.95
15	47.58	0.60	«	«	39.51	«	«	«	«	«	12.31	«	Не обн.
16	47.36	Не обн.	«	«	40.28	«	«	«	«	«	12.36	«	«
17	32.66	«	«	«	18.45	25.47	«	23.42	«	«	«	«	«
18	29.51	«	«	«	16.72	41.97	«	11.80	«	«	«	«	«
19	29.47	3.05	«	«	16.70	36.08	«	14.70	«	«	«	«	«
20	28.58	Не обн.	«	«	15.90	49.55	0.99	4.98	«	«	«	«	«
21	29.68	«	«	«	16.81	40.53	0.61	12.37	«	«	«	«	«
22	31.93	«	«	«	18.08	28.39	0.71	20.89	«	«	«	«	«
23	31.97	«	«	«	18.50	27.53	0.79	21.21	«	«	«	«	«
24	30.33	«	«	«	12.88	46.62	Не обн.	10.17	«	«	«	«	«
25	30.92	«	«	«	17.62	34.09	0.85	16.52	«	«	«	«	«
26	29.09	«	«	«	16.85	42.98	0.62	10.46	«	«	«	«	«
27	30.57	«	«	«	17.63	35.30	Не обн.	16.50	«	«	«	«	«
28	29.85	«	«	«	17.08	40.66	0.78	11.63	«	«	«	«	«
29	31.42	«	«	«	17.47	32.43	Не обн.	18.68	«	«	«	«	«
30	29.78	«	«	«	16.70	40.05	1.68	11.79	«	«	«	«	«
31	30.81	«	«	«	17.19	34.77	0.91	16.32	«	«	«	«	«
32	28.91	«	«	«	16.26	45.38	«	9.45	«	«	«	«	«
33	29.75	«	«	«	17.11	39.43	0.69	13.02	«	«	«	«	«
34	30.15	«	«	«	17.21	37.73	0.61	14.30	«	«	«	«	«

Примечание. 1—5 — полевые шпаты; 6—16 — слюды; 17—34 — хлориты.

Note. 1—5 — feldspars; 6—16 — micas; 17—34 — chlorites.

Эмпирические формулы: 1 — (K<sub>0.68</sub>Na<sub>0.32</sub>)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]; 2 — K[Al<sub>0.99</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]; 3 — K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]; 4 — (Na<sub>0.48</sub>K<sub>0.48</sub>Ca<sub>0.04</sub>)[Al<sub>1.04</sub>Si<sub>2.96</sub>O<sub>8</sub>]; 5 — Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]; 6 — K<sub>0.97</sub>Al<sub>1.91</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.7</sub>; 7 — K<sub>0.57</sub>(Al<sub>1.73</sub>Ti<sub>0.20</sub>)<sub>1.93</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.36</sub>; 8 — K<sub>0.92</sub>Al<sub>2.01</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.95</sub>; 9 — K<sub>1.05</sub>(Al<sub>1.91</sub>Ti<sub>0.05</sub>)<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.7</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>0.07</sub>; 10 — K<sub>0.83</sub>(Al<sub>2</sub>Ti<sub>0.03</sub>)<sub>2.03</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.92</sub>; 11 — K<sub>1.12</sub>Al<sub>1.99</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2.19</sub>; 12 — K<sub>0.79</sub>Al<sub>1.99</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.76</sub>; 13 — K<sub>1.02</sub>Al<sub>1.99</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.99</sub>; 14 — KAl<sub>1.96</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.5</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>0.19</sub>; 15 — K<sub>0.99</sub>(Al<sub>1.93</sub>Ti<sub>0.03</sub>)<sub>1.96</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>1.87</sub>; 16 — KAl<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>; 17 — (Mg<sub>3.23</sub>Fe<sub>1.75</sub>)<sub>4.98</sub>Al<sub>0.99</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.93</sub>; 18 — (Fe<sub>3.2</sub>Mg<sub>1.8</sub>)<sub>5</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>; 19 — (Fe<sub>2.75</sub>Mg<sub>2.25</sub>)<sub>5</sub>(Al<sub>0.77</sub>Ti<sub>0.23</sub>)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>; 20 — (Fe<sub>3.97</sub>Mg<sub>0.94</sub>Mn<sub>0.09</sub>)<sub>5</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>; 21 — (Fe<sub>3.07</sub>Mg<sub>1.87</sub>Mn<sub>0.06</sub>)<sub>5</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.98</sub>; 22 — (Mg<sub>2.94</sub>Fe<sub>2</sub>Mn<sub>0.06</sub>)<sub>5</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>; 23 — (Mg<sub>2.98</sub>Fe<sub>1.94</sub>Mn<sub>0.06</sub>)<sub>4.98</sub>Al<sub>1.04</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8.08</sub>; 24 — (Fe<sub>3.46</sub>Mg<sub>1.51</sub>)<sub>4.97</sub>Al<sub>0.95</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.79</sub>; 25 — (Fe<sub>2.48</sub>Mg<sub>2.40</sub>Mn<sub>0.07</sub>)<sub>4.95</sub>Al<sub>1.01</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.93</sub>; 26 — (Fe<sub>3.32</sub>Mg<sub>1.62</sub>Mn<sub>0.03</sub>)<sub>4.97</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8.06</sub>; 27 — (Mg<sub>2.43</sub>Fe<sub>2.60</sub>)<sub>5.03</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8.15</sub>; 28 — (Mg<sub>1.75</sub>Fe<sub>3.07</sub>Mn<sub>0.07</sub>)<sub>4.89</sub>Al<sub>1.02</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.84</sub>; 29 — (Mg<sub>2.68</sub>Fe<sub>2.32</sub>Mn<sub>0.03</sub>)<sub>5</sub>Al[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.58</sub>; 30 — (Mg<sub>1.78</sub>Fe<sub>3.03</sub>Mn<sub>0.14</sub>)<sub>4.95</sub>Al<sub>0.98</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.84</sub>; 31 — (Mg<sub>2.38</sub>Fe<sub>2.54</sub>Mn<sub>0.07</sub>)<sub>4.99</sub>Al<sub>0.97</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.89</sub>; 32 — (Mg<sub>1.47</sub>Fe<sub>3.53</sub>)<sub>5</sub>Al<sub>0.98</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>7.94</sub>; 33 — (Mg<sub>1.97</sub>Fe<sub>2.98</sub>Mn<sub>0.02</sub>)<sub>4.97</sub>Al<sub>1.03</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8.03</sub>; 34 — (Mg<sub>2.13</sub>Fe<sub>2.82</sub>Mn<sub>0.05</sub>)<sub>5</sub>Al<sub>1.01</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8.03</sub>



Таблица 3. Химический состав силикатов и оксидов на поверхности фоссилизированных орешков осоки  
*Carex cf. cespitosa L.*, мас. %

Table 3. Chemical composition of silicates and oxides on the surface of fossilized fruits of the *Carex cf. cespitosa L.*, %

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	HfO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	33.88	Не обн.	64.17	1.95	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
2	32.62	«	66.14	1.24	«	«	«	«	«	«
3	32.40	«	65.35	2.25	«	«	«	«	«	«
4	32.46	«	65.54	2.0	«	«	«	«	«	«
5	38.55	«	Не обн.	Не обн.	21.45	13.04	«	«	26.96	«
6	39.78	1.06	«	«	21.71	0.02	«	«	37.43	«
7	38.20	Не обн.	«	«	21.63	14.87	«	«	25.30	«
8	38.20	«	«	«	21.14	14.26	«	«	26.40	«
9	31.17	37.23	«	«	2.64	Не обн.	«	«	28.96	«
10	31.09	37.94	«	«	2.19	«	«	«	28.78	«
11	30.82	38.73	«	«	1.59	«	«	«	28.86	«
12	31.53	34.82	«	«	4.42	«	«	«	29.23	«
13	30.86	38.30	«	«	1.92	«	«	«	28.92	«
14	Не обн.	45.68	«	«	5.64	45.94	2.74	«	Не обн.	«
15	«	49.93	«	«	1.29	48.03	Не обн.	«	«	0.75
16	«	36.32	«	«	2.59	56.48	0.55	4.06	«	Не обн.
17	«	48.19	«	«	2.36	47.49	1.96	Не обн.	«	«
18	«	39.49	«	«	1.65	56.63	Не обн.	1.09.	«	1.14
19	«	28.74	«	«	4.10	64.83	1.36	Не обн.	«	0.97
20	«	3.80	«	«	1.94	94.26	Не обн.	«	«	Не обн.

Примечание. 1—4 — циркон; 5—8 — гранаты; 9—13 — титанит; 14—18 — ильменит; 19, 20 — шпинелиды.

Note. 1—4 — zircon, 5—8 — garnets; 9—13 — titanite; 14—18 — ilmenite; 19, 20 — spinelides.

Эмпирические формулы и минальный состав: 1 —  $(Zr_{0.97}Hf_{0.02})_{0.99}[SiO_4]$ ; 2 —  $(Zr_{0.99}Hf_{0.01})[SiO_4]$ ; 3 —  $(Zr_{0.98}Hf_{0.02})[SiO_4]$ ; 4 —  $(Zr_{0.97}Hf_{0.02})[SiO_4]$ ; 5 —  $(Ca_{2.25}Fe_{0.76})_{3.01}Al_{1.96}[Si_3O_{12}]$  (гроссуляр 0.75; альмандин 0.25); 6 —  $Ca_{3.01}(Al_{1.94}Ti_{0.06})[Si_3O_{12}]$  (гроссуляр 0.97; шорломит 0.03); 7 —  $(Ca_{2.13}Fe_{0.92})_{3.05}Al_2[Si_3O_{12}]$  (гроссуляр 0.7; альмандин 0.3); 8 —  $(Ca_{2.22}Fe_{0.84})_{3.06}(Al_{1.95}V_{0.04})[Si_3O_{12}]$  (гроссуляр 0.71; альмандин 0.27; голдманит 0.04); 9 —  $Ca_{0.99}(Ti_{0.9}Al_{0.1})[SiO_4]O_{0.9}(OH)_{0.1}$  (вюаньянит 0.1); 10 —  $Ca_{0.99}(Ti_{0.92}Al_{0.08})[SiO_4]O_{0.92}(OH)_{0.08}$  (вюаньянит 0.08); 11 —  $Ca(Ti_{0.94}Al_{0.06})[SiO_4]O_{0.94}(OH)_{0.06}$  (вюаньянит 0.06); 12 —  $Ca_{0.99}(Ti_{0.83}Al_{0.17})[SiO_4]O_{0.83}(OH)_{0.17}$  (вюаньянит 0.16); 13 —  $Ca(Ti_{0.93}Al_{0.07})[SiO_4]O_{0.93}(OH)_{0.07}$  (вюаньянит 0.07); 14 —  $(Fe_{0.89}Mn_{0.06})_{0.95}(Ti_{0.88}Al_{0.17})_{1.05}O_3$  (ильменит 0.82; пирофанит 0.05; гематит 0.04; корунд 0.09); 15 —  $Fe_{0.96}(Ti_{0.99}Al_{0.04}V_{0.01})_{1.04}O_3$  (ильменит 0.97; корунд 0.02; карелианит 0.01); 16 —  $(Fe_{0.84}Mg_{0.15}Mn_{0.01})_{0.95}(Ti_{0.69}Fe_{0.23}Al_{0.08})_{1.05}O_3$  (ильменит 0.52; пирофанит 0.01; гейкилит 0.15; гематит 0.27; корунд 0.04); 17 —  $(Fe_{0.94}Mn_{0.04})_{0.98}(Ti_{0.95}Al_{0.07})_{1.05}O_3$  (ильменит 0.91; пирофанит 0.04; гематит 0.01; корунд 0.04); 18 —  $(Fe_{0.96}Mg_{0.04})(Ti_{0.83}Fe_{0.15}V_{0.02})O_3$  (ильменит 0.74; гейкилит 0.04; гематит 0.19; корунд 0.02; карелианит 0.01); 19 —  $(Fe_{0.96}Mn_{0.04})(Fe_{0.94}Ti_{0.84}Al_{0.19}V_{0.03})_2O_4$  (ульвит 0.84; магнетит 0.05; герцинит 0.05; галаксит 0.04; кулсонит 0.02); 20 —  $Fe(Fe_{1.79}Ti_{0.11}Al_{0.10})_2O_4$  (магнетит 0.84; ульвит 0.11; герцинит 0.05)

Таблица 4. Химический состав фосфатов на поверхности фоссилизированных плодов плиоценовой осоки, мас. %

Table 4. Chemical composition of phosphates on the surface of fossilized fetuses of the Pliocene sedge, %

Компоненты Components	1	2	3	4	5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41.79	40.61	34.35	34.35	32.51
CaO	58.21	59.39	0.46	Не обн.	2.65
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Не обн.	Не обн.	50.26	53.64	Не обн.
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	2.47	2.44	«
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	6.48	6.36	«
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	3.15	3.21	«
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	2.83	Не обн.	«
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	Не обн.	«	16.36
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	«	«	32.77
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	«	«	«	«	13.55
SO <sub>3</sub>	«	«	«	«	2.16



ценовых орешков вида *Carex cf. cespitosa* L. являются: 1) порфиризация первичного растительного вещества, сопровождающаяся карбонизацией органического вещества и многократным возрастанием в нем концентрации серы; 2) иллювирирование фоссилий тонкодисперсным веществом вмещающих терригенных отложений; 3) образование на поверхности фоссилий полиминеральных пленок, микроструктура и состав которых отражают условия речного переноса и аккумуляции первичных плодов в осадках.

Незначительный размер минеральных индивидов в пленках и резкое преобладание в них филосиликатов дает основание предполагать, что образование их на поверхности плодов происходило в условиях бассейна окончательного стока — заболоченной речной дельты или эстуария. Присутствие в составе минеральных пленок анортоклазов, Mg-Fe-хлоритов, циркона, титанита, магнезиального ильменита, титанистого магнетита, ульвошпинели свидетельствует о магматических источниках обломочного материала [21] и о преобладании в плиоцене уральского вектора его привноса на территорию современного бассейна средней Печоры.

## Заключение

Проведены геолого-палеоботанические исследования рельефообразующих плиоцен-плейстоценовых терригенных отложений, подразделяющихся в направлении снизу вверх на толщи: 1) подморенных гравийно-галечных песков, песков и суглинков позднеплиоценового возраста мощностью около 10 м; 2) мореноподобных песчаных суглинков с гравием и галькой эоплейстоцен-ранненеоплейстоценового возраста, мощностью 21–22 м; 3) надморенных песчанистых ленточно-слоистых алевритов и песков среднепоздненеоплейстоценового возраста, мощностью около 9 м. В изученных породах выявлены и диагностированы многочисленные растительные остатки, по которым осуществлялись геологическое датирование и ландшафтно-климатические реконструкции. Так, в подморенных отложениях обнаружены остатки растительности, отвечающие бересово-хвойным умеренно теплолюбивым лесам и заросшим осокой болотам. В мореноподобных суглинках установлены остатки древесно-кустарниковой лесотундровой растительности, а в надморенных алевритах и песках зарегистрирован тундровый растительный детрит.

Впервые проведенные детальные оптико- и электронно-микроскопические исследования показали, что фоссилизация плиоценовых плодов вида *Carex cf. caespitosa* L. привела к порфиризации первичного растительного вещества, сопровождающейся карбонизацией исходного растительного вещества и скачкообразным возрастанием в нем содержания серы; загрязнению фоссилий тонкодисперсным веществом вмещающих терригенных пород (иллювирированию); образованию на поверхности орешков полиминеральных пленок. В составе последних установлены и проанализированы до 15 минералов: кварц, полевые шпаты, филосиликаты, Fe-Ti-оксиды, шпинелиды, фосфаты, сульфиды. Незначительный размер минеральных индивидов в пленках и резкое преобладание в них филосиликатов дает основание предполагать, что об-

разование минеральных пленок на поверхности плодов происходило в условиях бассейна окончательного стока — заболоченной речной дельты или эстуария. Присутствие в составе минеральных пленок анортоклазов, магнезиально-железистых хлоритов, циркона, титанита, магнезиального ильменита, титанистого магнетита, ульвошпинели свидетельствует о магматических источниках обломочного материала и о преобладании в плиоцене уральского вектора его привноса на территорию современного бассейна средней Печоры.

*Авторы благодарят за поддержку и ценные советы геохимика д. г.-м. н. М. П. Оношко и палинолога к. г.-м. н. Т. И. Марченко-Вагапову.*

## Литература

1. Астахов В. И., Назаров Д. В., Семёнова Л. Р., Спиридонов М. А., Шкатова В. К. К проблеме картографирования северного плейстоцена // Региональная геология и металлогения. 2015. № 62. С. 20–33.
2. Афанасьев Б. Л., Белкин В. И. Проблемы геологии кайнозоя Большеземельской тундры // Кайнозойский пояс Большеземельской тундры. М.: МГУ, 1963. С. 4–9.
3. Белкин В. И. О неогеновых отложениях Большеземельской тундры // ДАН СССР. 1963. Т. 149. № 3. С. 660–662.
4. Белкин В. И., Зархицзе В. С., Семенов И. Н. Стратотипический разрез Колвинской свиты // Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Предуралья. Выпуск 1. Уфа, 1972. С. 5–8.
5. Войткевич Г. В., Кокин А. В., Мирошников А. Е., Прокоров В. Г. Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990. 480 с.
6. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-40-XVIII. Объяснительная записка / С. А. Князев; ред. В. П. Горский. М.: Недра, 1964. 74 с.
7. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-40-XXIX. Объяснительная записка / Б. В. Грибанов; ред. А. Д. Миклухо-Маклай. М.: Недра, 1972. 76 с.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист Q-40 (Печора). Объяснительная записка / В. П. Водолазская, Л. И. Опаренкова и др. СПб., 2010.
9. Данилов И. Д. Плейстоценовые отложения востока Большеземельской тундры и условия их образования // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1962. № 6. С. 74–80.
10. Данилов И. Д. К вопросу о генезисе плейстоценовых отложений восточной части Большеземельской тундры // Информационный сборник НИИГА. 1962. Вып. 31. С. 46–53.
11. Данилов И. Д. Плейстоцен морских субарктических равнин. М.: Изд-во МГУ, 1978. 198 с.
12. Данилов И. Д. О генезисе толщ мореноподобных отложений равнин Севера // Исследования прибрежных равнин и шельфа арктических морей. М.: Изд-во МГУ, 1979. С. 97–135.
13. Застрожнов А. С., Минина Е. А., Шкатова В. К., Тарноградский В. Д., Круткина О. Н., Рыжкова В. М., Астахов В. И., Гусев Е. А. Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. Масштаб 1 : 2 500 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016.



14. Историческое развитие класса насекомых // Труды Палеонтологического института. Т. 178. М.: Наука, 1980. 256 с.
15. Кац Н. Я., Кац С. В., Кипиани М. Г. Атлас и определитель плодов и семян, встречающихся в четвертичных отложениях СССР. М., 1965. 367 с.
16. Крапивнер Р. Б. Стратиграфия новейших отложений бассейна р. Печоры от Камо-Печоро-Вычегодского водораздела до устья р. Цильмы // Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Предуралья. Уфа: Изд-во БФАН СССР, 1976. С. 90—141.
17. Лавров А. С., Потапенко Л. М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнинны. М., 2005. 222 с.
18. Марченко-Вагапова Т. И. Палинологическая характеристика отложений среднего неоплейстоцена в бассейне р. Печоры (Республика Коми) // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XIV Всероссийской палинологической конференции. М.: МГУ, 2017. С. 179—182.
19. Никитин П. А. Плиоценовые и четвертичные флоры Воронежской области. М.-Л., 1957. 207 с.
20. Рычагов Г. И. Географический подход к реконструкции палеогеографических событий // БКЧП. 2017. № 75. С. 112—134.
21. Силаев В. И., Хазов А. Ф., Филиппов В. Н., Жарков В. А. Шлиховые минералы как источник геологической информации // Уральский геологический журнал. 2015. № 3. С. 60—73.
22. Хабибулина Т. С. Типология и состав цирконов гранитоидов Верхояно-Колымских мезозоид (петрогенетические аспекты). Якутск: Сахаполиграфиздат, 2003. 148 с.
23. Чочия Н. Г., Евдокимов С. П. Палеогеография позднего кайнозоя Восточной Европы и Западной Сибири (ледниковая и ледово-морская концепции). Саранск: Мордовский ун-т, 1993. 248 с.
24. Якубовская Т. В. Палеогеография лихвинского межледникового Гродненского Понеманья. Минск, 1976. 300 с.
25. Шполянская Н. А. Плейстоцен-голоценовая история развития криолитозоны Российской Арктики «глазами» подземных льдов. Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 344 с.
- References**
1. Astahov V. I., Nazarov D. V., Semenova L. R., Spiridonova M. A., Shkatova V. K. *K probleme kartografirovaniya severnogo pleystotsena* (Problem of mapping of Northern Pleistocene). *Regionalnaya geologiya i metallogeniya* (Regional geology and metallogeny), 2015. No. 62, pp. 20—33.
  2. Afanasyev B. L., Belkin V. I. *Problemi geologii kainozoya Bolshezemelskoy tundra* (Problems of Cenozoic geology of Bolshezemelskaya tundra). *Kainozoysky pokrov Bolshezemelskoy tundra* (Cenozoic cover of Bolshezemelskaya tundra). Moscow: MSU, 1963, pp. 4—9.
  3. Belkin V. I. *O neogenovih otlozheniyah Bolshezemelskoy tundra* (Neogenic deposits of Bolshezemelskaya tundra). DAN SSSR. 1963, V. 149, No. 3, pp. 660—662.
  4. Belkin V. I., Zarhidse V. S., Semenov I. N. *Stratotipichesky razrez Kolinskoy sviti. Voprosi stratigrafiyi i korrelazii pliozenovih i pleystozenovih otlozheniy severnoy i yuzhnay chastej Preduraliya* (Stratotype of Kolva suite. Stratigraphy and correlation of Pliocene and Pleistocene deposits of northern and southern parts of Urals). Ufa, 1972, 1, pp. 5—8.
  5. Voitkevich G. V., Kokin A. V., Miroshnikov A. E., Prohorov V. G. *Spravochnik po geohimii* (Geochemistry). Moscow: Nedra, 1990, 480 pp.
  6. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Seriya Severo-Uralskay. List Q-40-XVIII. Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of the USSR, 1:200000 scale. Northern Urals, Sheet Q-40-XVIII). S. A. Knyazev. Ed. V. P. Gorsky. Moscow: Nedra, 1964, 74 pp.
  7. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Seriya Severo-Uralskay. List Q-40-XVIII. Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of the USSR, 1:200000 scale. Northern Urals, Sheet Q-40-XVIII) B. V. Gribanov. Ed. A. D. Mikluho-Maklay. Moscow: Nedra, 1972, 76 pp.
  8. *Gosudarsvennaya geologicheskaya karta Rossiskoy Federazii mashtaba 1:1000000 (tretie pokolenie). Seriya Uralskaya. List Q-40 (Pechora). Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of Russian Federation, scale 1:1000000 (third generation). Urals. Sheet Q-40 (Pechora)). V. P. Vodolazskaya, L. I. Oparenkova et al. St. Petersburg, 2010.
  9. Danilov I. D. *Pleystozenovii otlozheniya vostoka Bolshezemelskoy tundri i usloviya ikh obrazovaniya* (Pleistocene deposits of eastern Bolshezemelskaya tundra and formation conditions). Proceedings of AS USSR. Ser. Geogr., No. 6, pp. 74—80.
  10. Danilov I. D. *K voprosu o genesise pleystozenovih otlozheniy vostochnoy chasty Bolshezemelskoy tundra* (Genesis of Pleistocene deposits of eastern part of Bolshezemelskaya tundra). Informacionny sbornik NIIGA, 1962, 31, pp. 46—53.
  11. Danilov I. D. *Pleystozen morskikh subarkticheskikh ravnin* (Pleistocene of marine subarctic plains). Moscow: MSU, 1978, 198 pp.
  12. Danilov I. D. *O genenesise tolshch morenopedobnih otlozheniy ravnin severa* (Genesis of morena-like deposits of Northern plains). *Issledovaniya pribrezhnykh ravnin i shelfa Arkicheskikh morey* (Researches of coastal plains and shelf of Arctic seas). Moscow: MSU, 1979, pp. 97—135.
  13. Zastrozhnov A. S., Minina E. A., Shkatova V. K., Tarnogradsky V. D., Krutkina O. N., Rizhkova V. M., Astahov V. I., Gusev E. A. *Karta chetvertichnih obrazovany territorii Rossiskoy Federazii. Masshtab 1:250000* (Map of Quaternary formations of Russian Federation. Scale 1 : 250000). SPb.: VSEGEI, 2016.
  14. *Istoricheskoe razvitiye klassa nasekomih* (Insect historical development). Proceedings of Paleontological Institute, V. 178, Moscow: Nauka, 1980, 256 pp.
  15. Kaz N. Ya., Kaz S. V., Kipiani M. G. *Atlas i opredelitel plodov i semyan, vstrechayushchihsya v chetvertichnih otlozheniakh SSSR* (Atlas and reference of fruits and seeds). Moscow, 1965, 367 pp.
  16. Krapivner R. B. *Stratigrafiya noveishih otlozheniy basiny r. Pechora ot Kamo-Pechoro-Vichegodskogo vodorazdela do ustya r. Zilma* (Stratigraphy of the newest deposits of basin of Pechora river from Kama-Pechora-Vyshgoda watershed to the mouth of Zilma river). *Voprosi stratigrafiyi i korrelazii pliozenovih i pleystozenovih otlozheniy severnoy i yuzhnay chastej Preduraliya* (Stratigraphy and correlation of Pliocene and Pleistocene deposits of northern and southern parts of Urals). Ufa: BFAS USSR, 1976, pp. 90—141.
  17. Lavrov A. S., Potapenko L. M. *Neopleystozen severo-vostoka Russkoy ravnini* (Neopleistocene of North-Eastern Russian plain). Moscow, 2005, 222 pp.
  18. Марченко-Вагапова Т. И. *Palinologicheskaya harakteristika otlozheniy srednego neopleystozena v basenie r. Pechora (Respublika Komi)* (Palynological characteristics of deposits of Middle Pleistocene in the basin of Pechora river). *Aktualnie problemi sovremennoy palinologii: Materiali XIV Vserossiyskoy pal-*



- inologicheskoy konferenzi (Problems of modern palynology: Proceedings of conference). Moscow: MSU, 2017, pp. 179–182.
19. Nikitin P. A. Pliozenerovie i chetvertichnie flori Voronezhskoy oblasti (Pliocene and Quaternary floras of Voronezh region). Moscow–Leningrad, 1957, 207 pp.
20. Richagov G. I. *Geograficheskypodkhod k rekonstrukzii paleogeograficheskikh sobity* (Geographical approach to reconstruction of paleogeographical events). BKChP, 2017, 75, pp. 112–134.
21. Silaev V. I., Hazov A. F., Filippov V. N., Zharkov V. A. *Shlihovie minerali kak istochnik geologicheskoy informazii* (Placer minerals as source of geological information). *Uralsky geologichesky gurnal* (Ural geological journal), 2015, No. 3, pp. 60–73.
22. Habibulina T. S. *Tipologiya i sostav tsirkonov granitoidov Verhoyano-Kolimskih mezozoid* (petrogenetic aspects). Yakutsk: Verkhoyan-Kolyma mesosoids (petrogenetic aspects). Yakutsk: Sahapoligrafizdat, 2003, 148 pp.
23. Chochia N. G., Evdokimov S. P. *Paleogeografiya pozdnego kaynozoya Vostochnoy Evropy i Zapadnoy Sibiri (lednikovaya i ledovo-morskaya konzepzii)* (Paleogeography of Late Cenozoic of Eastern Europe and Western Siberia. Saransk, Mordva University, 1993, 248 pp.
24. Yakubovskaya T. V. *Paleogeografiya lihvinskogo mezhdenglikoviya Grodnenskogo Ponemaniya* (Paleogeography of likhvinckoe interglacial period of Grodno Ponemaniys). Minsk, 1976, 300 pp.
25. Shpolyanskaya N. A. *Pleystozen-golozenovaya istoriya z razvitiya kriolitosoni Rossyskoy Arktiki «glasami» podzemnih lodov* (Pleistocene-Holocene history of development of cryolithozone of Russian Arctics by eyes of underground ices). Moscow–Izhevsk: Institute of computer researches, 2015, 344 pp.