Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 56:551.312.3:551.796

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-12-16-22

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТАРИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПАЛЕОРУСЛЕ РЕКИ КУИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

М. Н. Буравская, Т. И. Марченко-Вагапова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

buravskaya@geo.komisc.ru, timarchenko@mail.ru

Представлены результаты литологического, палинологического и радиоуглеродного методов изучения отложений палеорусл в долине нижнего течения реки Куи на северо-западе Большеземельской тундры. Комплексное исследование позволило проследить историю развития исследуемого участка реки, выявить палеогеографические особенности образования старицы, охарактеризовать обстановки и процессы осадконакопления, реконструировать природно-климатические условия позднего голоцена в субарктической зоне Европейского Севера России, привлекающей исследователей в связи с освоением территорий Крайнего Севера. Образование палеорусл и время формирования отложений — субатлантический (SA) период голоцена. Растительные сообщества отражают колебания климатических условий: периоды похолодания раннего и позднего субатлантика, разделяющиеся потеплением в середине периода.

Ключевые слова: голоцен, палеорусл, палеогеография, палинология, фация.

PALEO GEOGRAPHIC AND SEDIMENTATION FEATURES OF THE FORMATION OF OXBOW-LAKE SEDIMENTS IN THE KUYA RIVER OLD STREAM CHANNEL IN THE NORTHWEST OF BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA

M. N. Buravskaya, T. I. Marchenko-Vagapova

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The results of lithological, palynological and radiocarbon methods for the study of the deposits of paleochannel in the lower Kuya River valley in the northwest of the Bolshezemelskaya tundra are presented. The complex study made it possible to trace the history of the development of the river, to reveal the paleogeographic features of the formation of the oxbow-lake, to characterize the conditions and processes of sedimentation, to reconstruct the natural and climatic conditions of the late Holocene in the subarctic zone of the European North of Russia, attracting researchers in connection with the development of the territories of the Far North. The formation of old stream channel and the time of its sediments is the Subatlantic (SA) period of Holocene. Plant communities reflect fluctuations in climatic conditions: periods of cooling of the early and late subatlantics, shared by warming in the middle of the period.

Keywords: Holocene, old stream channel, palaeogeography, palynology, facies.

Введение

История изменения окружающей среды имеет основополагающее значение для четвертичной геологии. В качестве одной из основных целей ставится прогнозирование эволюции природных комплексов и климата. От динамики колебания климата зависит эффективная стратегия социально-экономического развития, особенно актуальная для районов Крайнего Севера.

Природные ландшафты, растительность современности есть следствие относительно недавней их истории, т. е. в период голоцена. Исследования природных комплексов голоцена позволяют определить обстановки и сформировавшие их процессы, а также предположить тенденции эволюции естественной среды в ближайшем будущем. История изучения четвертичных осадков в долине р. Куи связана в основном с исследованиями четвертичных отложений плейстоценового возраста, в частности валунных суглинков [1, 5]. Голоценовые осадки рассматривались попутно и целенаправленно не изучались, хотя позднеледниковые и голоцен — наиболее близкие к современности периоды

и больше всего подходят для решения проблем прогноза изменения природной среды в ближайшем будущем.

Одними из детальнейших геологических архивов, сохраняющих информацию о природно-климатических обстановках региона в прошлом, являются отложения озер. Полученные авторами результаты полевых и лабораторных исследований позволили выявить цепь палеогеографических событий голоцена за период формирования осадков.

Цель работы — палинологическое и литологическое расчленение старичных отложений и реконструкция природно-климатических условий седиментации осадков палеорусл в нижнем течении р. Куи для расширения палеогеографии Большеземельской тундры.

Методы и объект исследования

В ходе полевых исследований 2016 г. долины нижнего течения р. Куи изучены старичные осадки в обнажении К-11, расположенном на правом берегу реки протяженностью около 100 м (рис. 1). Река протекает по северо-западной окраине Большеземельской тун-

Рис. 1. Геоморфологическая схема исследуемого участка долины р. Куя и местоположение разреза К-11

Fig. 1. Geomorphological scheme of the valley of the Kuya River and location of the sections

дры и впадает с правой стороны в р. Печору севернее Нарьян-Мара. Большеземельская тундра простирается вдоль побережья Баренцева моря и захватывает территории Ненецкого АО и Республики Коми, входит в зону субарктических районов Европейского Севера России. В последнее время эта зона привлекает большое количество разнонаправленных исследований в рамках федеральной программы освоения Российской Арктики и территорий Крайнего Севера.

Бассейн р. Куи расположен в пределах тундровой растительной зоны. Преобладают крупноерниковые и мелкоерниковые сообщества, образованные зарослями из карликовых берёз и низкорослых видов ив. Моховой и лишайниковый покров сомкнуты. Значительные площади занимают травяно-осоковые болота, в долине реки встречаются ивняки и тундровые луговины с обильным многовидовым разнотравьем и злаками.

Ландшафтно-климатические условия формирования осадков выявлены при их фациально-генетическом расчленении на основе текстурных и структурных особенностей и палинологическом изучении торфа. Структура отложений изучалась гранулометрическим методом с применением ситового и пипеточного методов по Н. А. Качинскому [4]. Химическая обработка образцов для палинологического анализа выполнялась с использованием общепринятых методик [3, 7, 9]. Изучение спор и пыльцы проводилось с помощью световых микроскопов Motic BA 300 при увеличении 280 и 420. Для каждой пробы подсчитывалось более 250 пыльцевых зерен. При интерпретации ре-

зультатов спорово-пыльцевого анализа споры и пыльцу в спектрах объединяли в группы (пыльца деревьев и кустарников, пыльца трав, споры), далее определяли процентное содержание спор и пыльцевых зерен различных таксонов в каждой из групп с использованием программы «Флора». Основной периодизации голоцена послужила схема зонального деления голоцена Л. Д. Никифоровой [6]. Радиоуглеродное датирование органического материала проведено в Институте географии РАН, г. Москва.

Изученный разрез К-11 вскрывает старичные отложения высокой поймы высотой 4.15 м. Расчистка начинается от меженного уреза воды и имеет следующее строение (описание снизу вверх, мощность в метрах):

1) 4.15–4.0. Песок мелкозернистый, темно-серый, хорошо сортированный ($S_c = 0.60$). Процентное содержание фракции 0.25–0.1 составляет 75.1 %. Средний диаметр частиц — 0.09 мм.

2) 4.0–3.1. Крупный алеврит, серо-сизый, вязкий, однородный, без видимой слоистости, с редкими включениями растительного детрита в виде черных пятен. Осадки хорошо сортированы, средний диаметр частиц — 0.038 мм.

3) 3.1–3.0. Горизонтальное переслаивание песка тонкозернистого, серого, мощностью 1.5–2 см и торфа алевритистого, серо-коричневого, хорошо разложившегося, мощностью до 4 см ($d_{cp} = 0.046$ мм при $S_c = 0.52$).

4) 3.0–2.75. Алеврит оторфованный, серо-черный, с неясной горизонтальной слоистостью за счет тонких

прослоев алеврита опесчаненного. Верхние 4 см слоя достаточно сильно оторфованы (торф хорошо разложившийся, суглинистый).

5) 2.75–2.45. Крупный алеврит серо-коричневый, плотный, вязкий, ожеженненный пятнами и прослоями ($d_{cp} = 0,028$ мм при $S_c = 0,41$).

6) 2.45–2.15. Горизонтальное переслаивание суглинка коричневого ожеженненного мощностью 3–4 см и песка мелкозернистого ожеженненного.

7) 2.15–1.65. Супесь разноцветная (серая, серо-коричневая, светло-коричневая) с горизонтальной слоистостью за счет изменения цвета и количества глинистого материала. В толще наблюдается волнистая слоистость за счет тонких прослоев суглинка коричневого. Отложения средней степени сортированности материала, показатели варьируют в пределах 0.29–0.39. Средний диаметр частиц составляет 0.051–0.073 мм.

8) 1.65–1.05. Песок алевритистый светло-коричневый, с горизонтальной слоистостью ($d_{cp} = 0.093$ мм при $S_c = 0.54$). По слою слоистость не всегда выдержана, прерывиста за счет тонких линз скопления крупного темно-коричневого алеврита.

9) 1.05–0. Горизонтальное и горизонтально-волнистое переслаивание песка светло-коричневого мел-

козернистого и песка алевритистого темно-коричневого. В верхних 0,6 м слоистость менее выражена, сглажена деятельностью корневой системы растений и мелких землероев.

Результаты и обсуждение

Расширение дна долины р. Куи в голоцене происходило за счет денудации послеледниковой террасы и коренных берегов [2, 5]. В районе исследования (рис. 1) река хорошо меандрирует и образует серию излучин. Пойма представлена набором изогнуто-гравистых пойменных сегментов, на которых выделяются возвышенные гравистые участки, ложбины и старицы, указывающие на конечные положения русла перед спрямлением. По морфологии выделяется сегментно-гравистая пойма, образованная при смещении по дну долины крутых меандров петлеобразной формы, которые в настоящее время наблюдаются в виде право- и левосторонних староречий, а также сегментно-гравистая пойма, образованная при развитии меандров современного русла.

Исследуемое староречье представляет собой озеро вытянутой петлеобразной формы, расположенное в глубине поймы. Современное русло подрезает стариц-

Рис. 2. Литологическая характеристика старичных отложений разреза К-11

Fig. 2. Sequence of the oxbow-lake deposits K-11

ные отложения, что делает возможным их литологическое описание и опробование (рис. 2).

Генезис осадков обн. К-11 связан с образованием старичного водоема, сформированного при спрямлении меандра в результате прорыва его шейки. В развитии старицы Е. В. Шанцер выделяет три стадии: проточную, озерную и болотную, соответствующие этапам ее зарастания и накопления старичных осадков [8].

Нижняя часть разреза (пачка 1, слои 1–4) мощностью 1.4 м представлена старичной фацией. В нижней части пачка сложена песком мелкозернистым (слой 1), формирование которого произошло в первую стадию развития озера, когда в палеорусле сохранялся полупроточный режим с новым руслом. Перекрывается песок алевроитом серо-сизым вязким. В средней части фации осадки оторфованы, наблюдаются тонкие прослои песка (слой 3). Выше слоистость становится неясной и преобладает торф алевроитистый серо-черный, мощностью 0.25 м. Накопление отложений связано с седиментацией в застойном озерном водоеме при изолировании старицы от главного русла и соответствует второй и третьей стадиям зарастания старицы. Только в более полноводные годы при обильном половодье в зарастающее озеро полыми водами приносилось незначительное количество тонкозернистого песка. Начало образования торфа может свидетельствовать о времени отмирания палеорусла. По данным радиоуглеродного датирования подошвы торфа (1000 ± 70) л. н. IGAN 5640), спрямление русла произошло в среднем субатлантическом периоде. При прорыве шейки меандра новое русло стало смещаться вниз по течению и уклоняться влево, на что указывает характер искривления пойменных грив формирующегося пойменного сегмента и развитие левого меандра современного русла. Близость активного русла к изучаемому разрезу сменило органическое осадконакопление на минеральное и началось формирование фации пойменного аллювия.

Пойменная фация мощностью 2.45 м (пачка 2, слои 5–8) представлена крупным алевроитом серо-коричневым и песком мелкозернистым светло-коричневым. Наблюдается горизонтальная, волнистая, горизонтально-прерывистая слоистость, проявляющаяся за счет изменения цвета отложений. Верхние 0.6 м пачки переработаны почвообразовательными процессами в почву лугового типа.

На пойме широко представлены растения семейства злаковых и разнотравье. Вдоль реки растут ивы, березы, ольха. В пониженных переувлажненных участках поймы произрастают водно-болотные растения.

Из слоев 1–6 отобраны образцы на спорово-пыльцевой анализ. Во всех пробах обнаружены споры и пыльца. В результате проведенного анализа выделено шесть спорово-пыльцевых комплексов (рис. 3).

В общем составе **спорово-пыльцевого комплекса I** преобладают споровые растения (более 61 %). Пыльца древесных пород составляет до 32.8 %, трав — более 14 %. Среди древесных форм доминируют мелколиственные породы, в первую очередь виды рода *Betula* sp.: *Betula* sect. *Fruticosae* преобладает (более 32 %), участие *Betula nana* составляет до 16.5 %, *Betula* sect. *Albae* — 13 %. Доля хвойных пород *Picea* sp., *Pinus sylvestris* существенно меньше. Отмечена ольха *Alnus* sp., ива *Salix* sp., ольховник *Alnaster* sp. В группе травянистых преобладает пыльца злаков Poaceae (почти 20 %), встре-

чены осоки Cyperaceae, полыни *Artemisia* sp., маревые Chenopodiaceae, Ericaceae/Vacciniaceae. Состав мезофильного разнотравья представлен видами семейств Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae, Asteraceae, Polemoniaceae, Rubiaceae, Cichoriaceae, Brassicaceae и другими. Среди споровых растений господствуют *Sphagnum* sp. (54 %) и папоротники сем. Polypodiaceae (почти 40 %). Остальные отмечены в значительно меньшем количестве: плауны *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. appressum*, *L. annotinum*, *Lycopodium* sp., а также виды *Botrychium* sp., *Pteridium* sp., *Selaginella selaginoides*.

Таким образом, в рассматриваемый нами период господствовали разреженные лесные группировки из березы и ели с участием сосны. В кустарниковом ярусе развивались сфагново-ерниковые сообщества — заросли кустарниковых берез, ив, ольховника с напочвенным покровом из сфагновых мхов; на открытых участках распространялись луга и папоротниковые сообщества.

В **спорово-пыльцевом комплексе II** пыльца древесных растений и спор составляет примерно равные доли (39–42 %), выше по разрезу участие древесных форм постепенно возрастает. Трав отмечено более 19 %. В группе древесных основной состав видов и структура остаются прежними. Происходит уменьшение доли *Betula nana*. Встречено единичное зерно липы *Tilia* sp. — тонкое, переотложенное. Состав пыльцы травянистых растений сохраняет свое разнообразие. Превалирует пыльца Poaceae, ее количество достигает 29 %, затем резко уменьшается. Отмечены Cyperaceae, Ericaceae/Vacciniaceae, единична пыльца ксерофитов (*Artemisia* sp., Chenopodiaceae). Мезофильное разнотравье представлено семействами Polygonaceae, Rosaceae, Ranunculaceae, Primulaceae, Apiaceae и другими. Среди споровых растений господствуют папоротники из сем. Polypodiaceae (почти 56 %) и *Sphagnum* sp. (более 41 %). Остальные отмечены в значительно меньшем количестве.

Палинологический спектр этой зоны свидетельствует о том, что на территории происходило дальнейшее распространение лесных и кустарниковых группировок, состоящих в основном из березы sect. *Fruticosae* с примесью ели, сосны, ольхи.

В **спорово-пыльцевом комплексе III** преобладают древесные растения (около 54 %) и травы (до 46 %). Количество спор невелико. Среди древесных форм по-прежнему доминируют виды рода *Betula* sp., но соотношение их изменяется: *Betula* sect. *Albae* возрастает почти до 25 %, доля *Betula* sect. *Fruticosae* снижается до 22 %, *Betula nana* — до 3 %. Количество пыльцы хвойных увеличивается: *Picea* sp. встречается около 17 %, *Pinus sylvestris* — почти 15 %. Достаточно широко представлена пыльца *Alnus* sp. (около 8 %). В небольших количествах отмечена пыльца *Salix* sp., *Alnaster* sp. Единично встречаются представители неморальной флоры: *Ulmus* sp. и *Tilia* sp., возможно, заносные. Состав травянистых растений довольно разнообразен. Превалирует пыльца Cyperaceae (20 %) и Poaceae (почти 19 %). Присутствуют Chenopodiaceae, *Artemisia* sp., Ericaceae/Vacciniaceae. Разнотравье представлено Ranunculaceae, Brassicaceae, Saxifragaceae, Rosaceae, Polygonaceae, Apiaceae, Asteraceae, Primulaceae и др. Отмечены представители влаголюбивой Menyanthaceae. Среди встре-

ченых споровых растений доминируют зеленые мхи (*Bryales* sp., лесные представители, торфообразователи), их численность очень велика. Среди других спор преобладают папоротники сем. *Polypodiaceae* (более 58 %). В меньших количествах присутствуют *Sphagnum* sp., плауны, *Botrychium* sp., *Pteridium* sp., *Selaginella selaginoides*.

Происходило развитие елово-березовых лесов с примесью сосны, ольхи и ивы. На почвенном покрове были распространены зеленомошники. На открытых территориях развивались папоротники и луговые ценозы.

Спорово-пыльцевой комплекс IV имеет схожую структуру с комплексом III. Комплекс выделен за счет уменьшения доли хвойных пород: *Picea* sp. встречено около 5 %, *Pinus sylvestris* — 10 %. Растительность отражает распространение березовых лесов с примесью ольхи, сосны, ели и ивы.

В спорово-пыльцевом комплексе V по-прежнему преобладает пыльца древесных пород. Доля трав вверх по разрезу уменьшается до 20 %, споровых растений — до 13–24 %. Среди древесных форм преобладают виды семейства *Betulaceae*. Среди них основное количество составляет пыльца *Betula* sect. *Albae* (около 30 %), меньше отмечено *Betula* sect. *Fruticosae* (22 %), ольхи содержится до 16 %. Вновь значительное участие в составе комплексов принимает пыльца хвойных. Единично встречена *Abies* sp. Среди широколиственных пород отмечены единичные переотложенные представители *Ulmus* sp. В группе травянистых растений доминирует пыльца *Cyperaceae* (до 28 %). Отмечены *Рoaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* sp., *Ericaceae/Vacciniaceae*. Доля мезофильного разнотравья уменьшается. Встречены *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Primulaceae*, *Rosaceae*, *Apiaceae*, *Cicoriaceae*, *Brassicaceae* и др. Отмечен влаголюбивый *Polygonum amphibium*. Среди споровых растений господствующее положение занимают *Sphagnum* sp., то папоротники из сем. *Polypodiaceae*. Встречены плауны *Lycopodium* sp., *L. clavatum*, *L. complanatum*, *L. selago*, *L. annotinum*, а также виды *Botrychium* sp., *Pteridium* sp., *Selaginella selaginoides*.

Таким образом, в рассматриваемый нами период лесная растительность сохраняет господствующее положение. Широкое развитие получили таежные леса с преобладанием березы и ели, со значительным участием сосны с примесью ольхи и ивы. Развита травянистые ассоциации из мезофильного разнотравья.

В спорово-пыльцевом комплексе VI основную долю составляет пыльца древесных растений (более 59 %). Количество трав около 25 %, спор — до 20 %. Среди пыльцы древесных доминирует *Betula* sect. *Albae* (33 %). Участие *Picea* sp. возрастает до 22 %, количество пыльцы *Pinus sylvestris* составляет почти 18 %. Широколиственных пород не отмечено. Состав травянистых растений в целом сохраняется. Осоки преобладают (более 30 %). Отмечены злаки, полыни, маревые. Разнотравье представлено *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae* и др. Встречена пыльца влаголюбивого *Nuphar* sp. Среди споровых господствуют папоротники и сфагнум. Содержание других компонентов невелико.

Данный спорово-пыльцевой спектр отражает развитие елово-сосновых, елово-березовых, березовых лесов. Открытые участки местообитаний были заняты луговыми ценозами.

Выводы

Таким образом, изучение отложений разреза К-11 выявило четкую последовательность осадконакопления старичного аллювия, перекрытого пойменными осадками. Спрявление русла и формирование озера произошло во второй половине субатлантика.

Пыльцевые спектры (комплекс I и II) указывают на формирование тундровой и лесотундровой растительных зон во время раннего субатлантического периода (SA-1). В составе преобладали разреженные группировки из березы и ели с участием сосны. В кустарниковом ярусе развивались сфагново-ерниковые сообщества. Во время потепления среднего субатлантического периода (SA-2) произошло распространение елово-березовых лесов (комплекс III) с примесью ольхи. Волна похолодания позднего субатлантического периода (SA-3) привела к распространению березовых лесов с примесью ольхи, сосны, ели и ивы (комплекс IV). Пыльцевые комплексы V и VI отражают распространение елово-сосновых, елово-березовых, березовых лесов в субатлантический — современный (SA-R) климатический периоды.

Работа частично выполнена в рамках темы «Биогеологические события и стратиграфия фанерозоя субарктической зоны Баренцево-морского региона, Тимана и западного склона Урала» ГР № АААА-А17-117121140081-7.

Литература:

1. Андреева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И., Буравская М. Н., Голубева Ю. В. Природная среда неоплейстоцена и голоцена Европейского Северо-Востока России. М.: ГЕОС, 2015. 224 с.
2. Буравская М. Н., Марченко-Вагапова Т. И., Исаков В. А., Воробьев Н. Н. Ландшафтно-климатические условия развития почвенного покрова долины нижнего течения р. Куи в голоцене // Почвы России: вчера, сегодня, завтра: всерос. науч. конф. Киров, 2017. С. 32–36.
3. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ ГЕОГРАФИЗ, 1948. 224 с.
4. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М., 1958. 192 с.
5. Лавров А. С., Потапенко Л. М. Неоплейстоцен Печорской низменности и Западного Притиманья (стратиграфия, палеогеография, хронология). М., 2012. 191 с.
6. Никифорова Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена на северо-востока европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
7. Пыльцевой анализ. М.: Гос. изд-во геолог. лит-ры, 1950. 571 с.
8. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Тр. ГИН АН СССР; Вып. 161. М.: Изд-во АН СССР, 1966. 240 с.
9. Erdtman G. Erdtman's Handbook of Palynology. 2nd ed. / Ed. S. Nilsson, J. Pragowski. Copenhagen, 1992. 580 pp.

References:

1. Andreicheva L. N., Marchenko-Vagapova T. I., Buravskaya M. N., Golubeva Yu. V. *Prirodnaya sreda neopleistotsena i golotsena Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii* (Neopleistocene and Holocene natural environment in European North-East of Russia). Moscow: GEOS Press, 2015, 224 p.
2. Buravskaya M. N., Marchenko-Vagapova T. I., Isakov V. A., Vorobiev N. N. *Landshaftno-klimaticheskie usloviya razvitiya pochven-*

nogo pokrova doliny nizhnego techeniya r. Kui v golotsene (Landscape and climatic conditions for the development of soil cover in the valley of the down-stream of the river Kuya in the Holocene). All-Russian scientific conference «Soils of Russia: yesterday, today, tomorrow». Kirov, 2017, pp. 32-36

3. Grichuk V. P., Zaklinskaya E.D. *Analiz iskopaemyh pyltsy i spor i ego primeneniye v paleogeografii* (Analysis of fossil pollen and spores and its application in paleogeography). Moscow: OGIZ GEOGRAPHGIZ, 1948, 224 p.

4. Kachinsky N. A. *Mekhanicheskii i mikroagregatnyi sostav pochvy, metody ego izucheniya* (Mechanical and microaggregate composition of the soil, methods of its study). Moscow, 1958, 192 p.

5. Lavrov A. S., Potapenko L. M. *Neopleistotsen Pechorskoi nizmennosti i Zapadnogo Pritiman'ya (stratigrafiya, paleogeografiya, hronologiya)* (Neopleistocene of Pechora lowland and Western Pritimanya (stratigraphy, paleogeography, chronology). Moscow, 2012, 191 p.

6. Nikiforova L. D. *Dinamika landshaftnykh zon golotsena severo-vostoka Evropeiskoi chasti SSSR* (Dynamics of the landscape zones of the Holocene of the northeast of the European part of the USSR). Development of the nature of the territory of the USSR in the late Pleistocene and Holocene. Moscow: Science, 1982, pp. 154–162.

7. *Pyl'tsevoi analiz* (The analysis of Pollen). Moscow: State Publishing House of Geological Literature, 1950, 571 p.

8. Shantser E. V. *Ocherki ucheniya o geneticheskikh tipakh kontinental'nykh osadochnykh obrazovaniy* (Essays on the theory of the genetic types of continental sedimentary formations). Proceedings of GI AS USSR; Issue. 161. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1966, 240 p.

9. Erdtman G. *Erdtman's Handbook of Palynology*. 2nd ed. Ed. S. Nilsson, J. Praglowski. Copenhagen, 1992, 580 pp.