

УДК 56:551.312.:551.796
DOI 10.19110/1994-5655-2020-1-49-54

М.Н. БУРАВСКАЯ, Ю.В. ГОЛУБЕВА

**ФАЦИАЛЬНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ
СОВРЕМЕННОГО АЛЛЮВИЯ
В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. КУИ
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ
БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ**

*Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар*

buravskaya@geo.komisc.ru

M.N. BURAVSKAYA, YU.V. GOLUBEVA

**FACIES AND GENETIC DISSECTION
OF MODERN ALLUVIUM IN THE LOWER
REACHES OF THE KUYA RIVER
IN THE NORTHWEST
OF THE BOLSHHEZEMELSKAYA TUNDRA**

*N.P.Yushkin Institute of Geology,
Federal Research Centre Komi Science Centre,
Ural Branch, RAS,
Syktывkar*

Аннотация

Проведено фациально-генетическое расчленение современных пойменных отложений разреза К-12 в долине нижнего течения р. Куи на северо-западе Большеземельской тундры. По данным крупномасштабных карт и космоснимков программы «Планета Земля», составлена геоморфологическая схема участка исследований и прослежена история развития пойменного сегмента. Формирование осадков происходило в условиях озера в позднем голоцене. Выявлена четкая последовательность накопления субфации прирусловой отмели, вторичных водоемов поймы и приречной поймы. По данным палинологического анализа, охарактеризованы четыре этапа развития растительности и климата в субатлантическом периоде: SA-1, SA-2, SA-3 и SA-R.

Ключевые слова:

голоцен, фашии, палинология, палеогеография

Abstract

Facies-genetic dissection of modern floodplain sediments in the K-12 section in the Kuya river valley (lower reaches) in the northwest of the Bolshezemelskaya tundra was carried out. According to the large-scale maps and satellite images of the "Earth Planet" program, a geomorphological diagram of the research site was compiled and the development of the floodplain segment was traced. Based on lithological features and granulometric analysis data three packs of sediments were identified in the structure of the K-12 outcrop thickness. At the base of the section (pack 1, layer 1) gray fine-grained clay sand with inclusions of pebble and gravel is deposited (layer thickness is 1.15 m). The sediments are the riverbed shoal subfacies of the channel alluvium. The accumulation of the riverbed shoal subfacies occurred under conditions of the lateral displacement of the channel towards the undercut shore and the formation of a sandy channel bank. During periods of high water, when the sandbank was occupied by water and became part of the channel, sand and gravel material were deposited. Above (pack 2, layer 2-3) are gray-blue clayey silt and clayey peat (layer thickness is 1.15 m), composing the secondary reservoirs subfacies of the floodplain. Formation of secondary reservoirs subfacies began when the bottom part of the floodplain turned into a depression, in which a reservoir was formed. Poorly drained floodplain surface contributed to the preservation of water in it throughout the entire warm season. Overmoistening of the floodplain caused swamping processes and from that moment the lake-marsh reservoir began to develop. Its sediments in the section are represented by peat. Radiocarbon Dating of organic material from the section bottom indicates that waterlogging of the reservoir occurred in the Late Subatlantic Holocene period (750 ± 80 ^{14}C BP). The sediments are overlapped by the riverine floodplain subfacies (pack 3, layer 4, 5), represented by brown sandy loam with plant residues (layer thickness is 1.7 m).

Based on the results of palynological studies of the oxbow-lake deposits of two sections, the vegetation and climate features of the four stages of the Late Holocene (SA-1, SA-2, SA-3 and SA-R) were reconstructed. The composition of the spectra reflects the development of mossy shrub tundra and the

coldest climatic conditions in the early Subatlantic. A sharp increase in the pollen content of trees in the spectra indicates the spread of forest-tundra vegetation and warming in the middle of the Subatlantic (SA-2). The diagrams show the landscape-climatic changes that occurred during the Small Ice Age at the end of the Subatlantic

(SA-3): as a result of the cold snap, the areas occupied by forests were reduced due to the spread of grass-shrub communities. The subsequent warming caused the development of modern cenoses.

Keywords:

Holocene, facies, palynology, palaeogeography

Введение

Фациально-генетическое расчленение отложений и их комплексное изучение имеют особое значение для реконструкций палеогеографических событий прошлого, которые вызывают огромный интерес для целого ряда областей наук о Земле. Всестороннее исследование осадков позволяет получить структурно-текстурную характеристику основных групп фаций, их вещественного состава, выявить генезис осадков, условия и особенности их осадконакопления; воссоздать растительный покров и климатические условия его развития. Результаты исследований делают возможным представить общую картину палеогеографических событий за период их формирования.

При палеогеографических исследованиях голоцена наибольшее внимание отводится отложениям пойм, в которых хранится материал о палеогеографических событиях, эволюции палеоландшафтов и палеоклиматов голоцена. Ранее в ходе исследований четвертичного покрова на северо-западе Большеземельской тундры голоценовые осадки детально не изучались, а рассматривались как нерасчлененная толща, перекрывающая неоплейстоценовые отложения. Имеются единичные работы по голоцену данной территории, включая исследования авторов [1–3].

Основная цель работы – выявление фациально-генетической принадлежности отложений в нижнем течении р. Куи по результатам изучения разреза К-12, истории развития пойменного сегмента и реконструкции ландшафтно-климатических условий их формирования. Полученные материалы расширяют и дополняют палеогеографические данные голоцена субарктических районов Европейского Севера России.

Объект и методы исследования

В работе приводятся результаты комплексного изучения отложений разреза К-12 в долине нижнего течения р. Куи. Река протекает в северо-западной части Большеземельской тундры и является правым притоком р. Печоры (рис. 1). Район исследований расположен в зоне Субарктики Европейского Севера России. Развита лесотундровые и тундровые растительные сообщества. Наряду с преобладающими в растительном покрове кустарниками (карликовой березки, багульника, кустарниковой ольхи, ивы и др.) встречаются участки березово-еловых редколесий, пойменных лугов и болот. Для района характерен континентальный климат с

продолжительной холодной зимой и прохладным коротким летом. Средняя температура июля в Нарьян-Маре составляет +12° С; средняя температура января – -18° С, зима длится, в среднем, 220–240 дней. Для территории округа присуще избыточное увлажнение. Годовое количество осадков достигает 700 мм [4].

Фациально-генетическое расчленение осадков проведено по данным текстурной характеристики при литологическом изучении толщи разреза и структурных особенностей материала, полученных при проведении гранулометрического анализа. Такой анализ выполнен по методике Н.А. Качинского с применением ситового и пипеточного методов. Материал подразделялся на 10 фракций, мм: более 1,0; 1,0–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; 0,1–0,05; 0,05–0,03; 0,03–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001; менее 0,001 [5]. Цифровые данные анализа обработаны по формулам, подсчитаны средние диаметры зерен d_{cp} и коэффициенты сортировки S_c . Показатели коэффициента сортировки материала S_c , близкие к 1, свидетельствуют о хорошей сортировке осадков, т.е. отложения представлены практически одной фракцией. Значения, близкие к 0, указывают на присутствие всех фракций примерно в равных количествах.

Для восстановления истории развития исследуемого участка долины использовался палеорусловый анализ, заключающийся в восстановлении положения русла реки по рисунку пойменных грив в рельефе поймы.

Реконструкция ландшафтно-климатических условий проводилась на основе палинологических данных. Палинологический материал (27 образцов фоссильных спор и пыльцы, отобранных из каждой 5 см отложений) подготавливался и анализировался согласно общепринятым методикам [6–8]. Процентные содержания спор и пыльцы определялись от суммы палиноморф ($AP+NAP+Spores=100\%$).

Возрастная принадлежность осадков устанавливалась по результату их радиоуглеродного датирования: в Институте географии РАН получена датировка из приподошвенной части разреза 750±80 л. н. Основой периодизации служили модели Л.Д. Никифоровой [3] и Н.А. Хотинского [9].

Разрез К-12 высотой 4 м расположен на левом берегу р. Куи (N 67°37'68"; E 53°24'41") и вскрывает отложения поймы. Расчистка начинается от уреза воды и имеет следующее строение (описание снизу вверх, мощность в метрах):

1. 4,0–2,85. Песок мелкозернистый алевритистый сизо-серого цвета, неслоистый. Встречают-

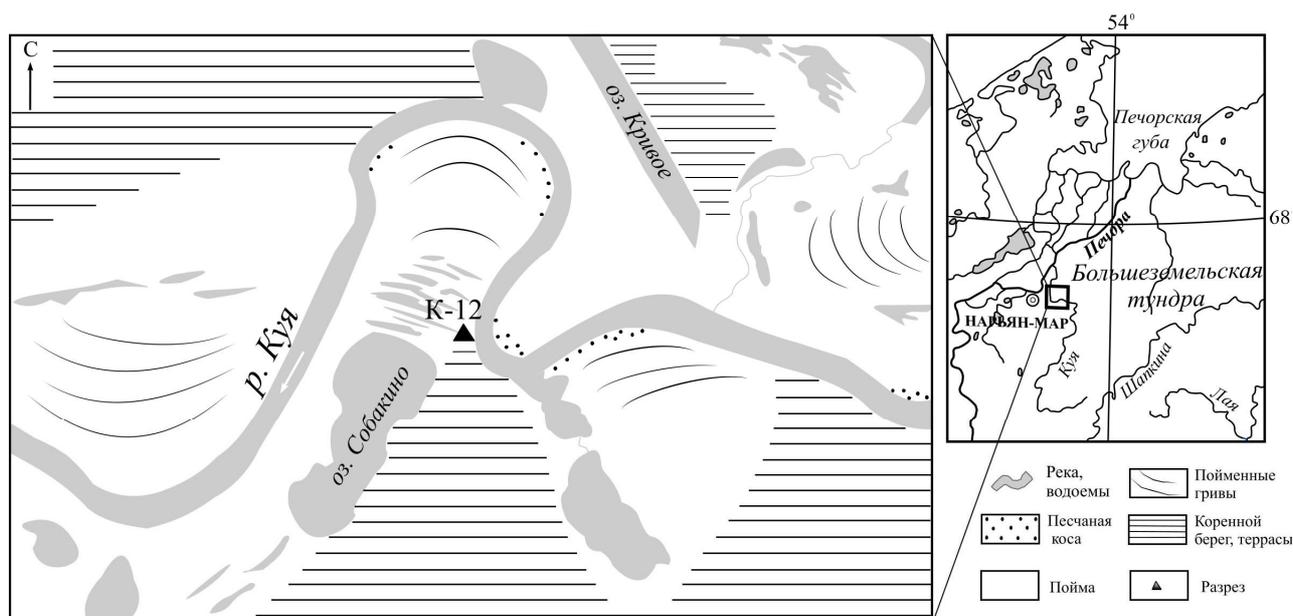


Рис. 1. Геоморфологическая схема исследуемого участка долины р. Куи и местоположение разреза К-12.
Fig.1. Geomorphological map of the studied section of the Kuya river valley and the location of the K-12 section.

ся единичные галька и гравий. Верх толща становится более опесчаненной. Средний диаметр частиц (d_{cp}) – 0,043 мм. Коэффициент сортированности материала (S_c) составляет 0,31.

2. 2,85–2,05. Алеврит глинистый сизо-серый, вязкий, однородный, без включений грубообломочного материала, неслоистый ($d_{cp} = 0,010$ мм, $S_c = 0,12$). Верхняя часть слоя оторфована.

3. 2,05 –1,7. Горизонтальное переслаивание торфа коричневого плохо разложившегося и алеврита глинистого коричневого оторфованного. Мощность чередующихся слоев до 5 см.

4. 1,7–1,0. Песок тонкозернистый коричневый, хорошо сортированный ($S_c = 0,46$) с включениями растительных остатков. Процентное содержание фракции 0,25-0,1 составляет 54,1%. Средний диаметр частиц 0,066 мм.

5. 1,0–0,0. Песок мелкозернистый коричневый с неясной горизонтальной слоистостью, нарушенной проницаемостью корневой системы растений, произрастающих на поверхности поймы. Отложения хорошо сортированы ($S_c = 0,56$). Средний диаметр частиц равен 0,090 мм.

Результаты и обсуждение

По крупномасштабным картам и космоснимкам исследуемого участка долины р. Куи составлена геоморфологическая схема (рис.1). Река протекает в условиях свободного меандрирования, образуя серию сегментных излучин. Формирование пойменного сегмента, вскрытого расчисткой обн. К-12, происходит за счет выработки современным руслом правосторонней излучины петлеобразной формы. Подмыв правого берега и миграция русла в его сторону приводят к смещению русла и наращиванию противоположного левого берега. Эрозия вогнутого берега активно происходит при максимальной скорости течения в период паводков, когда

наибольшей интенсивности достигают поперечные циркуляционные токи [10]. Размываемый обломочный материал подхватывается поперечными придонными течениями и переносится по дну русла к противоположному берегу, где он откладывается, формируя прирусловые отмели или побочни, огибающие намываемый берег. Зарастание растительностью высокой части прирусловой отмели в маловодные периоды приводит к образованию пойменной гряды, располагающейся параллельно руслу. Часть поймы между гривами становится межгривным понижением и покрывается влаголюбивой растительностью. Рельеф поймы в первую очередь определяется особенностями морфологии пойменных грив [11]. Четко выраженные в рельефе пойменные гривы исследуемого участка позволяют проследить развитие и наращивание поймы. Вдоль пойменных грив в межгривных понижениях наблюдаются тонкие, вытянутые небольшие озерца. Вода в них сохраняется в течение всего весенне-летнего периода. Такие образования на пойме называют вторичными пойменными водоемами [10]. Возникают они на плохо дренированных поймах. Промерзлый грунт зоны многолетней мерзлоты в субарктических районах нарушает сток воды и удерживает её в пониженных участках поймы. В таких условиях обширные площади заболачиваются и образуются стоячие водоемы от мелководных водоемчиков до больших озер. Вдоль борта долины реки исследуемого сегмента располагается крупное вытянутое озеро Собакино. По мнению авторов, его формирование произошло в результате слияния воды межгривных понижений в один водоем.

По литологическим особенностям и данным гранулометрического анализа в строении толщи обн. К-12 выделены три пачки отложений и соответствующие им фации и субфации (рис. 2). В основании разреза (пачка 1, сл. 1) залегает песок се-

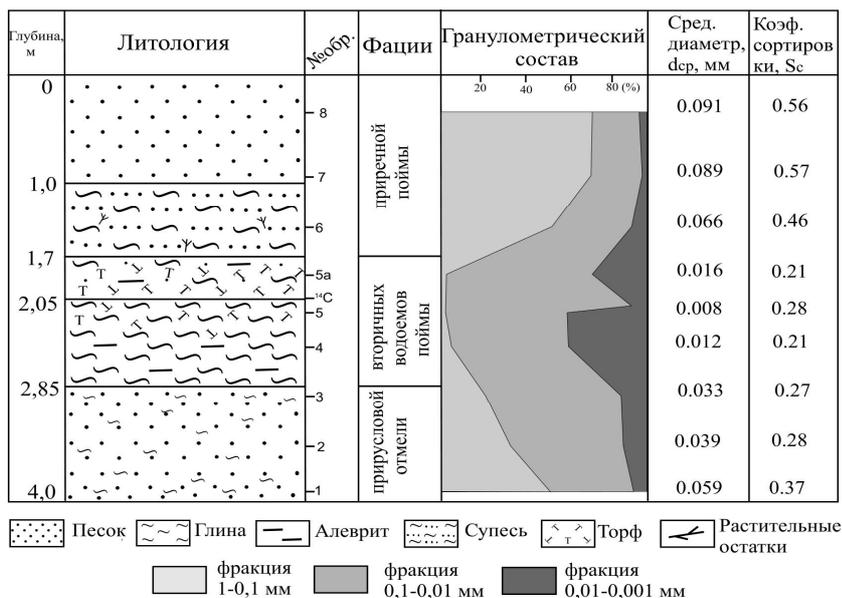


Рис. 2. Литологическая характеристика аллювиальных отложений разреза К-12.

Fig. 2. Lithological characteristics of alluvial deposits of the K-12 section.

рый мелкозернистый глинистый с включениями гальки и гравия, мощностью 1,15 м. Отложения представляют субфацию прирусловой отмели руслового аллювия. Выше (пачка 2, сл. 2–3) залегают алеврит глинистый серо-сизый и торф глинистый, мощностью 1,15 м, слагающие субфацию вторичных водоемов поймы. Алеврит и торф перекрываются осадками субфации приречной поймы (пачка 3, сл. 4, 5), представленными супесью коричневой с растительными остатками, мощностью 1,7 м.

Седиментация осадков связана с развитием пойменного сегмента и образованием небольшого водоема в пониженном его участке. Аккумуляция отложений субфации прирусловой отмели происходила в условиях бокового смещения русла в сторону вогнутого берега. В периоды половодья, когда отмель была занята водой и становилась частью русла, откладывался песчаный и галечный материал. Во время осушения отмели при межени реки возникали благоприятные условия для осаждения взвешенного в воде тонкого алевритистого материала, образующего прослой и линзы заиливания. Субфация вторичных водоемов начала формироваться, когда данная часть поймы превратилась в межгрядное понижение, в котором скапливалась вода, и образовался водоем. Плохо дренируемая пойменная поверхность способствовала сохранению в нем воды в течение всего теплого периода года. Во время половодья привносились полые воды и осаждались глинистые осадки. Далее переувлажнение поймы вызывало ее заболачивание и развитие озерно-болотного водоема. Его осадки в разрезе представлены торфом. Радиоуглеродное датирование органического материала из основания слоя свидетельствует, что заболачивание водоема началось в позднем субатлантическом периоде голоцена (750±80 ¹⁴C л.н.). В ходе развития современной излучины выше по течению, ее искривление и смещение в сторону обн. К-12, река

приблизилась к изучаемому сегменту, и органическое осадконакопление сменилось минеральным. Контакт отложений смены условий осадконакопления четкий и ровный. Формирование субфации приречной поймы связано с нарастающей близостью современного русла. Накопление песка тонкозернистого и супеси темно-коричневой с тонкой горизонтальной слоистостью, перекрывающих субфацию вторичных водоемов, свидетельствует, что скорости осадконакопления в период их формирования были невелики. По мере приближения активного русла к разрезу и увеличения водности и объемов половодий накапливался песок мелкозернистый, хорошо сортированный, светло-коричневый, пылеватый, венчающий разрез обн. К-12.

По палинологическим данным охарактеризованы четыре фазы развития растительности, соотношенные с субатлантическим периодом голоцена [12]. В начале периода (SA-1; 2500 (2300)–1800 л.н.) господствовали сообщества моховой кустарниковой тундры. Об этом свидетельствует преобладание в спорово-пыльцевых спектрах спор зеленых мхов (30–60 %) и пыльцы кустарников карликовой березки, ивы, ольховника (*Betula* sect. *Nanae* (до 17 %), *Salix* sp. (единичные зерна (ед.)), *Alnaster fruticosus* (до 5 %)). В травяном покрове доминировали злаковые и разнотравье, встречались также осоки, вересковые, полыни, маревые и др. В этом временном интервале зафиксированы наиболее холодные условия. В середине субатлантического периода (SA-2; 1800–1200(800) л.н.) по резкому увеличению в спектрах содержания пыльцы группы деревьев и кустарников (42–73 %) и доли в ней пыльцы деревьев выделены фаза лесотундровой растительности и потепление. В это время произрастали редкостойные березово-еловые леса с кустарниковыми березками, ивами и ольховником в подлеске (содержания пыльцы древесно-кустарниковой группы распределились следующим образом: возросло количество *Betula* sect. *Albae* (12–62 %), *Alnus* sp. (5–20 %) и *Salix* sp. (до 10 %); и, напротив, сократилось участие *Betula* sect. *Nanae* (ед.-20 %), *Picea* sp. (ед.-5 %) и *Pinus sylvestris* (2–10 %)). Вдоль берегов старичного озера образуют заросли рдесты, вахта трехлистная и осоки (*Potamogeton* sp., *Menyanthes trifoliata* и *Cyperaceae*). Затем похолодание в конце субатлантического периода (SA-3; 1200(800)–200 л.н. (настоящее время)) вызвало вытеснение лесной растительности травяно-кустарниковыми сообществами из карликовых березок, ольховника, осок, злаков, вересковых, полыней, разнотравья. На это указывают доминирование в спектрах пыльцы трав и уменьшение содержания пыльцы деревьев и кустарников. Количество спор также со-

кратилось. Среди пыльцы деревьев и кустарников преобладает пыльца кустарников (*Betula* sect. *Nanae* (5–14%), *Salix* sp. (1–2%), и *Alnaster fruticosus* (4–22%). В группе пыльцы травянистых растений резко возрастает участие Сурегасеае (7–36%) и несколько сокращается – Роасеае (2–3%). По-прежнему заметна доля пыльцы водных трав (*Potamogeton* sp., *Menyanthes trifoliata*) и кустарничков Ericaceae. Отложения этого возраста датированы 750±80 л.н. ((IGAN-5639), гл. 1.95 м). В условиях последовавшего потепления настоящего времени получили развитие современные лесотундровые и южнотундровые ценозы. Наряду с доминирующими в растительном покрове кустарниками (карликовой березки, багульника, кустарниковой ольхи, ивы и др.) встречаются участки березово-еловых редколесий, пойменных лугов и болот. Для спектров характерно преобладание пыльцы древесной и кустарниковой растительности (62–68%). При высоком количестве пыльцы кустарников (*Betula* sect. *Nanae* (19–27%), *Salix* sp. (1–3%) и *Alnaster fruticosus* (6–18%)) установлено увеличение содержания деревьев *Picea* sp. (7–17%), *Pinus sylvestris* (6–9%) и *Betula* sect. *Albae* (6–15%). Участие пыльцы трав сокращается до 9–16%, среди которой снижается роль пыльцы водных растений. В группе спор появляется *Selaginella selaginoides*, увеличиваются участие Polytrichaceae и разнообразие плаунов.

Заключение

Проведено комплексное изучение современного пойменного сегмента в долине нижнего течения р. Куи. Формирование пойменного массива началось в позднем субатлантическом периоде голоцена и продолжается до настоящего времени за счет развития правосторонней излучины и горизонтального смещения русла. Пойменный рельеф исследуемого участка имеет гривистый характер, отображая особенности морфологии пойменных гряд и межгривных понижений. Поверхность поймы заболочена, в изобилии присутствуют мелкие водоемы, маркирующие положение межгривных понижений. Фациально-генетическое расчленение обн. К-12 выявило четкую последовательность накопления аллювиальных отложений субфаций прирусловой отмели, вторичных водоемов поймы и приречной поймы. Особенности и условия осадконакопления объясняются гидродинамическими условиями седиментации и ландшафтно-климатическими обстановками субарктических территорий.

Палинологические данные указывают на смену четырех ландшафтно-климатических этапов. В ранней субатлантике в наиболее холодных климатических условиях была развита моховая кустарниковая тундра. В середине субатлантики некоторое потепление способствовало распространению лесотундровой растительности. В конце субатлантики в результате похолодания площади, занимаемые лесами, сокращались за счет распространения травяно-кустарниковых сообществ. Последовавшее затем потепление вызвало развитие современных ценозов.

Работа выполнена в рамках темы НИР ГРН № АААА-А17-117121140081-7.

Литература

1. Буравская М.Н., Марченко-Вагапова Т.И. Палеогеографические и седиментационные особенности формирования старичных отложений в палеорусле р. Куя на северо-западе Большеземельской тундры // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2018. №12. С. 16–22.
2. 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 International. 1997. Vol. 41/42. P. 71–96.
3. Никифорова Л.Д. Изменение природной среды в голоцене на Северо-Востоке европейской части СССР: Автореф. дис. канд. геогр. наук. М., 1980, 25 с.
4. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика региональных единиц / Под ред. проф. Н.А.Гвоздецкого. М.: Изд-во Московского университета, 1968. С. 60–61.
5. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М., 1958. 192 с.
6. Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / Под ред. А.Н.Криштофовича. М.: ОГИЗ ГЕОГРАФИЗ, 1948. 224 с.
7. Пыльцевой анализ / Под ред. А.Н.Криштофовича. М.: Государственное издательство геологической литературы, 1950. 571 с.
8. Erdtman G. Erdtman's Handbook of Palynology. 2nd ed. / Ed. S. Nilsson, J. Praglowski. Copenhagen, 1992. 580 p.
9. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М., 1987. С. 39–45.
10. 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.
11. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
12. Голубева Ю.В., Буравская М.Н., Марченко-Вагапова Т.И. Палеогеография голоцена долины нижнего течения р. Куи (северо-запад Большеземельской тундры) // Труды Фермановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 16. С. 92–96.

References

1. Buravskaya M.N., Marchenko-Vagapova T.I. Paleogeographic and sedimentation features of the formation of oxbow-lake sediments in the Kuya River old stream channel in the northwest of Bolshezemelskaya tundra // Bull. of Inst. of Geolo-

- gy, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS] 2018. №12. P. 16–22.
2. *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 International*. 1997. Vol. 41/42. P. 71–96.
 3. *Nikiforova L.D.* Изменение природной среды в голоцено на северо-востоке Европейской части СССР [Changes of environment in the Holocene in the north-eastern European part of the USSR]: Abstract of diss... Cand. Sci. (Geography). Moscow, 1980. 25 p.
 4. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie SSSR* [Physical and geographical regioning of the USSR]. Moscow: Moscow Univ. Publ., 1968. P. 60–61.
 5. *Kachinsky N.A.* Механический и микроагрегатный состав почв, методы его изучения [Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of study]. Moscow, 1958. 192 p.
 6. *Grichuk V.P., Zaklinskaya E.D.* Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии [Analysis of fossil pollen and spores and its application in paleogeography]. Moscow: OGIZ GEOGRAPHGIZ, 1948. 224 p.
 7. *Пыльцевой анализ* [Pollen analysis] / Ed. A.N.Krishtofovich. Moscow: State publ. house of geol. literature, 1950. 571 p.
 8. *Erdtman G.* Erdtman's Handbook of Palynology. 2nd ed. / Ed. S. Nilsson, J. Praglowski. Copenhagen, 1992. 580 p.
 9. *Khotinsky N.A.* Радиуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцено [Radiocarbon chronology and correlation of natural and anthropogenic boundaries of the Holocene] // *Новые данные по геохронологии четвертичного периода* [New data on geochronology of the Quaternary period]. Moscow, 1987. P. 39–45.
 10. *Shantser E.V.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований [Essays on the theory of the genetic types of continental sedimentary formations]. Proc. of GIN, USSR Ac. Sci.; Issue 161. Moscow: USSR Ac. Sci. Publ., 1966. 240 p.
 11. *Chernov A.V.* Геоморфология пойм равнинных рек [Geomorphology of the floodplains of lowland rivers]. Moscow: MGU Publ., 1983. 198 p.
 12. *Golubeva Yu.V., Buravskaya M.N., Marchenko Vagapova T.I.* Палеогеография голоцено долины нижнего течения р. Куй (северо-запад Болшеземельской тундры) [Holocene palaeogeography of the lower Kuya River valley (the north-west of the Bolshezemelskaya tundra)] // Proc. of the Fersman sci. session, Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2019. № 16. P. 92–96.

Статья поступила в редакцию 15.01.2020.