

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЯ

УДК 551.8:551.794 (282.247.211)

ИЗУЧЕНИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА И ЕГО БАССЕЙНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ

Л. В. Филимонова¹, Н. Б. Лаврова²

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

² Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

В статье обобщены авторские и литературные данные многолетних палеогеографических исследований Онежского озера и его бассейна, проведенные с использованием комплекса методов. Рассмотрены вопросы дегляциации, трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского озера, времени и особенностей образования малых озер, их уровня режима, перехода некоторых из них на тельматический путь развития. Согласно данным, территория исследования начала освобождаться от ледникового покрова ~ 13000–14000 л. н. Дегляциация котловины озера завершилась 11600 л. н., всего современного водосборного бассейна – в конце аллереда. Уровень образовавшегося Онежского приледникового озера колебался. По мере его снижения приблизительно со времени 12300 л. н. происходило отделение и обособление в депрессиях малых и средних палеоводоемов. Формировались также озера в понижениях рельефа на территориях, не залитых приледниковыми водами. Для юго-восточной Карелии характерно образование озер в результате таяния мертвых льдов (с аллереда до конца бореала). Формирование органических отложений в озерах отмечено со времени ~ 10300 л. н. Накопление торфа в неглубоких депрессиях началось также в пребореале, в прибрежной части ряда исследованных палеоводоемов – в бореале. К концу суббореала большинство их заторфовалось. Реконструкции динамики растительности выполнены со среднего дриаса (~12000 л. н.) до современности на фоне изменения природной среды, в том числе палеоклимата и гидрологии, а также с учетом геоморфологии территории и антропогенного воздействия. Установлено, что состав и динамика растительности в позднеледниковье и голоцене определялись климатическими факторами, а их специфичность – геолого-геоморфологическими. Расселение растений происходило по мере освобождения территории от ледника и приледниковых вод. Последние, а также остаточные массивы мертвого льда задерживали формирование растительного покрова.

Ключевые слова: палеогеография; палеолимнология; дегляциация; микро- и макрофоссилии; динамика растительности; позднеледниковье; голоцен; Карелия; Онежское озеро.

L. V. Filimonova, N. B. Lavrova. THE STUDY OF LAKE ONEGO AND ITS DRAINAGE BASIN PALEOGEOGRAPHY USING A SET OF METHODS

The authors own and literary data on long-term paleogeographical research of Lake Onego and its drainage basin carried out using a set of methods are summarized in the article. The deglaciation, transgressive-regressive activity of Lake Onego, time and features of the formation of small lakes, their water level regime and the transition of some of them to a telmatic development pathway are discussed. According to available data, deglaciation of the study area began at ~ 13000–14000 BP. The deglaciation of the lake was completed at 11600 BP and that of the modern catchment at the end of the Alleröd. The water level of the newly formed periglacial Lake Onego was variable. As the level was decreasing starting from around 12300 BP, small and medium-sized paleolakes became separated and isolated in depressions. There also formed lakes produced by stagnant ice melting (from the Alleröd to the end of the Boreal Period) and lakes in areas not flooded by periglacial waters. The formation of organic sediments in the lakes is shown to have commenced at ~ 10300 BP. Peat accumulation in shallow depressions also began in Preboreal time and that in the near-shore zone of the investigated paleolakes in Boreal time. Most of them were filled with peat by the end of the Sub-Boreal period. Vegetation dynamics was reconstructed from the Middle Dryas (DR2, ~ 12000 BP) to the present as related to changes in the environment, including the paleoclimate and hydrology of the territory, and taking into account the geomorphology of the territory and human impact. It was established that the composition and dynamics of vegetation in the Late Glacial and Holocene were controlled by climatic factors, while their distinctive characteristics by geologo-geomorphological factors. Plants were dispersing as the territory was liberated from ice and periglacial waters. The latter, as well as residual arrays of stagnant ice, delayed the formation of the plant cover.

Key words: paleogeography; paleolimnology; deglaciation; micro- and macrofossils; vegetation dynamics; Late Glacial; Holocene; Karelia; Lake Onego.

Введение

Онежское озеро – второй по величине пресноводный водоем Европы. Его площадь – 9720 кв. км, протяженность с севера на юг – 248 км, с запада на восток – 96 км, средняя глубина – 30 м, максимальная – 120 м, уровень водного зеркала – 33 м н. у. м. В озеро впадает 52 реки длиной более 10 км; сток из него осуществляется по реке Свирь, впадающей в Ладожское озеро. Водосборный бассейн Онежского озера (53 100 кв. км) сложен труднорастворимыми архейско-протерозойскими породами, что обуславливает низкую минерализацию как притоков, так и самого водоема [Онежское озеро..., 2010]. Озеро и его бассейн вытянуты в северо-западном направлении на 400 км, что позволяет проследить особенности деградации последнего Скандинавского ледникового покрова и его влияние на озерно-ледниковый седиментогенез до заключительных стадий оледенения (сальпаусселькя-II), а также пространственно-временную динамику растительности с позднеледниковья до современности.

Палеогеографические исследования Онежского озера и его бассейна имеют более чем 150-летнюю историю. Большой вклад в изучение этого региона внесли сотрудники

лаборатории четвертичной геологии и палеоэкологии Института геологии и лаборатории болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН, в том числе при их совместном сотрудничестве и в содружестве с другими российскими и зарубежными коллегами из Швеции, Финляндии, Чехии и Белоруссии.

Методические вопросы и результаты исследований в виде лекции обсуждались на V Международной конференции молодых ученых «Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика)» [Филимонова, Лаврова, 2016]. В данной публикации кратко рассмотрены методы отбора и проведенных исследований, а также представлены основные палеогеографические данные и реконструкции, полученные по Онежскому озеру и его бассейну в названных лабораториях, в том числе авторами статьи.

Материалы и методы

Исследованы различные типы отложений: озерные, болотные, аллювиальные, золовые, флювиогляциальные и др. При этом изучали обнажения природного (берега рек и озер) и искусственного (карьеры, каналы и др.) происхождения, делали расчистки форм рельефа

различного генезиса (камы, озы, флювиогляциальные дельты и др.), копали шурфы, бурили скважины (на озерах и болотах).

При расчистке стенки естественного обнажения углубление в нее делали ступенями. Замеры мощности слоев и отбор образцов на различные виды анализов осуществляли по вертикальной фронтальной стенке ступени. Для контроля измеряли высоту всего разреза с помощью рулетки и эклиметра.

Отбор донных отложений Онежского озера осуществляли в период открытой воды с исследовательского судна. На малых озерах бурение проводили с лодки, в прибрежной зоне – со сплавины, в зимнее время – со льда. Поверхностные образцы получали с использованием пробоотборника «Лимнос».

Отбор торфов и залегающих под ними озерных отложений осуществляли с использованием бура Инсторфа, самых нижних слоев – буром Гиллера, имеющим более короткий «нос». Бурение скважин в основном проводили на стратиграфических профилях. Так, на болоте Чечкино (62°18' с. ш., 33°59' в. д., 54 м н. у. м., 270 га) на продольном и поперечном стратиграфических профилях для определения ботанического состава торфа и степени его разложения было отобрано восемь разрезов, на палинологический анализ – три разреза (один в наиболее глубокой центральной скважине и два на периферии болота) с целью детализации пространственно-временной динамики суходольной и водно-болотной растительности [Филимонова, 2005, 2010, 2011].

При палеогеографических исследованиях использовали геоморфологический, седиментологический и стратиграфический методы. Предварительное выделение минеральных и органогенных слоев проводили в полевых условиях. В лаборатории эти данные уточняли, в том числе с использованием микроскопа.

Для датирования отложений использовали радиоуглеродный метод (в том числе AMS-датирование), варвометрический и биостратиграфические методы. Радиоуглеродные датировки применяли для определения абсолютного возраста отложений, при периодизации спорово-пыльцевых диаграмм, установлении временных границ палинозон и сукцессий растительных палеосообществ, а также хронологии изменений природной среды. AMS-датирование позволило определить возраст отложений, содержащих незначительное количество органического вещества (0,2–1 г), в том числе позднеледниковых отложений (глин и алевроитов). С использованием этого метода был установлен возраст «розового горизонта»

ленточных глин, который является маркерным для отложений Онежского озера и озер, ранее входивших в его состав. Этот слой образовался в конце аллёрета при падении уровня Онежского приледникового озера и обогащении придонных вод кислородом, в результате чего произошло насыщение отложений окислами железа, придавшими им розовато-коричневый цвет [Демидов, 2006а]. Возраст подошвы «розового горизонта» составляет примерно 11 250 лет, а его кровли – 11 150 лет [Saarnisto, Saarinen, 2001]. С учетом этих значений рассчитан возраст позднеледниковых отложений при варвометрических исследованиях, заключающихся в подсчете ленточных глин, накопившихся в приледниковых водоемах.

При изучении истории развития Онежского озера и озер его бассейна особое значение имел диатомовый анализ [Давыдова, 1976; Филимонова, Шелехова, 2005; Шелехова и др., 2005; Шелехова, Лаврова, 2016], в ходе которого определяли таксономический состав диатомовых водорослей, их численность, экологическую и географическую принадлежность. Этот метод помогает решать вопросы, касающиеся генезиса отложений, а также используется при реконструкции колебаний уровня водоемов, изменений температуры, степени минерализации и солености воды в них. Кроме того, диатомеи являются индикаторами антропогенного воздействия на озерные экосистемы.

При палинологическом анализе определяли пыльцу, споры и непыльцевые палиноморфы (остатки водорослей *Botryococcus* и *Pediasrum*, устьица хвойных пород, яйца тихоходки и др.), а также дочетвертичные спороморфы и угольные частицы. Полученные данные использованы при реконструкции динамики растительности, климата, колебаний уровня водоемов и других изменений природной среды в позднеледниковые и голоцене, а также для определения относительного возраста отложений в разрезах Онежского озера и в разрезах озерных, аллювиально-озерных и озерно-болотных отложений из его бассейна.

Для увеличения достоверности реконструкций динамики суходольной растительности использованы данные о составе субрецентных палиноспектров из района исследования (179 образцов) и других регионов, «поправочные коэффициенты» для пыльцы древесных пород [Филимонова, 2005, 2007 и др.], палеоэкологический анализ [по: Гричук и др., 1969] и определения концентрации пыльцы в отложениях методом «маркирующих» спор [по: Stokmarr, 1972].

При проведении реконструкций суходольной и водно-болотной растительности особое

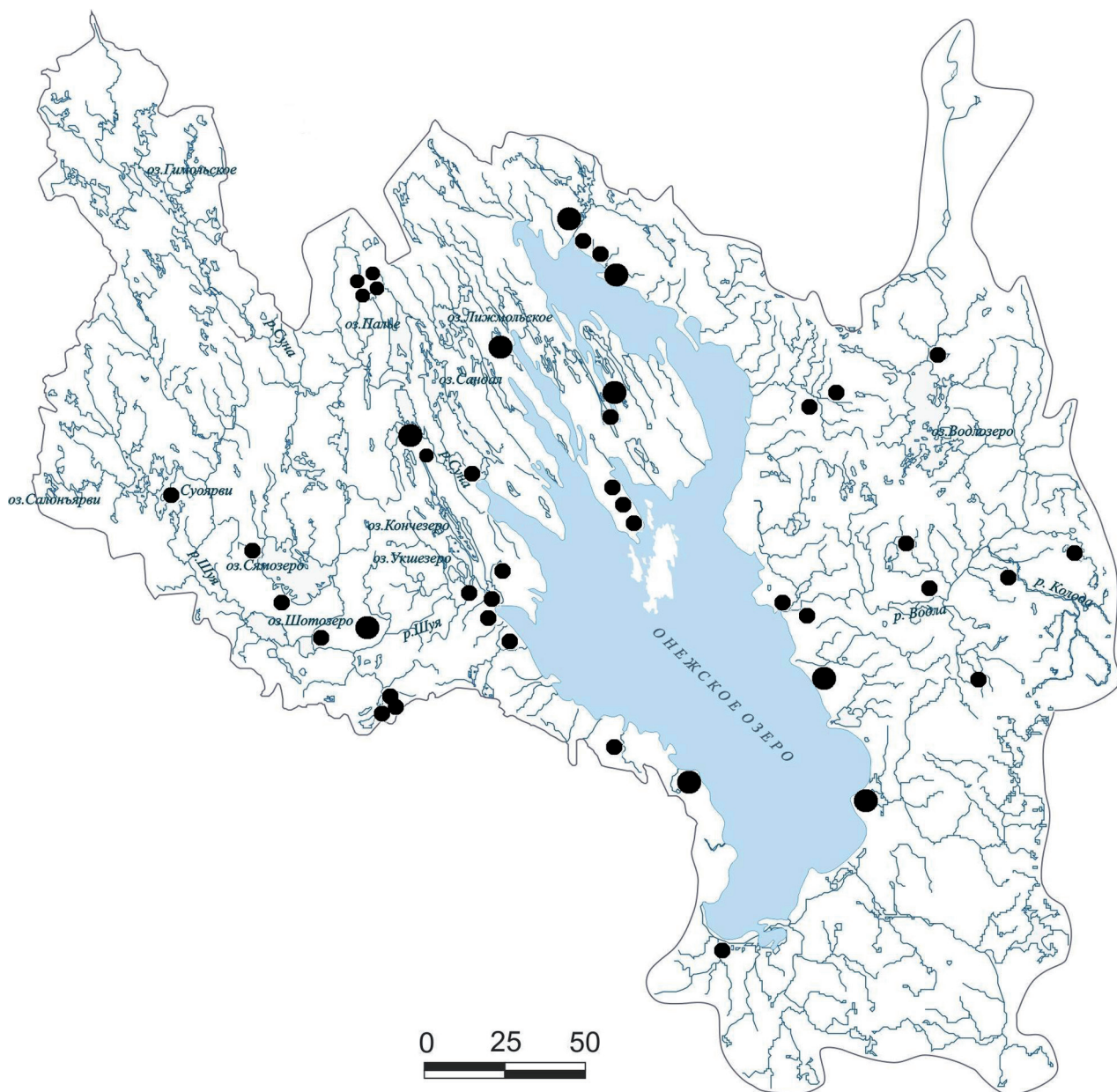


Рис. 1. Картограмма местоположения модельных территорий (МТ), исследованных палинологически, в пределах бассейна Онежского озера [по: Онежское озеро..., 2010]

Большими точками обозначены МТ, для которых получены 4–11 СПД

значение имело также привлечение данных о макрофоссильных остатках высших и низших растений, в том числе плодов, семян и макроспор, в исследуемых отложениях. Их находки в озерных отложениях свидетельствуют о произрастании идентифицированных по ним растений в водоеме или близ него.

Определение ботанического состава и степени разложения торфа выполнены (аналитики А. А. Белова и Н. В. Стойкина) по общепринятым методикам [Короткина, 1939; Минкина, Варлыгин, 1939]. На основе этих данных получены реконструкции сукцессий болотной растительности, пространственно-временной динамики

зарастания и заторфывания водоемов, а также вертикального и горизонтального роста болот. Расчеты индексов влажности реконструированных болотных палеосообществ [по: Елина, Юрковская, 1992] использованы при характеристике изменений уровня грунтовых вод на болоте, а также гидрологического режима территории [Филимонова, 2008, 2010, 2011 и др.].

Результаты и обсуждение

Палеогеографические реконструкции, выполненные для Онежского озера и его бассейна, опираются на данные 104 (в том числе

35 авторских) спорово-пыльцевых диаграмм (СПД) озерных и озерно-болотных отложений (рис. 1), результаты карпологического анализа (4 разреза) и определения макроостатков растений (82 разреза). Возраст отложений и палеогеографических событий установлен с использованием 150 радиоуглеродных датировок, варвометрических исследований (5 разрезов) и периодизации СПД.

Реконструкции пространственно-временной динамики растительности получены на фоне изменения климата [Филимонова, Климанов, 2005, 2008], дегляциации территории [Демидов, 2005] и трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского озера [Девятова, 1986; Демидов, 2005, 2006б] в позднеледниковье и голоцене. При этом учтены данные по геоморфологии [Лукашов, Демидов, 2001; Лукашов, 2003 и др.] и неотектонике территории [Лукашов, 1976; Елина и др., 1994], составу четвертичных отложений [Лукашов, Демидов, 2001; Демидов, 2003 и др.] и антропогенное воздействие.

Построены уточненные палеоклиматические кривые t_{cp}° января, t_{cp}° июля, t_{cp}° года и среднегодового количества осадков за последние 11 000 лет по 4 СПД из заповедника «Кивач» (62°18' с. ш., 33°55' в. д.); проведено их сопоставление с реконструкциями, имевшимися ранее для четырех других модельных территорий, расположенных в среднетаежной подзоне Карелии, в бассейне Онежского озера [Филимонова, Климанов, 2005, 2008].

При характеристике палеогидрологии территории и истории развития конкретных водоемов использованы данные по геоморфологии территории, хроностратиграфии и скорости накопления озерных и болотных отложений, пыльце, спорам и макроостаткам водно-болотных растений, диатомовым и зеленым водорослям. Получены реконструкции колебания относительного уровня ряда палеоводоемов [Filimonova et al., 1996a, b и др.], интенсивности их зарастания и заторфовывания, данные по сукцессиям и изменениям индекса влажности болотных палеосообществ в местах отбора колонок отложений [Филимонова, 2008, 2010, 2011 и др.].

Проведенное сопоставление реконструкций динамики растительности с палеоклиматическими кривыми, неотектоникой территории, изменением уровня воды в Онежском озере и других палеоводоемах (рис. 2) позволило получить более полную картину палеогеографической обстановки в районе исследований в позднеледниковье и голоцене.

Анализ полученных и литературных данных свидетельствует о том, что территория

южной и восточной Карелии освободилась от материкового льда 13000–14000 л. н. вследствие резкого глобального потепления в интерстадиале бёллинг. Дегляциация котловины Онежского озера происходила довольно быстро (1–1,5 км/год). Она началась ~ 12400 л. н. и закончилась ~ 11600 л. н., когда ледник отступил от северной части Заонежского п-ова [Демидов, 2005, 2006б]. В ходе его деградации в котловине Онежского озера и на прилегающих низменностях сформировался крупный приледниковый водоем, площадь и уровень которого неоднократно менялись в зависимости от положения края ледника, гляциоизостатических движений земной коры и эрозионной деятельности в районах порогов стока. Водоем входил в систему Верхневолжских озер, уровень воды которых составлял 120–130 м н. у. м. [Квасов, 1976]. Открытие стока по сквозной долине рек Ошта – Тукша – Оять в бассейн Балтики ~ 12500–12400 л. н. привело к снижению уровня Онежского приледникового озера до 106 м [Демидов, 2006б]. Примерно 12300 л. н. край ледника отступил из долины р. Свирь, и водоем получил новый, более низкий порог стока в Балтику [Saarnisto, Saarinen, 2001], а уровень воды в его южной части снизился до 85–75 м. В результате деградации ледника, освобождения новых территорий и поступления талых ледниковых вод Онежский приледниковый водоем к концу аллереда (~11400 л. н.) достиг максимальных размеров, а уровень воды в нем поднялся до 115–130 м н. у. м. Во время регрессии 11300 л. н. вследствие гляциоизостатического поднятия земной коры и открытия нового порога стока в Белое море, а затем в Ладожское озеро он упал на 20–25 м. Следующее значительное его снижение (на 20 м) произошло ~ 10300 л. н. после открытия стока через р. Свирь в Ладогу. В голоцене уровень Онежского озера при общей тенденции к понижению значительно колебался (рис. 2) в зависимости от гляциоизостатического поднятия территории, изменения количества атмосферных осадков и эрозионных процессов в районе порога стока р. Свирь [Девятова, 1986; Демидов, 2006б].

По мере снижения уровня Онежского приледникового озера происходило увеличение площади суходолов, отделение и обособление малых и средних палеоводоемов в имеющихся депрессиях [Филимонова, 2010, 2011 и др.]. В южном Прионежье некоторые озера перешли на самостоятельный путь развития уже в среднем дриасе. Наиболее древнее из исследованных оз. Горнозеро (60°42' с. ш., 35°47' в. д., 95 м н. у. м.) расположено примерно в 25 км от южного побережья современного

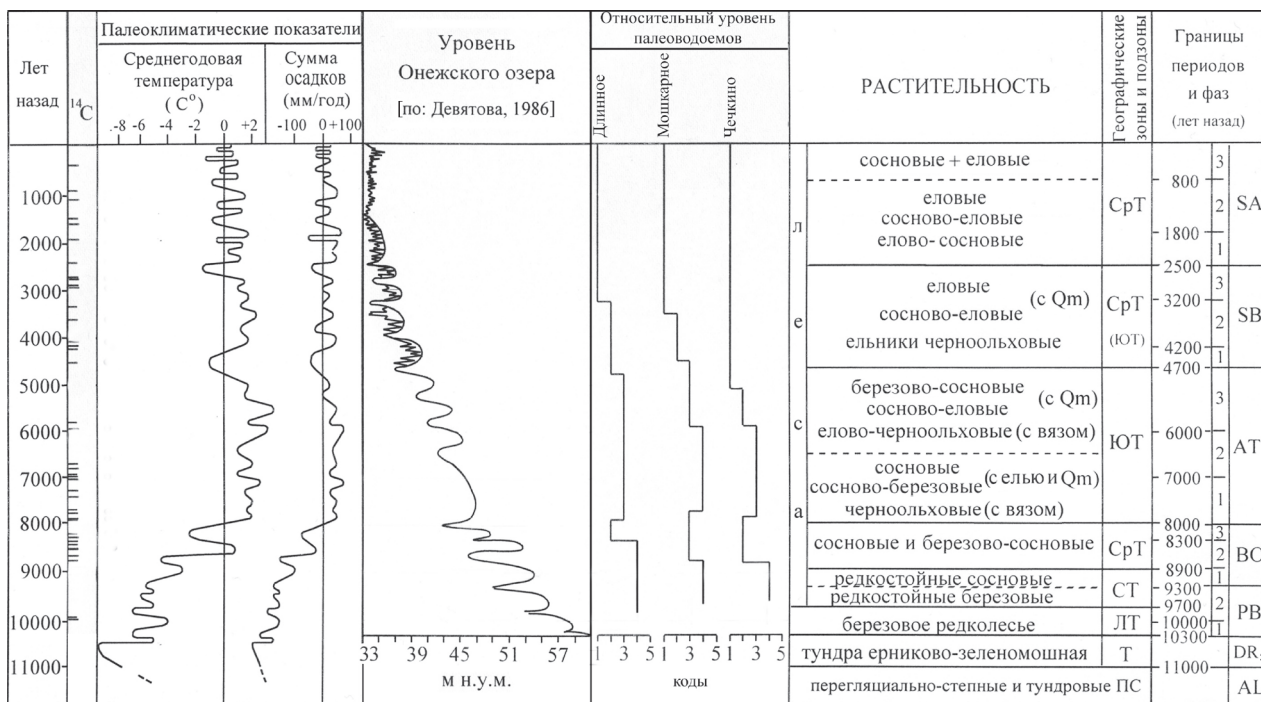


Рис. 2. Корреляция динамики растительности на МТ «Кивач» с изменениями климата и уровня воды Онежского озера и исследованных палеоводоемов в позднеледниковье и голоцене

ПС – палеосообщества, Т – тундра, ЛТ – лесотундра, СТ – северная тайга, СрТ – средняя тайга, ЮТ – южная тайга, Qm – широколиственные породы; AL – аллёрд, DR₃ – поздний дриас, PB – пребореал, BO – бореал, АТ – атлантический период, SB – суббореал, SA – субатлантический период

Онежского озера, у дистального склона мощной конечно-моренной гряды. Из органических слоев в алевритах получена датировка 11500 ± 230 л. н. (LE-6528). Ниже датированного горизонта двухметровая толща песчаных алевритов залегает на метровом слое ленточных глин. Завершение формирования ленточных глин, включающих около 100 годичных лент, и переход к накоплению алевритов в разрезе Горнозеро отражает падение уровня Онежского приледникового озера с 106 до 80 м в связи с открытием стока по р. Свирь. С этого времени Горнозеро развивается как самостоятельный водоем. Поскольку открытие р. Свирь произошло ~ 12250 л. н. [Saarnisto, Saarinen, 2001], накопление метровой толщи ленточных глин Горнозера началось ~ 12350–12500 л. н. [Демидов, 2005]. Согласно данным [Лаврова, Субетто, 2016], в спорово-пыльцевых спектрах среднего дриаса количество пыльцы древесных составило не менее 50 %. Часть пыльцы древесных была дальнезаносной, часть переотложенной, что подтверждается низкой концентрацией пыльцы, одновременным присутствием дочетвертичных спороморф и пыльцы широколиственных пород. Кроме того, в соответствии с палеогеографическими реконструкциями, основанными на строении поверхностных

отложений и слагаемых ими форм рельефа, в южной Карелии в среднем дриасе были чрезвычайно широко распространены поля мертвых льдов [Демидов, 2005]. Суровый климат, близость ледникового покрова и отсутствие сформированных почв не благоприятствовали произрастанию древесных пород. На свободной от блоков мертвого льда территории основной фон ландшафта был представлен оголенными минеральными субстратами и пионерными перигляциальными сообществами.

Малые озера развивались также в понижениях рельефа на больших высотах и территориях, не залитых приледниковыми водами. Для юго-восточной Карелии характерно образование озер в результате таяния мертвых льдов. Массивы их сохранялись длительное время, существенно задерживая формирование ландшафтов, озерно-речной сети и растительности [Демидов, Лаврова, 2001; Лаврова, Демидов, 2003; Демидов, 2006б]. Согласно полученным данным, первые малые озера образовались в аллереде, что подтверждено радиоуглеродными датировками: 11365 ± 95 л. н. (UA-12391) [Wohlfarth et al., 1999], 11635 ± 225 л. н. (UA-14013) [Wohlfarth et al., 2002], 11500 ± 220 л. н. (TA-1584), 11500 ± 150 л. н. (TA-1674), 11200 ± 200 л. н. (TA-1827) [Лаврова, 2006], некоторые – в позднем

дриасе (10500 ± 125 л. н. (Ua-14805) [Wohlfarth et al., 2004]. Следующий этап озерообразования отмечен в бореале (9100 ± 110 л. н., ЛЕ-6796) [Демидов, 2005]. На ледораздельных возвышенностях образование некоторых озер зафиксировано в начале атлантического периода (7900 ± 90 л. н., ЛУ-6777) [Шелехова, Лаврова, 2016].

Улучшение климатических условий в голоцене и обмеление малых водоемов вызвало интенсивное развитие в них планктона, бентоса, гигро- и гидрофитов, что способствовало отложению сапропеля. Так, в оз. Малое Безымянное ($61^{\circ}31'$ с. ш., $33^{\circ}39'$ в. д., 280 м н. у. м.) его накопление отмечено с начала пребореального периода (10200 ± 150 л. н., ТА-1675), а в озерах Гурвич ($61^{\circ}38'$ с. ш., $34^{\circ}17'$ в. д., 198 м н. у. м.) и Суярлампи ($61^{\circ}30'$ с. ш., $33^{\circ}28'$ в. д., 147 м н. у. м.) с меньшими гипсометрическими отметками – несколько позже (9600 ± 200 л. н., ТА-1583 и 9700 ± 200 л. н., ТА-1687 соответственно) [Лаврова, 2006]. В палеоводоемах, перешедших в дальнейшем на тельматический путь развития, прослеживалась такая же закономерность. При этом существенное значение имело также время образования озер, которое в первую очередь определялось освобождением территории от ледника и приледниковых вод. Так, в палеоводоеме Пичозеро ($67^{\circ}47'$ с. ш., $37^{\circ}25'$ в. д., 118 м н. у. м.), расположенном к востоку от Онежского озера, базальные слои сапропеля сформировались 9640 ± 205 л. н. (Ua-14807) [Wohlfarth et al., 2004], а в Чечкино ($62^{\circ}18'$ с. ш., $33^{\circ}59'$ в. д., 54 м н. у. м.) и Мошкарное ($62^{\circ}17'$ с. ш., $33^{\circ}55'$ в. д., 57 м н. у. м.), находящихся к северо-западу от него, – только во второй половине бореала (8680 ± 60 л. н., ТА-1506 и 8570 ± 130 л. н., ЛУ-2228 соответственно) [Филимонова, 2005, 2010, 2011].

Дальнейшее снижение уровня воды в некоторых озерах способствовало их зарастанию водно-болотной растительностью и последующему заторфовыванию. В неглубоких депрессиях эти процессы имели место уже в пребореальном периоде. Это подтверждено датированием лежащих на маломощном сапропеле базальных слоев торфа (9950 ± 70 л. н., SU-3585; 9890 ± 70 л. н., SU-3587), отобранных под болотными лесами на территории заповедника «Кивач». Здесь же торфонакопление в прибрежной части ряда палеоводоемов, занимающих достаточно глубокие депрессии, началось в ВО-3 (8250 ± 80 л. н., ТА-890; 8130 ± 120 л. н., ТА-1942) [Филимонова, 2010, 2011 и др.]. Для этого времени характерны похолодание климата и уменьшение среднегодового количества осадков [Филимонова,

Климанов, 2005, 2008], неотектонические подвижки кристаллического фундамента [Лукашов, 1976; Елина и др., 1994], снижение уровня воды в Онежском озере [Девятова, 1986; Демидов, 2006б] и других палеоводоемах [Filimonova et al., 1996a, b; Филимонова, 2010, 2011, 2015 и др.], а также максимальное распространение среднетаежных сосновых лесов [Филимонова, 2005, 2012, 2015 и др.] (рис. 2).

В начале атлантического периода (АТ) отмечен подъем уровня воды во всех изученных палеоозерах (рис. 2). Некоторое его уменьшение зафиксировано ~ 6500 и $5900\text{--}5800$ л. н., увеличение – 6200 и 5750 л. н. Существенное снижение уровня воды в АТ-3 (после 5600 л. н.) и в суббореале ($4700\text{--}2500$ л. н.) вызвало дальнейшее их обмеление и окончательное заторфовывание [Filimonova et al., 1996a, b; Филимонова, 2012 и др.]. Полученные реконструкции сукцессий водно-болотной растительности и пространственно-временной динамики роста ряда болот опубликованы [Филимонова, 2010, 2011 и др.]. Установлено, что неотектонические подвижки кристаллического фундамента вызвали изменение формы котловин и смещение одновозрастных слоев торфяных отложений ряда болот [Елина и др., 1994; Филимонова, 2010, 2011 и др.].

На исследованных модельных территориях (МТ) из бассейна Онежского озера выполнены детальные реконструкции динамики суходольной растительности со среднего дриаса (DR_2) до современности. Установлено, что расселение растений происходило по мере освобождения территории от ледникового покрова, причем раньше на МТ, удаленных от приледниковых водоемов, образовавшихся при его таянии. На ряде МТ, залитых водами Онежского приледникового озера (например, в Заонежье), отмечено запаздывание развития растительного покрова, который изначально мог формироваться только на отдельных островах, поднимавшихся над водной поверхностью. Появление новых участков суши по мере снижения уровня воды в нем способствовало продолжительному существованию здесь палеосообществ, характерных для несформированных почв [Елина, Филимонова, 1999; Елина и др., 1999; Filimonova, Lavgrova, 2014; Филимонова, Лаврова, 2015]. Кроме того, развитие растительности по отношению ко времени дегляциации задерживалось и на территориях с длительным сохранением массивов погребенного мертвого льда, главным образом в южной и юго-восточной Карелии: МТ «Пичозеро» [Wohlfarth et al., 2004], «Тамбичозеро» [Wohlfarth et al., 2002] и ряд МТ на Онежско-Ладожском водоразделе [Лаврова, 2006].

В центральной и западной частях бассейна Онежского озера оно начиналось в основном сразу же после отступления ледника [Филимонова, Еловичева, 1988; Филимонова, 1995, 2005; Лаврова, 2005б и др.]. Распространение и развитие растительности контролировалось как климатическими, так и геолого-геоморфологическими факторами. Первые определили состав и два тренда развития зональной растительности с переходным этапом в суббореале (рис. 2). Рельеф и состав коренных кристаллических пород обусловили специфичность растительного покрова изученных МТ.

Реконструкции динамики растительности выполнены на фоне изменения климата, дегляциации территории и трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского озера в позднеледниковье и голоцене. При этом были учтены данные геоморфологии территории, состава четвертичных отложений и антропогенное воздействие. Реконструкции сделаны в виде подробного описания палеогеографической обстановки, динамики суходольной и водно-болотной растительности [Филимонова, Еловичева, 1988; Филимонова, 1995, 2005, 2011, 2012, 2015; Демидов, Лаврова, 2001; Лаврова, 2004, 2005а, б; Filimonova, Lavrova, 2014; Филимонова, Лаврова, 2015; Шелехова, Лаврова, 2016 и др.].

Согласно данным, глобальное потепление в голоцене вызвало постепенную смену перигляциально-степных и тундровых сообществ, характерных для аллереда (AL) и позднего дриаса (DR_3), лесотундровым березовым редколесьем в пребореале (PB). Березовые и сосново-березовые редкостойные северотаежные леса появились в конце PB (~9700–9600 л. н.). Среднетаежные сосновые леса распространились в бореале (BO) и стали доминирующими 8900–8000 л. н. с максимумом 8300–8000 л. н. Потепление и увеличение влажности климата с начала атлантического периода (AT) благоприятствовали расселению *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Corylus* и *Alnus glutinosa*, особенно в интервале 7000–6000 л. н. Растительность приобрела южнотаежный облик. Наряду с сосновыми и сосново-березовыми лесами во второй половине AT-периода распространились ельники, которые стали преобладающими на значительной части территории исследования во второй половине суббореала (SB). В субатлантическое время (SA) их доля в составе лесов уменьшилась, особенно в SA-3, после 800 л. н. (рис. 2).

Для ряда МТ из бассейна Онежского озера получены различного рода рисунки, карты и схемы динамики суходольной и водно-болотной растительности в позднеледниковье

и голоцене. Для примера приведена схема динамики суходольной растительности на МТ «Кивач»: перигляциально-степные и тундровые палеосообщества (ПС) в сочетании с островными березовыми и ольховыми редколесьями [AL: 11500–11000 л. н.] → тундра ерниково-зеленомошная в сочетании с перигляциальными ПС и присутствием островных березовых и ольховых редколесий [DR_3 : 11000–10300 л. н.] → лесотундра: березовое (с примесью сосны и ольхи) редколесье в сочетании с ерниково- и кустарничково-зеленомошными тундрами, а также с присутствием перигляциально-разнотравных ПС [PB-1,2: 10300–9700 л. н.] → северная тайга: редкостойные березовые (с примесью сосны и ольхи) леса [PB-2: 9700–9300 л. н.] → редкостойные сосново-березовые и сосновые леса [BO-1: 9300–8900 л. н.] → средняя тайга: сосновые и березово-сосновые леса [BO-2,3: 8900–8000 л. н.] → южная тайга: сосновые, сосново-березовые и черноольховые леса с широколиственными породами и лещиной (Qm), а также елью [AT-1,2: 8000–6500 л. н.] → березо-сосновые и сосново-еловые леса с Qm, елово-черноольховые с вьзом леса [AT-2,3: 6500–4700 л. н.] → средняя тайга (южный вариант): еловые и сосново-еловые леса с березой и примесью Qm, ельники черноольховые (SB: 4700–2500 л. н.) → средняя тайга: еловые, сосново-еловые и елово-сосновые леса с березой и ольхой (SA-1,2: 2500–800 л. н.) → сосновые и еловые леса с березой и ольхой (SA-3: 800 л. н. – настоящее время) [Филимонова, 2005, 2012, 2015 и др.].

На МТ «Заонежье» полыни и маревые играли существенную роль в растительном покрове до конца PB (~9300 л. н.), встречались в BO и AT-1. Как и на МТ «Кивач», участие ели в составе лесов увеличилось во второй половине AT-периода. Она имела здесь большее распространение, которое уменьшилось в SA время, особенно в последние 1000 лет [Filimonova, Lavrova, 2014; Филимонова, Лаврова, 2015]. Максимальное участие ели в растительном покрове отмечено на МТ «Пичозеро». Здесь, а также в отложениях разреза Тамбичозеро начиная с позднеледниковья до современности встречались пыльца и устьица лиственницы [Филимонова, 2015; Kuosmanen et al., 2016a, b], произрастающей на юго-востоке Карелии и в настоящее время. Широколиственные породы и лещина наибольшее распространение имели в AT-периоде (особенно в AT-2 и AT-3). В SB их участие в составе лесов несколько уменьшилось. До настоящего времени *Tilia cordata* и *Ulmus laevis* в незначительном количестве сохранились в Пудоожском флористическом районе. В заповеднике «Кивач» местами произрастают *Tilia cordata* и *Ulmus*

scabra. Все три вида еще более представлены в Заонежье, что в значительной степени обусловлено наличием карбонатных и шунгитовых пород. Для последних двух МТ характерны также елово-черноольховые топи. Коренные хвойные леса в Заонежье в основном вырублены; роль производных лесов, лугов и сельхозугодий, в том числе заброшенных и заросших ольхой и другими кустарниками, весьма значительна. Это нашло отражение в полученных СПД и рассматривалось как проявление антропогенного фактора [Елина, Филимонова, 1999; Filimonova, Lavrova, 2014; Филимонова, 2015; Филимонова, Лаврова, 2015 и др.]. Появление пыльцы культурных злаков (*Cerealia*) и сопутствующих им сеgetальных видов свидетельствует о начале земледелия на территории Заонежского полуострова ~ 1100–900 л. н. Это подтверждается радиоуглеродными датировками 1140 ± 50 л. н. (ЛЕ-6531) и 950 + 110 л. н. (ЛЕ-6796), полученными при исследовании отложений болот Мошгуба и Шлямино [Лаврова и др., 2005, 2007]. Они согласуются с датированием (1060 ± 60, ТА-1443) начала земледелия на территории Онежско-Ладожского перешейка, в районе пос. Эс-сойла [Экман, Журавлев, 1986].

Для ряда МТ, расположенных в пределах бассейна Онежского озера, была выполнена корреляция палеогеографических реконструкций (палеоклимата, уровня режима Онежского озера, относительного уровня малых палеоводоемов и динамики растительности) на единой шкале времени. Данные частично опубликованы [Филимонова, 2005, 2012; Filimonova, Lavrova, 2014; Филимонова, Лаврова, 2015 и др.] а для МТ «Кивач» представлены на рис. 2. Сопоставление и совместный их анализ позволили получить разноплановую и более достоверную картину изменений природной среды в позднеледниковье и голоцене на территории исследования.

Заключение

Выполненное обобщение палеогеографических данных, полученных для Онежского озера и его бассейна, показало, что территория исследования начала освобождаться от ледникового покрова ~ 13000–14000 л. н. Дегляциация котловины озера завершилась 11600 л. н., северо-западной части современного водосборного бассейна – в конце аллереда. Площадь, уровень и очертания берегов образовавшегося Онежского приледникового озера неоднократно менялись. По мере снижения его уровня происходило увеличение площади суходолов, отделение и обособление малых и средних палеоводоемов

в имеющихся депрессиях. Этот процесс начался в среднем дриасе и продолжался еще в атлантическое время. Вне акватории приледникового озера, но в пределах Ю и ЮВ части его водосборного бассейна озерообразование задерживалось по отношению ко времени дегляциации из-за длительного сохранения массивов мертвого льда. В центральной и СЗ части бассейна оно происходило практически синхронно времени дегляциации. Формирование органических отложений в озерах зафиксировано с начала пребореала. Отложение торфов в неглубоких депрессиях началось также в пребореале, в прибрежной части достаточно глубоких водоемов – в бореале. К концу суббореала большинство их заторфовалось.

Согласно реконструкциям динамики растительности, полученным со среднего дриаса до современности, расселение растений происходило по мере освобождения территории от ледника и приледниковых вод. Последние, а также погребенные льды задерживали формирование растительного покрова. Установлено, что состав и динамика растительности определялись климатическими факторами, а ее специфичность – геолого-геоморфологическими. Антропогенное влияние нашло отражение в спорово-пыльцевых диаграммах в виде уменьшения количества пыльцы древесных, особенно хвойных, пород а также увеличения количества и разнообразия пыльцы мелколиственных пород и трав, в том числе рудеральных и сеgetальных. Начало земледелия на Заонежском полуострове зафиксировано примерно со времени 1100 л. н.

Использование комплекса методов и привлечение литературных данных по геоморфологии и неотектонике территории, особенностям деградации последнего Валдайского оледенения и трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского озера позволило получить более полную и объективную картину изменений палеогеографической обстановки на территории исследования в позднеледниковье и голоцене.

Работа выполнена в рамках ГЗ (темы № 0221-2014-0035 и № 0222-214-0008.

Литература

Гричук В. П., Мальгина Е. А., Моносзон М. Х. Значение палеоботанических материалов для стратиграфии валдайских отложений // Последний ледниковый покров на северо-западе европейской части СССР / Ред. И. П. Герасимов. М.: Высшая школа, 1969. С. 57–105.

- Давыдова Н. Н.* Комплексы диатомей в донных отложениях Онежского озера // Палеоолиминология Онежского озера. Л.: Наука, 1976. С. 130–191.
- Девятова Э. И.* Природная среда и ее изменения в голоцене (побережье севера и центра Онежского озера). Петрозаводск: Карелия, 1986. 110 с.
- Демидов И. Н.* Четвертичные отложения // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 12–27.
- Демидов И. Н.* Деградация последнего оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 134–142.
- Демидов И. Н.* О выделении маркирующего горизонта в донных отложениях Онежского приледникового озера // ДАН. 2006а. Т. 407, № 2. С. 217–220.
- Демидов И. Н.* О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006б. С. 171–180.
- Демидов И. Н., Лаврова Н. Б.* Строение четвертичного покрова бассейна р. Водла (Восточная Карелия) и особенности развития растительности в поздне- и послеледниковье // Национальный парк Водлозерский: природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 49–60.
- Елина Г. А., Филимонова Л. В.* Этапы развития растительности и климата в восточном Заонежье в позднеледниковье и голоцене // Труды КарНЦ РАН, сер. Б. «Биология». 1999. Вып. 1. С. 21–27.
- Елина Г. А., Лукашов А. Д., Филимонова Л. В., Кузнецов О. Л.* Сукцессии палеорастительности позднеледниковья-голоцена на Заонежском полуострове и зависимости их от уровней Онежского озера // Ботан. журн. 1999. Т. 84, № 6. С. 32–52.
- Елина Г. А., Филимонова Л. В., Кузнецов О. Л., Лукашов А. Д., Стойкина Н. В., Арсланов Х. А., Тертичная Т. В.* Влияние палеогидрологических факторов на динамику растительности болот и аккумуляцию торфа // Ботан. журн. 1994. Т. 79, № 1. С. 53–69.
- Елина Г. А., Юрковская Т. К.* Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Ботан. журн. 1992. Т. 77, № 7. С. 120–124.
- Квасов Д. Д.* Происхождение котловины Онежского озера. Л.: Наука, 1976. С. 7–40.
- Короткина М. Я.* Ботанический анализ торфа // Методы исследования торфяных болот. Ч. 2. Лабораторные и камеральные работы / Ред. М. И. Нейштадт. Тр. ЦТОС. Т. VI. М., 1939. С. 5–60.
- Лаврова Н. Б.* Палинологическая характеристика донных отложений Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 7. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. С. 219–225.
- Лаврова Н. Б.* Развитие растительности бассейна Онежского озера в ходе деградации последнего оледенения // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005а. С. 143–148.
- Лаврова Н. Б.* Флора и растительность позднеледниковья Карелии (по данным спорово-пыльцевого анализа): Дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005б. 241 с.
- Лаврова Н. Б.* Некоторые особенности состава спорово-пыльцевых спектров позднеледниковых отложений Олонецкого плато // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 183–188.
- Лаврова Н. Б., Демидов И. Н.* Особенности зарождения малых озер юго-восточной окраины Фенноскандии в позднеледниковье и раннем голоцене // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии: Материалы междунар. конф. Минск, 2003. С. 166–168.
- Лаврова Н. Б., Демидов И. Н., Спиридонов А. М., Герман К. Э., Мельников И. В.* Первые данные геолого-палинологических исследований о начале земледелия в районе Кижских шхер Онежского озера // 10 лет экологическому мониторингу музея-заповедника «Кижы». Итоги, проблемы, перспективы: Материалы науч.-практ. семинара. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 31–40.
- Лаврова Н. Б., Демидов И. Н., Спиридонов А. М., Герман К. Э., Мельников И. В.* К вопросу о начале земледелия на севере Онежского озера по палинологическим данным // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 10. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 194–206.
- Лаврова Н. Б., Субетто Д. А.* Палинологическая характеристика ленточных глин Онежского приледникового озера (новые данные) // Палеоолиминология Северной Евразии. Опыт, методология, современное состояние: Сб. тр. междунар. конф. 2016. С. 119–122.
- Лукашов А. Д.* Неотектоника Карелии. Л.: Наука, 1976. 109 с.
- Лукашов А. Д.* Геоморфологические условия // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 13–19.
- Лукашов А. Д., Демидов И. Н.* Условия формирования рельефа и четвертичных отложений Карелии в поздне- и послеледниковье как основа становления современной природной среды // Труды КарНЦ РАН, сер. Биогеография. 2001. Вып. 2. С. 30–47.
- Минкина Ц. И., Варлыгин П. Д.* Определение степени разложения торфа // Методы исследования торфяных болот. Ч. 1 / Ред. М. И. Нейштадт. Тр. ЦТОС. Т. V. М., 1939. С. 115–138.
- Онежское озеро.* Атлас. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 149 с.
- Филимонова Л. В.* Стандартные спорово-пыльцевые диаграммы позднеледниковья и голоцена средней Карелии // Палинология в России. Статьи российских палинологов к IX Междунар. палинологическому конгрессу. М., 1995. С. 86–103.
- Филимонова Л. В.* Динамика растительности среднетаежной подзоны Карелии в позднеледниковье и голоцене (палеоэкологические аспекты): Дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 200 с.
- Филимонова Л. В.* Отражение состава современной растительности в палиносpectрах средней тайги Карелии // Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: Материалы XI Перфильевских научных чтений,

посвящ. 125-летию со дня рождения И. А. Перфильева. Ч. 1. Архангельск: Архангельский гос. тех. ун-т, 2007. С. 278–282.

Филимонова Л. В. Использование палинологических данных при реконструкции палеогеографической обстановки и динамики болот // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Сб. науч. трудов XII Всерос. палинологической конф. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. 2. С. 258–264.

Филимонова Л. В. Динамика уровня режима, зарастания и заторфовывания палеоводоемов заповедника «Кивач» на фоне изменений природной среды за последние 11500 лет // Направления исследований в современном болотоведении России / Ред. Т. К. Юрковская. СПб.; Тула, 2010. С. 113–126.

Филимонова Л. В. Пространственно-временная динамика озерно-болотных экосистем заповедника «Кивач» на фоне изменения природной среды в позднеледниковье и голоцене // Труды Гос. природ. заповедника «Кивач». Вып. 5. Петрозаводск, 2011. С. 25–35.

Филимонова Л. В. Палеогеография заповедника «Кивач» в позднеледниковье-голоцене // Природные процессы и явления в уникальных условиях среднетаежного заповедника: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ФГБУ «Государственный природный заповедник «Кивач». Петрозаводск, 2012. С. 196–201.

Филимонова Л. В. Изменения климата, гидрологии и растительности в позднеледниковье-голоцене в бассейне Онежского озера // Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена: Материалы Всерос. конф. «Марковские чтения 2015 года». М., 2015. С. 216–218.

Филимонова Л. В., Еловичева Я. К. Основные этапы развития растительности лесов и болот на территории заповедника «Кивач» // Болотные экосистемы европейского Севера. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1988. С. 94–109.

Филимонова Л. В., Климанов В. А. Изменение количественных показателей палеоклимата в среднетаежной подзоне Карелии за последние 11000 лет // Труды КарНЦ РАН. 2005. Вып. 8. С. 112–120.

Филимонова Л. В., Климанов В. А. Изменения палеоклимата на территории заповедника «Кивач» за последние 11000 лет // Труды Гос. природ. заповедника «Кивач». Вып. 4. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. С. 35–40.

Филимонова Л. В., Лаврова Н. Б. Палеогеография Заонежского полуострова в позднем плейстоцене и голоцене // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 4. С. 30–47. doi: 10.17076/bg22

Филимонова Л. В., Лаврова Н. Б. Палеогеографические исследования Онежского озера и его бассейна с использованием комплекса методов // Материалы V Междунар. конф. молодых ученых «Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика)». Т. 1. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. С. 219–227.

Филимонова Л. В., Шелехова Т. С. Динамика уровня режима, зарастания и заторфовывания озера Руоколампи (заповедник «Кивач») в голоцене // Биоразнообразии, динамика и ресурсы болотных

экосистем Восточной Фенноскандии. Труды КарНЦ РАН. 2005. Вып. 8. С. 121–132.

Шелехова Т. С., Васья О. В., Демидов И. Н. Палеоэкологические условия развития северо-западного Прионежья в позднеледниковье и голоцене // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 149–157.

Шелехова Т. С., Лаврова Н. Б. Развитие озер Вохтозерской ледораздельной возвышенности в позднеледниковье и голоцене // Геология и полезные ископаемые. Вып. 18. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. С. 103–117.

Экман И. М., Журавлев А. П. О древнейшем земледелии в Карелии по данным хроно- и биостратиграфических исследований // Геология докембрия центральной и южной Карелии: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1986. С. 51–54.

Filimonova L., Lavrova N. Paleogeography of Zaonezhye Peninsula // Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Onega Lake, Russian Karelia / T. Lindholm, J. Jakovlev & A. Kravchenko (eds.) Report of the Finish environment institute 40, 2014. P. 57–72.

Filimonova L. V., Tarasov P. E., Harrison S. P. Dlinnoe Mire, Karelia, Russia // Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database. Paleoclimatology Publication Series Report N 5. Boulder, Colorado, USA, 1996a. P. 50–52.

Filimonova L. V., Tarasov P. E., Pushenko M. Ya. Moshkarnoe Mire, Karelia, Russia // Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database. Paleoclimatology Publication Series Report N 5. Boulder, Colorado, USA, 1996b. P. 57–58.

Kuosmanen N., Seppä H., Reitalu T., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Kuznetsov O., Zaretskaya N. Long-term forest composition and drivers in taiga forest in NW Russia // Vegetation History and Archaeobotany. 2016. Vol. 25, iss. 3. P. 221–236. doi: 10.1007/s00334-015-0542-y

Kuosmanen N., Seppä H., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Heikkilä M., Renssen H., Tallavaara M., Reitalu T. Importance of climate, forest fires and human population size in the Holocene boreal forest composition change in Northern Europe // Boreas. 2016. Vol. 45, iss. 4. P. 688–702. doi: 10.1111/bor.12183

Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the lake Onega basin to the Salpausselkya End Moraine // Global and Planetary Changes. Vol. 31. Elsevier Science. 2001. P. 387–405. doi: 10.1016/S0921-8181(01)00131-X

Stokmarr J. Determination of spore concentration with in electronic particlecounter. Geological; Survey of Denmark. Kobenhavn. 1972. P. 87–89.

Wohlfarth B., Bennike O., Brunnberg L., Demidov I., Possnert G., Vyahirev S. AMS ¹⁴C measurements and macrofossil analyses of a varved sequence near Pudozh, eastern Karelia, NW Russia // Boreas. Oslo. 1999. Vol. 29. P. 575–586. doi: 10.1111/j.1502-3885.1999.tb00243.x

Wohlfarth B., Filimonova L., Bennike O., Björkman L., Lavrova N., Demidov I., Possnert G. Late-

Glacial and Early Holocene Environmental and Climatic Change at Lake Tambichozero, Southeastern Russian Karelia // *Quaternary Research*. 2002. No. 58. P. 261–272. doi: 10.1006/qres.2002.2386

Wohlfarth B., Schwark L., Bennike O., Filimonova L., Tarasov P., Björkman L., Brunnberg L., Demidov I., Possnert G. Unstable early-Holocene climatic

and environmental conditions in northwestern Russia derived from a multidisciplinary study of a lake-sediment sequence from Pichozero, southeastern Russian Karelia // *The Holocene*. 2004. Vol. 14, iss. 5. P. 732–746. doi: 10.1191/0959683604hl751rp

Поступила в редакцию 21.08.2017

References

Davydova N. N. Kompleksy diatomei v donnykh otlozheniyakh Onezhskogo ozera [Diatoms complexes in bottom sediments of Lake Onega]. *Paleolimnologiya Onezhskogo ozera* [Paleolimnology of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1976. P. 130–191.

Devyatova E. I. Prirodnaya sreda i ee izmeneniya v golotsene (poberezh'e severa i tsentra Onezhskogo ozera) [Natural environment and its changes in the Holocene (shores of the northern and central parts of Lake Onega)]. Petrozavodsk: Kareliya, 1986. 110 p.

Demidov I. N. Chetvertichnye otlozheniya [The Quaternary deposits]. Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy [Diversity of Biota in Karelia: Formation Conditions, Communities, Forms]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. P. 12–27.

Demidov I. N. Degradatsiya poslednego oledeneniya v basseine Onezhskogo ozera [Degradation of the last glaciation in the Lake Onega basin]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 8. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. P. 134–142.

Demidov I. N. O vydelenii markiruyushchego gorizonta v donnykh otlozheniyakh Onezhskogo prilednikovogo ozera [Identification of marker horizon in bottom sediments of periglacial Lake Onega]. *DAN [Dokl. Earth Sciences]*. 2006a. Vol. 407, no. 2. P. 217–220.

Demidov I. N. O maksimal'noi stadii razvitiya Onezhskogo prilednikovogo ozera, izmeneniyakh ego urovnya i glyatsioizostaticeskoy podnyatii poberezhii v pozdnelednikov'e [On the maximum stage in the evolution of periglacial Lake Onega, variations in its water level and glacioisostatic coastal uplifts in Late Glacial time]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 9. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2006b. P. 171–180.

Demidov I. N., Lavrova N. B. Stroenie chetvertichnogo pokrova basseina r. Vodla (Vostochnaya Kareliya) i osobennosti razvitiya rastitel'nosti v pozdnei poslednikov'e [The Quaternary structure of the Vodla river basin (Eastern Karelia) and features of vegetation development in the Late Glacial and Post-Glacial period]. *Natsional'nyi park Vodlozerskii: prirodnoe raznoobrazie i kul'turnoe nasledie* [Vodlozersky National Park: Natural Diversity and Cultural Heritage]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2001. P. 49–60.

Ekman I. M., Zhuravlev A. P. O drevneishem zemledelii v Karelii po dannym khrono- i biostratigraficheskikh issledovaniy [On ancient agriculture in Karelia according to chrono- and biostratigraphic studies]. *Geologiya dokembriya tsentral'noi i yuzhnoi Karelii: Oper.-inform. materialy* [Precambrian Geology of the Central Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1986. P. 51–54.

Elina G. A., Filimonova L. V. Etapy razvitiya rastitel'nosti i klimata v vostochnom Zaonezh'e v pozdnelednikov'e i golotsene [Stages of vegetation and climate development in the Eastern Zaonezhie in the Late Glacial period and the Holocene]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 1999. Iss. 1. P. 21–27.

Elina G. A., Lukashov A. D., Filimonova L. V., Kuznetsov O. L. Suktsessii paleorastitel'nosti pozdnelednikov'ya-golotsena na Zaonezhskom poluostrove i zavisimosti ikh ot urovnei Onezhskogo ozera [Successions of the late-glacial palaeovegetation on Zaonezhsky Peninsula and their dependence on Lake Onega levels]. *Botan. zhurn. [Botan. Journal]*. 1999. Vol. 84, no. 6. P. 32–52.

Elina G. A., Filimonova L. V., Kuznetsov O. L., Lukashov A. D., Stoikina N. V., Arslanov Kh. A., Tertichnaya T. V. Vliyanie paleogidrologicheskikh faktorov na dinamiku rastitel'nosti bolot i akkumulyatsiyu torfa [Paleohydrological factors impact on the dynamics of mires vegetation and peat accumulation]. *Botan. zhurn. [Botan. Journal]*. 1994. Vol. 79, no. 1. P. 53–69.

Elina G. A., Yurkovskaya T. K. Metody opredeleniya paleogidrologicheskogo rezhima kak osnova ob'ektivizatsii prichin suksessii rastitel'nosti bolot [Methods for paleohydrological regime identification as the base of reasons objectification of mires vegetation succession]. *Botan. zhurn. [Botan. Journal]*. 1992. Vol. 77, no. 7. P. 120–124.

Filimonova L. V. Standartnye sporovo-pyl'tsevye diagrammy pozdnelednikov'ya i golotsena srednei Karelii [Standard spores and pollen diagrams of the Late Glacial period and the Holocene in the middle part of Karelia]. *Palinologiya v Rossii. Stat'i rossiiskikh palinologov k IX Mezhdunar. palinologicheskomyu kongressu* [Palynology in Russia. Russian Palynologists' Papers for IX Int. Palynological Congress]. Moscow, 1995. P. 86–103.

Filimonova L. V. Dinamika rastitel'nosti srednetaezhnoi podzony Karelii v pozdnelednikov'e i golotsene (paleoekologicheskie aspekty) [Vegetation dynamics of the middle taiga sub-zone in Karelia in the Late Glacial period and the Holocene (paleoecological aspect)]: PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 2005. 200 p.

Filimonova L. V. Otrazhenie sostava sovremennoi rastitel'nosti v palinospektrakh srednei taigi Karelii [Reflection of modern vegetation structure in palynospectra of the middle Karelian taiga]. *Bioraznoobrazie, okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie rastitel'nykh resursov Severa: Materialy XI Perfil'evskikh nauchnykh chtenii, posvyashch. 125-letiyu so dnya rozhdeniya I. A. Perfil'eva* [Biodiversity, Conservation, and Efficient Use of Vegetation Resources of the North: Proceed. of XI Perfil'yev Readings Dedicated to the 125th Anniv. of I. A. Perfil'yev].

Pt. 1. Arkhangel'sk: Arkhangel'skii gos. tekhn. un-t, 2007. P. 278–282.

Filimonova L. V. Ispol'zovanie palinologicheskikh dannykh pri rekonstruktsii paleogeograficheskoi obstanovki i dinamiki bolot [The use of palynological data for paleogeographical scenery and mires reconstruction]. Palinologiya: stratigrafiya i geoekologiya: Sb. nauch. trudov XII Vseros. palinologicheskoi konf. [Palynology: Stratigraphy and Geoecology: Proceed. of the XII All-Russ. Palynological Conf.]. St. Petersburg: VNIGRI, 2008. Vol. 2. P. 258–264.

Filimonova L. V. Dinamika urovennogo rezhima, zarastaniya i zatorfovyvaniya paleovodoemov zapovednika "Kivach" na fone izmenenii prirodnoi sredy za poslednie 11 500 let [Dynamics of the water level regime, weediness and paludification of paleo- water bodies of the Kivach Nature Reserve under environmental changes over the last 11 500 years]. Napravleniya issledovaniy v sovremennom bolotovedenii Rossii [Research Trends in the Modern Russian Telmathology]. Ed. T. K. Yurkovskaya. St. Petersburg; Tula, 2010. P. 113–126.

Filimonova L. V. Prostranstvenno-vremennaya dinamika ozerno-bolotnykh ekosistem zapovednika "Kivach" na fone izmeneniya prirodnoi sredy v pozdnelednikov'e i golotsene [Spatiotemporal dynamics of lake-mire ecosystems of the Kivach Nature Reserve under natural environment changes in the Late-glacial and Holocene]. *Trudy Gos. prirod. zapovednika "Kivach" [Proceed. of the Kivach St. Nature Reserve]*. Iss. 5. Petrozavodsk, 2011. P. 25–35.

Filimonova L. V. Paleogeografiya zapovednika "Kivach" v pozdnelednikov'e-golotsene [Paleogeography of the Kivach Nature Reserve in the Late-glacial and Holocene]. Prirodnye protsessy i yavleniya v unikal'nykh usloviyakh srednetaezhnogo zapovednika: Materialy nauch.-prakt. konf., posvyashch. 80-letiyu FGBU "Gosudarstvennyi prirodnyi zapovednik "Kivach"" [Natural Processes and Phenomena in the Unique Conditions of the Middle Taiga Nature Reserve: Proceed. of the Scientific and Pract. Conf. Dedicated to the 80th Anniv. of the Kivach St. Nature Reserve]. Petrozavodsk, 2012. P. 196–201.

Filimonova L. V. Izmeneniya klimata, gidrologii i rastitel'nosti v pozdnelednikov'e-golotsene v basseine Onezhskogo ozera [Changes of climate, hydrology, and vegetation in the Late-glacial and Holocene in Lake Onega basin]. Aktual'nye problemy paleogeografii i stratigrafii pleistotsena: Materialy Vseros. konf. "Markovskie chteniya 2015 goda" [Topical Problems of Paleogeography and Stratigraphy of the Pleistocene: Proceed. of the All-Russ. Conf. *Markov Readings 2015*]. Moscow, 2015. P. 216–218.

Filimonova L. V., Elovicheva Ya. K. Osnovnye etapy razvitiya rastitel'nosti lesov i bolot na territorii zapovednika "Kivach" [Main stages of the development of forest and mires vegetation on the territory of the Kivach Nature Reserve]. Bolotnye ekosistemy evropeiskogo Severa [Mire Ecosystems of the European North]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1988. P. 94–109.

Filimonova L. V., Klimanov V. A. Izmenenie kolichestvennykh pokazatelei paleoklimata v srednetaezhnoi podzone Karelii za poslednie 11 000 let [Changes of quantitative data of the paleoclimate in the middle taiga sub-zone of Karelia over the last 11 000 years]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2005. Iss. 8. P. 112–120.

Filimonova L. V., Klimanov V. A. Izmeneniya paleoklimata na territorii zapovednika "Kivach" za poslednie 11 000 let [Changes of paleoclimate on the territory of the Kivach Nature Reserve over the last 11 000 years]. *Trudy Gos. prirod. zapovednika "Kivach" [Proceed. of the Kivach State Nature Res.]*. Вып. 4. Petrozavodsk: PetrGU, 2008. P. 35–40.

Filimonova L. V., Lavrova N. B. Paleogeografiya Zaonezhskogo poluostrova v pozdnem pleystotsene i golotsene [Paleogeography of the Zaonezhsky Peninsula in the Late Pleistocene and Holocene]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2015. No. 4. P. 30–47. doi: 10.17076/bg22

Filimonova L. V., Lavrova N. B. Paleogeograficheskie issledovaniya Onezhskogo ozera i ego basseina s ispol'zovaniem kompleksa metodov [Paleogeographical study of Lake Onega and its basin with the use of a complex of methods]. Materialy V Mezhdunar. konf. molodykh uchenykh "Vodnye resursy: izuchenie i upravlenie (limnologicheskaya shkola-praktika)" [Water Resources: Research and Management (Limnological School and Workshop)]. Proceed. of V Int. Conf. of Young Scientists]. Vol. 1. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2016. P. 219–227.

Filimonova L. V., Shelekhova T. S. Dinamika urovennogo rezhima, zarastaniya i zatorfovyvaniya ozera Ruokolampi (zapovednik "Kivach") v golotsene. Biiraznoobrazie, dinamika i resursy bolotnykh ekosistem Vostochnoi Fennoskandii [Dynamics of level regime, overgrowing, and dystrophy of Lake Ruokolampi (Kivach Nature Reserve) in the Holocene. Biodiversity, dynamics, and resources of mire ecosystems in the Eastern Fennoscandia]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2005. Iss. 8. P. 121–132.

Grichuk V. P., Mal'gina E. A., Monoszon M. Kh. Znacheniye paleobotanicheskikh materialov dlya stratigrafii valdaiskikh otlozhenii [The importance of paleobotanical materials for the Valdai deposits stratigraphy]. Poslednii lednikovyi pokrov na severo-zapade evropeiskoi chasti SSSR [The Last Ice Sheet in the North-West of the European Part of the USSR]. Ed. I. P. Gerasimov. Moscow: Vysshaya shkola, 1969. P. 57–105.

Kvasov D. D. Proiskhozhdenie kotloviny Onezhskogo ozera [The origin of Lake Onega basin]. Leningrad: Nauka, 1976. P. 7–40.

Korotkina M. Ya. Botanicheskii analiz torfa [Botanical analysis of peat]. Metody issledovaniya torfyanykh bolot. Ch. 2. Laboratornye i kameral'nye raboty [Research Methods of Peat Mires. Part 2. Laboratory and In-office Studies]. Ed. M. I. Neishtadt. Tr. TsTOS [Trans. CPES]. Vol. VI. Moscow, 1939. P. 5–60.

Lavrova N. B. Palinologicheskaya kharakteristika donnykh otlozhenii Onezhskogo ozera [Palynological characteristics of Lake Onega bottom sediments]. Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 7. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2004. P. 219–225.

Lavrova N. B. Razvitie rastitel'nosti basseina Onezhskogo ozera v khode degradatsii poslednego oledeneniya [Vegetation development in Lake Onega basin under the degradation of the last glaciation]. Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 8. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005a. P. 143–148.

Lavrova N. B. Flora i rastitel'nost' pozdnelednikov'ya Karelii (po dannym sporovo-pyl'tsevogo analiza) [Flora and vegetation of the Late Glacial period in Karelia (according to spores and pollen analysis data)]: PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 2005b. 241 p.

Lavrova N. B. Nekotorye osobennosti sostava sporovo-pyl'tsevyykh spektrov pozdnelednikovyykh otlozhenii Olonetskogo plato [Some features of spore-pollen spectra of the late glaciation deposits on the Olonets Plateau]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 9. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2006. P. 183–188.

Lavrova N. B., Demidov I. N. Osobennosti zarozhdeniya malykh ozer yugo-vostochnoi okrainy Fennoskandii v pozdnelednikov'e i rannem golotsene [Features of small lakes origin in the south-eastern part of Fennoscandia during the Late Glacial period and Early Holocene]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy sovremennoi limnologii: Materialy mezhdunar. konf.* [Theoretical and Practical Issues of Modern Limnology: Proceed. of the Int. Conf.]. Minsk, 2003. P. 166–168.

Lavrova N. B., Demidov I. N., Spiridonov A. M., German K. E., Mel'nikov I. V. Pervye dannye geologopalinologicheskikh issledovaniy o nachale zemledeliya v raione Kizhskikh shkher Onezhskogo ozera [First data on the geological and palynological studies of the origin of agriculture in Kizhi skerries of Lake Onega]. 10 let ekologicheskomu monitoringu muzeya-zapovednika "Kizhi". Itogi, problemy, perspektivy: Materialy nauch.-prakt. seminarov [10th Anniv. of Ecological Monitoring of the Kizhi Museum. Results, Problems, and Prospects: Proceed. of the Scientific and Practical Seminar]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. P. 31–40.

Lavrova N. B., Demidov I. N., Spiridonov A. M., German K. E., Mel'nikov I. V. K voprosu o nachale zemledeliya na severe Onezhskogo ozera po palinologicheskim dannym [On the origin of agriculture in the northern part of Lake Onega: palynological data]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 10. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. P. 194–206.

Lavrova N. B., Subetto D. A. Palinologicheskaya kharakteristika lentochnykh glin Onezhskogo prilednikovogo ozera (novye dannye) [Palynological description of banded clay of periglacial Lake Onega (new data)]. *Paleolimnologiya Severnoi Evrazii. Opyt, metodologiya, sovremennoe sostoyanie: Trudy mezhdunar. konf.* [Paleolimnology of Northern Eurasia. Experience, Methodology, Current State: Proceed. of the Int. Conf.]. 2016. P. 119–122.

Lukashov A. D. Neotektonika Karelii [Neotectonics of Karelia]. Leningrad: Nauka, 1976. 109 p.

Lukashov A. D. Geomorfologicheskie usloviya [Geomorphological conditions]. *Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy* [Diversity of Biota in Karelia: Formation Conditions, Communities, Forms]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. P. 13–19.

Lukashov A. D., Demidov I. N. Usloviya formirovaniya rel'efa i chetvertichnykh otlozhenii Karelii v pozdne- i poslelednikov'e kak osnova stanovleniya sovremennoi prirodnoi sredy [Conditions of landscape formation and the Quaternary deposits of Karelia in the Late Glacial and Post-Glacial period as the base of modern natural

environment formation]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. of KarRC of RAS]. 2001. Iss. 2. P. 30–47.

Minkina Ts. I., Varlygin P. D. Opredelenie stepeni razlozheniya torfa [Identification of peat decomposition degree]. *Metody issledovaniya torfyanykh bolot* [Research Methods of Peat Mires]. Pt. 1. Ed. M. I. Neishtadt. Tr. TsTOS [Trans. CPES]. Vol. V. Moscow, 1939. P. 115–138.

Onezhskoe ozero. Atlas [Lake Onego. Atlas]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2010. 149 p.

Shelekhova T. S., Vas'ko O. V., Demidov I. N. Paleoekologicheskie usloviya razvitiya severo-zapadnogo Prionezh'ya v pozdnelednikov'e i golotsene [Paleoecological conditions of the development of the north-eastern Onega region in the Late Holocene]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and Mineral Resources of Karelia]. Iss. 8. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. P. 149–157.

Shelekhova T. S., Lavrova N. B. Razvitie ozer Vokhtozerskoi ledorazdel'noi vozvyshennosti v pozdnelednikov'e i golotsene [Development of the lakes of the Vokhtozero ice-divide upland in the Late Holocene]. *Geologiya i poleznye iskopaemye* [Geology and Mineral Resources]. Iss. 18. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2016. P. 103–117.

Filimonova L., Lavrova N. Paleogeography of Zaonezhye Peninsula. Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Onega Lake, Russian Karelia. T. Lindholm, J. Jakovlev & A. Kravchenko (eds.). Report of the Finish environment institute 40, 2014. P. 57–72.

Filimonova L. V., Tarasov P. E., Harrison S. P. Dlinnoe Mire, Karelia, Russia. Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database. Paleoclimatology Publication Series Report N 5. Boulder, Colorado, USA, 1996a. P. 50–52.

Filimonova L. V., Tarasov P. E., Pushenko M. Ya. Moshkarnoe Mire, Karelia, Russia. Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database. Paleoclimatology Publication Series Report N 5. Boulder, Colorado, USA, 1996b. P. 57–58.

Kuosmanen N., Seppä H., Reitalu T., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Kuznetsov O., Zaretskaya N. Long-term forest composition and drivers in taiga forest in NW Russia. *Vegetation History and Archaeobotany*. 2016. Vol. 25, iss. 3. P. 221–236. doi: 10.1007/s00334-015-0542-y

Kuosmanen N., Seppä H., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Heikkilä M., Renssen H., Tallavaara M., Reitalu T. Importance of climate, forest fires and human population size in the Holocene boreal forest composition change in Northern Europe. *Boreas*. 2016. Vol. 45, iss. 4. P. 688–702. doi: 10.1111/bor.12183

Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the lake Onega basin to the Salpausselkya End Moraine. *Global and Planetary Changes*. Vol. 31. *Elsevier Science*. 2001. P. 387–405. doi: 10.1016/S0921-8181(01)00131-X

Stokmarr J. Determination of spore concentration with in electronic particlecounter. *Geological; Survey of Denmark*. Kobenhavn. 1972. P. 87–89.

Wohlfarth B., Bennike O., Brunnberg L., Demidov I., Possnert G., Vyahirev S. AMS ^{14}C measurements and macrofossil analyses of a varved sequence near Pudozh, eastern Karelia, NW Russia. *Boreas*. Oslo. 1999. Vol. 29. P. 575–586. doi: 10.1111/j.1502-3885.1999.tb00243.x

Wohlfarth B., Filimonova L., Bennike O., Björkman L., Lavrova N., Demidov I., Possnert G. Late-Glacial and Early Holocene Environmental and Climatic Change at Lake Tambichozero, Southeastern Russian Karelia. *Quaternary Research*. 2002. No. 58. P. 261–272. doi: 10.1006/qres.2002.2386

Wohlfarth B., Schwark L., Bennike O., Filimonova L., Tarasov P., Björkman L., Brunnberg L., Demidov I., Possnert G. Unstable early-Holocene climatic and environmental conditions in northwestern Russia derived from a multidisciplinary study of a lake-sediment sequence from Pichozero, southeastern Russian Karelia. *The Holocene*. 2004. Vol. 14, iss. 5. P. 732–746. doi: 10.1191/0959683604hl751rp

Received August 21, 2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Филимонова Людмила Владимировна

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: filimonovaluda@mail.ru
тел.: 89214513626, 89535444890

Лаврова Надежда Борисовна

научный сотрудник, к. б. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: lavrova@krc.karelia.ru
тел.: 89214545451

CONTRIBUTORS:

Filimonova, Lyudmila

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: filimonovaluda@mail.ru
tel.: +79214513626, +79535444890

Lavrova, Nadezhda

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: lavrova@krc.karelia.ru
tel.: +79214545451