

Динамика пожаров на Северо-Востоке европейской части России в голоцене

© 2021. Н. М. Горбач^{1,2}, магистрант, старший лаборант-исследователь,
И. Н. Кутявин², к. с.-х. н., н. с., В. В. Старцев², м. н. с.,
А. А. Дымов², д. б. н., в. н. с., доцент,
¹Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
167001, Россия, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., д. 55,
²Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: nikolay.tbo@gmail.com

Представлена динамика пожаров в подзоне средней тайги на Северо-Востоке европейской части России в голоцене. В результате комплексных исследований реконструирована история пожаров, следы которых сохранились в торфяных почвах. Данные по пожарам были получены по результатам исследования содержания макроскопических частиц угля, радиоуглеродного датирования и дендрохронологического анализа. В ходе работ выявлено, что исследуемые среднетаёжные ландшафты Республики Коми (Мезенско-Вычегодская равнина, Северные Увалы, предгорье Северного Урала) имеют близкую историю палеопожаров. Результат частых палеопожаров наблюдается в нижних торфяных горизонтах, датируемых бореальным и атлантическим периодами голоцена в интервале от 10,2 до 4,5 тыс. календарных лет назад. Суббореальный период характеризуется существенно меньшим числом пожаров. Верхние горизонты торфа, датируемые концом субатлантического периода, содержат информацию об учащении пожаров в настоящее время. Показано, что в периоды оптимума голоцена в результате частых пожаров накопилось значительно больше стабильных форм углерода, чем в холодные периоды.

Ключевые слова: пожары, торфяные почвы, голоцен, бореальные леса, макрочастицы угля.

Dynamics of fires in the northeast of the European part of Russia in the Holocene

© 2021. N. M. Gorbach^{1,2} ORCID: 0000-0002-5099-6868, I. N. Kutyavin² ORCID: 0000-0002-7840-1934,
V. V. Startsev² ORCID: 0000-0002-6425-6502, A. A. Dymov² ORCID: 0000-0002-1284-082X,
¹Pitirim Sorokin Syktyvkar state University,
55, Oktyabrsky Prospekt, Syktyvkar, Russia, 167001,
²Institute of Biology of Komi Science Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: nikolay.tbo@gmail.com

The dynamics of fires in the middle taiga subzone in the northeast of the European part of Russia in the Holocene are presented. Peat soils (Histosols) on the territory of the Komi Republic have been investigated. Dendrochronological studies and assessment of the content of macroscopic charcoal particles in peat were carried out at the sites. Radiocarbon dating values were obtained, which allowed us to build models of the rate of vertical growth of peat deposits and identify time intervals with frequent fires. In the course of the work, it was revealed that the studied middle taiga landscapes of the Komi Republic (Mezensko-Vychegodskaya Plain, Severnye Uvaly, foothills of the Northern Urals) have a similar history of paleofires. The paper shows that the maximum content of macroscopic charcoal particles is observed in the lower peat horizons dating from the Boreal and Atlantic periods of the Holocene (10,200 to 4,500 years ago). The Subboreal period is characterized by a significantly lower number of forest fires compared to the Atlantic and Sub-Atlantic periods. The upper peat horizons, dating from the end of the Sub-Atlantic period, contain information about the increase in the frequency of fires at present time. Regularity has been revealed according to which during the warm periods of the Holocene, stable forms of carbon as a result of frequent fires were accumulated significantly more than during the cold periods.

Keywords: paleofires, Histosols, Holocene, boreal forests, charcoal.

Пожары являются общепланетарным явлением и оказывают влияние на все компоненты экосистем, включая почвы. Они имеют глобальный характер и могут способствовать неожиданным изменениям в составе атмосферы, которые трудно спрогнозировать [1, 2]. Выбросы углекислого газа в результате учащения пожаров могут привести к эскалации глобального потепления. Наибольшее негативное влияние могут оказывать пожары в торфяных почвах в связи со значительными запасами углерода, аккумулированными в них [3, 4]. По современным оценкам запасы углерода в торфяных почвах России составляют 100,93 млрд т (на площади 3,691 млн км²) [5], большая часть этих почв расположена в бореальной зоне. Торфяные почвы являются уникальными архивами, хранящими информацию о климатических и экологических изменениях, поэтому подходят для изучения истории прошедших пожаров [6–11]. Изучение истории пожаров возможно благодаря тому, что углистые частицы хорошо сохраняются в торфяных почвах в связи с замедленным вовлечением их в биологический круговорот из-за химических особенностей и неспособности деструкторов проникать в условиях дефицита кислорода [12–15].

Изучение истории пожаров в бореальной зоне в голоцене в значительной степени остаётся фрагментарным [3, 4, 7, 15], что затрудняет

оценку динамики экосистем и возможную пирогенную активность при изменении климата [9, 16].

Цель данной работы заключалась в реконструкции динамики пожаров в подзоне средней тайги на Северо-Востоке европейской части России в голоцене на примере торфяных почв.

Для достижения данной цели перед нами стояли задачи: исследовать содержание макроскопических частиц (макрочастиц) угля по всей глубине торфяной залежи, провести радиоуглеродный анализ, выявить прошедшие пожары на исследуемых территориях.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в бореальной зоне Северо-Востока европейской части России, в подзоне средней тайги Республики Коми. Территория расположена в умеренном поясе. Современные среднегодовые температуры составляют 0–(-2) °С. Среднее количество осадков составляет 600–800 мм в год [17].

Объектами исследования были торфяные олиготрофные почвы. Торфяник I площадью 32 га расположен вблизи Максимовского стационара ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (61°41' с. ш., 50°40' в. д.) на территории Мезенско-Вычегодской равнины в Сысольском округе типичных подзолистых и торфяно-подзолисто-глееватых почв (рис. 1).

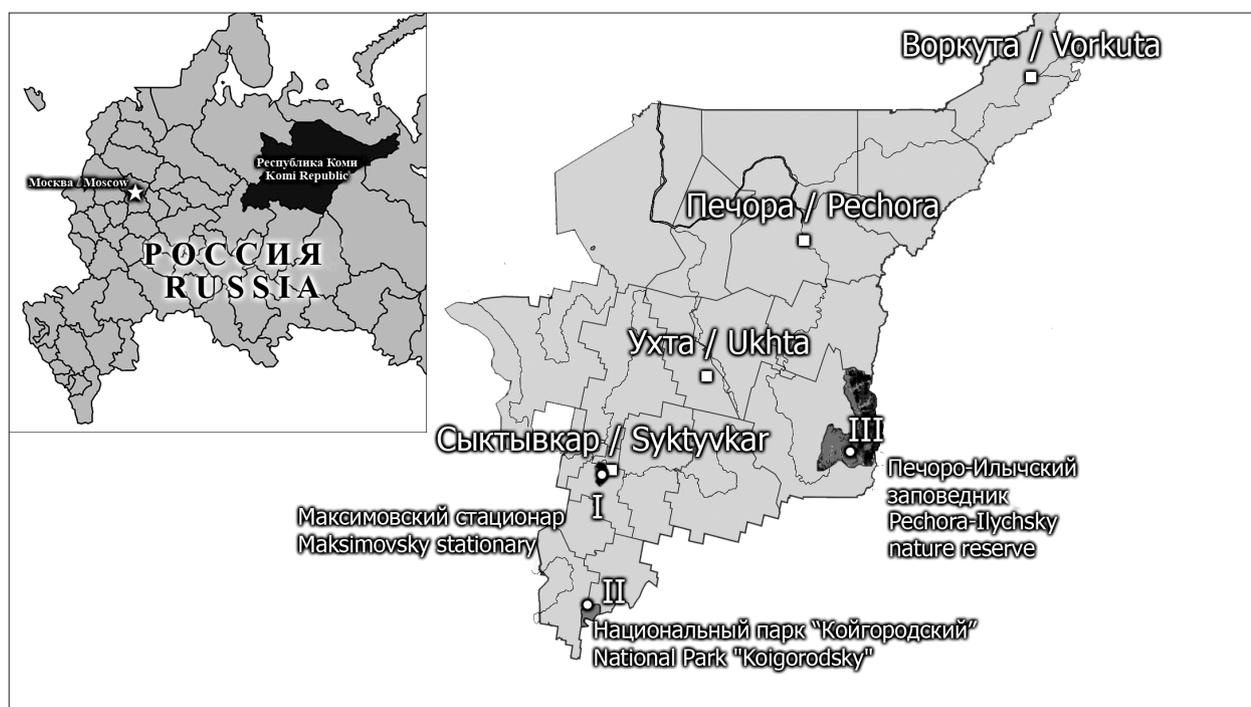


Рис. 1. Расположение объектов исследования / Fig. 1. The location of the research objects

Торфяник II площадью около 170 га расположен в окрестностях национального парка «Койгородский» (59°58' с. ш., 50°09' в. д.) на территории Северных Увалов в Летском округе дерново-подзолистых почв. Торфяник III площадью около 220 га расположен на территории Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника (61°57' с. ш., 57°55' в. д.) в предгорьях Северного Урала в Подгорно-Уральском округе глееподзолистых и горных лесных глееподзолистых иллювиально-гумусовых почв. Современная растительность исследуемых территорий представлена сосняками сфагновыми. Мохово-лишайниковый ярус характеризуется преобладанием сфагновых мхов: *Sphagnum angustifolium*, *S. fuscum*, *S. magellanicum*. Травяно-кустарничковый ярус отличается постоянным присутствием *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum* и др.

Для анализа и реконструкции пирогенной истории был произведён подсчёт макрочастиц угля (пирогенные остатки более 125 мкм) [18]. Так как в акротелме и катотелме процесс торфообразования идёт по-разному [19], история современных пожаров установлена с применением дендрохронологических методов с использованием древесных кернов и спилов живой и мёртвой древесины, которые имеют пожарные подсушины [20]. Для выявления пожаров на территории Максимовского стационара было отобрано 30 кернов и 30 спилов, «Койгородского» национального парка – 60 кернов и 15 спилов, Печоро-Илычского заповедника – 300 кернов и 50 спилов. Образцы спилов с живых и мёртвых деревьев отбирались без валки дерева методом их выпиливания из ствола. Определение ширины годичных колец и датирование пожаров на подготовленных образцах древесины проведены с использованием программ CDendro 9.0.1 и Coorecorder 9.0.1, а также установки LINTAB и компьютерной программы TsapWin [21].

Радиоуглеродный анализ проводили жидкостно-сцинтилляционным методом

в Институте мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН (ИМКЭС СО РАН). Калибровка радиоуглеродного возраста в календарный возраст произведена с помощью программы CALIB REV – 7.10 [22]. На основе калиброванного возраста построена модель скорости вертикального прироста торфяной залежи при помощи программы Clam 2.3.9. [23].

Статистическую обработку полученных данных о концентрации макрочастиц угля в торфе осуществляли в программе CharAnalysis, адаптированной для среды программирования R [24]. Программа позволяет из полученных значений концентрации углеродных частиц в торфяной колонке рассчитать скорость их аккумуляции, а также подобрать необходимые статистические параметры, позволяющие достоверно выделить фоновые значения скорости накопления частиц древесного угля и локальные пожарные события.

Результаты и обсуждение

Результаты дендрохронологических исследований представлены в таблице 1. Согласно полученным результатам, за предыдущие два-три столетия на рассматриваемых участках было зафиксировано близкое число пожаров (1–3). Показано, что последний раз торфяники подвергались пожарам в конце XVIII – начале XX веков (1772–1919 гг.), давность пожаров варьировала от 100 до 140 лет назад. На исследуемых участках интервал между пожарами составляет 37–45 лет с близкой средней периодичностью.

По результатам радиоуглеродного датирования выявлено, что формирование торфяника I мощностью 72 см началось в начале атлантического периода 8,2 тыс. календарных лет назад (кал. л. н.). Наибольшая скорость аккумуляции частиц угля в торфянике выявлена на глубине 16 см (более 10 частиц на см²/год). Вероятно, это результат пожаров, пройденных более 100 лет назад (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1 / Table 1

Даты пожаров с периодами между ними на исследуемых объектах
Dates of fires and intervals between them at the investigated peat soils

Торфяник Peat soil	Установленные даты пожаров Dates when there were fires	Год учёта Year of the research	Интервал между пожарами, лет Interval between fires	Средняя периодичность пожаров, лет Average frequency of fires, years	Давность пожара, лет Last fire, year
I	1919; 1874	2019	45	45	100
II	1879	2019	–	–	140
III	1906; 1869; 1772	2019	37	37	113

Таблица 2 / Table 2

Результаты радиоуглеродного датирования торфов
Results of radiocarbon dating of peats

Лабораторный номер образца Laboratory number of samples	Глубина отбора образца, см Depth, cm	Возраст, ¹⁴ C лет назад Age, ¹⁴ C BP	Возраст, кал. л. н. (1σ) Age, cal. BP
Максимовский стационар (Maksimovsky stationary) (I)			
ИМКЭС 14С2106	25–35	990±90	1073 (978–1167)
ИМКЭС 14С2111	55–65	2730±115	2936 (2810–3063)
ИМКЭС 14С2139	89–90	7350±300	8207 (7914–8499)
«Койгородский» национальный парк (Koigorodsky National Park) (II)			
ИМКЭС 14С1976	50–70	4433±150	5147 (4938–5355)
ИМКЭС 14С1919	104–105	9030±200	10225 (9895–10556)
Печоро-Илычский заповедник (Pechora-Ilych nature reserve) (III)			
ИМКЭС 14С1903	30–40	455±80	510 (400–620)
ИМКЭС 14С1884	70–80	1875±55	1875 (1806–1943)
ИМКЭС 14С1882	100–110	3840±55	4339 (4223–4455)
ИМКЭС 14С1893	135–145	4725±150	5378 (5043–5713)
ИМКЭС 14С1895	160–170	6228±120	7194 (7051–7337)
ИМКЭС 14С1969	210–220	6730±120	7653 (7556–7750)

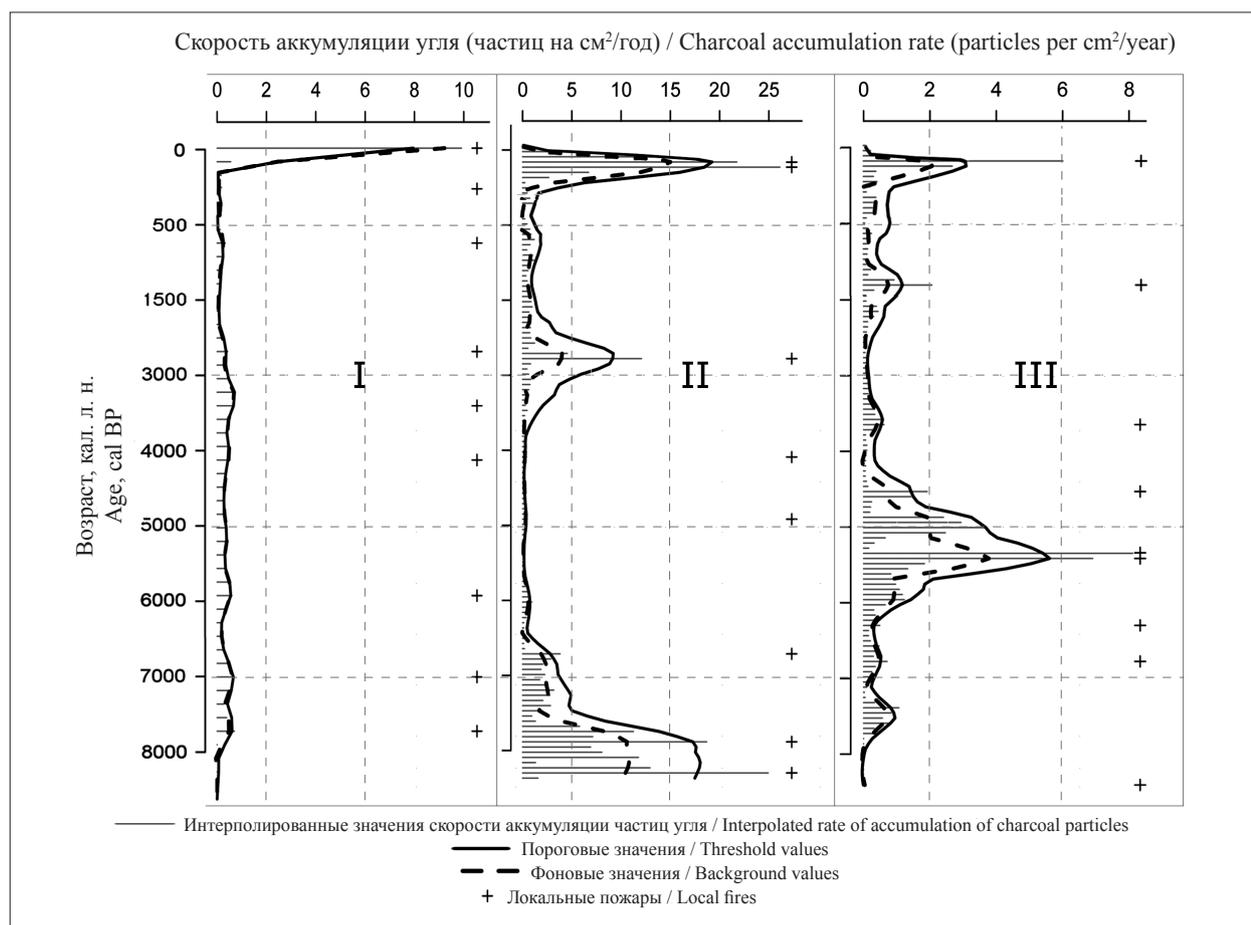


Рис. 2. Содержание макроскопических частиц угля в исследуемых торфяных почвах: I – в окрестностях Максимовского стационара; II – в окрестностях национального парка «Койгородский»; III – в Печоро-Илычском заповеднике / Fig. 2. The content of macroscopic charcoal particles in the investigated peatlands: I – in the surroundings of the Maksimovski stationary; II – in the surroundings of the Koigorodsky National Park; III – in the Pechora-Ilych nature reserve

Торфяник в окрестностях стационара выделяется высоким содержанием макроскопических частиц (1084 шт./см^3) в современный период (± 500 кал. л. н.). Вероятно, на это повлияло близкое расположение к крупному населенному пункту (рис. 1).

Формирование торфяника II мощностью 105 см началось в первой половине бореального периода 10,2 тыс. кал. л. н. Пирогенные углистые включения обнаружены в самом нижнем горизонте (193 шт./см^3), что свидетельствует о пожаре (или серии пожаров), который, вероятно, способствовал заболачиванию территории. В период от 10,2 до 6,5 тыс. кал. л. н. наблюдается высокая частота пожаров. Согласно данным дендрохронологических исследований 140 лет назад был крупный пожар (табл. 1), способствовавший формированию пирогенного горизонта на глубине 10–15 см.

Формирование торфяника III мощностью 218 см началось 7,7 тыс. кал. л. н. и относится к середине атлантического периода. По данным подсчета макрочастиц угля максимальное количество пирогенных включений в торфяной толще обнаружено на глубине 120–140 см (496 шт./см^3), что соответствует 5,5 тыс. кал. л. н. (рис. 2). По результатам дендрохронологии, торфяник был подвержен пожару в 1906 г. (113 лет назад), что привело к увеличению количества угля на глубине 18–20 см (139 шт./см^3) (табл. 1). Между исследуемыми торфяными почвами выявлены различия в содержании макрочастиц угля. Торфяник в национальном парке «Койгородский» отличается более высокой концентрацией древесного угля в целом. Это может указывать на более высокую частоту пожаров в лесах, окружающих этот участок, вероятно, из-за геоморфологических, гидрологических особенностей и более южного расположения.

Показано, что наиболее длительный промежуток времени с высокой скоростью аккумуляции угля приходился на конец бореального и на атлантический периоды голоцена. Эти данные соответствуют ранним исследованиям климата на территории северо-востока Европы. Согласно [25, 26] в атлантический период среднегодовая температура и влажность превышали современные показатели, и в этот период наблюдались этапы резких, не оразившихся повсеместно, климатических изменений. Данные результаты совпадают с [27, 28], но в них также выявлено, что летние значения солнечной радиации в бореальной зоне в раннем голо-

цене (11–8 тыс. кал. л. н.) становились выше и достигали пиковых значений в среднем голоцене 8–4,5 тыс. кал. л. н. (атлантический период) и уменьшались в позднем голоцене вплоть до настоящего времени. Вероятно, в период раннего голоцена преобладали растительные сообщества, устойчивые к пожару (широколиственные леса), которые сменились пожароопасными фитоценозами, состоящими в основном из вересковых, сосновых, берёзовых и ивовых сообществ, способствовавших распространению пожаров в период среднего голоцена [29].

Учитывая, что в атлантическом периоде (климатический оптимум голоцена) среднеиюльская температура была выше, резкие возрастания летних температур с засушливыми периодами могли способствовать учащению пожаров на исследуемой территории. Таким образом, можно предположить, что при повышении летней температуры воздуха, уменьшении влажности и смене растительных сообществ на пожароопасные следует ожидать увеличения количества пожаров в средней тайге европейской части России. За период суббореального и начала субатлантического периодов с более холодным, влажным климатом [25] и с преобладанием пожаростойких растительных сообществ, характерных для конца голоцена [29], выявлена меньшая скорость аккумуляции пирогенных остатков.

Отмечен резкий рост скорости аккумуляции угля в конце голоцена. Предположительно, это может быть связано с возрастающим антропогенным влиянием. Близкие результаты были представлены в [7], где авторы связывают увеличение скорости аккумуляции угля с деятельностью человека.

Заключение

Впервые представлены результаты по комплексному изучению пожаров на территории бореальной зоны Северо-Востока европейской части России в голоцене. Воссоздана динамика пожаров и накопления углистых частиц в торфяных горизонтах. Выявленные пирогенные признаки изученных торфов отражают современное развитие болот и их отдельные этапы.

Установлена высокая интенсивность пожаров в атлантический период голоцена, в котором показатели температуры превышали современные. Суббореальный период характеризуется меньшей частотой пожаров.

Выявлено резкое увеличение концентрации макрочастиц угля в нижних горизонтах

исследуемых торфяных почв. Можно предположить, что пожары в них являлись фактором, приведшим к первоначальному заболачиванию территорий.

Показано возрастание скорости аккумуляции макроскопических частиц угля в настоящее время, что, вероятно, связано с ростом антропогенного влияния.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 19-29-05111 мк.

References

1. Doerr S.H., Santin C. Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world // *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*. 2016. V. 371. P. 1–10. doi: 10.1098/rstb.2015.0345
2. Flannigan M.D., Krawchuk M.A., de Groot W.J., Wotton B.M., Gowman L.M. Implications of changing climate for global wildland fire // *International journal of wildland fire*. 2009. V. 18. No. 5. P. 483–507. doi: 10.1071/WF08187
3. Gabbasova I.M., Suleimanov R.R., Sitdikov R.N., Garipov T.T. Pyrogenic degradation of drained peat soils // *Eurasian Soil Science*. 2005. V. 6. P. 642–647 (in Russian).
4. Sirin A.A., Medvedeva M.A., Makarov D.A., Maslov A.A., Joosten H. Multispectral satellite based monitoring of land cover change and associated fire reduction after large-scale peatland rewetting following the 2010 peat fires in Moscow Region (Russia) // *Ecological Engineering*. 2020. Article No. 106044. doi: 10.1016/j.ecoleng.2020.106044
5. Vompersky S.E., Tsyganova O.P., Kovalev A.G., Glukhova T.V., Valyaeva N.A. Bog formation of the Russian area as a factor of fixing atmospheric carbon, carbon turnover on the area of Russia // *Selected scientific proceedings on the problem “Global evolution of the biosphere. Anthropogenic contribution”*. Moskva: Ministry of Science of the Russian Federation, 1999. P. 124–145 (in Russian).
6. Efremova T.T., Efremov S.P. Pyrogenic transformation of organic matter in soils of forest bogs // *Eurasian Soil Science*. 2006. V. 39. No. 12. P. 1297–1305. doi: 10.1134/S1064229306120039
7. Kupriyanov D.A., Novenko E.Y. Reconstruction of the Holocene dynamics of forest fires in the central part of Mesherskaya lowlands according to antracological analysis // *Contemporary Problems of Ecology*. 2019. V. 12. No. 3. P. 204–212. doi: 10.1134/S1995425519030065
8. Novenko E.Y., Mazei N.G., Kupriyanov D.A., Volkova E.M., Tsyganov A.N. Holocene dynamics of vegetation and ecological conditions in the center of the East European plain // *Russian Journal of Ecology*. 2018. V. 49. No. 3. P. 218–225. doi: 10.1134/S1067413618030062
9. Barhoumi C., Peyron O., Joannin S., Subetto D., Kryshen A., Drobyshev I., Girardin M.P., Brossier B., Alleaume S., Ali A.A. Gradually increasing forest fire activity during the Holocene in the northern Ural region (Komi Republic, Russia) // *The Holocene*. 2019. V. 29. P. 1906–1920. doi: 10.1177/0959683619865593
10. Dyakonov K.N., Novenko E.Y., Mironenko I.V., Kupriyanov D.A., Bobrovsky M.V. The role of fires in the Holocene landscape dynamics of the southeastern part of Meshchera lowlands // *Doklady Earth Sciences*. 2017. V. 477. No. 1. P. 1336–1342. doi: 10.1134/S1028334X17110125
11. Egli M., Mastrodonato G., Seiler R., Raimondi S., Favilli F., Crimi V., Krebs R., Cherubin P., Certini G. Charcoal and stable soil organic matter as indicators of fire frequency, climate and past vegetation in volcanic soils of Mt. Etna, Sicily // *Catena*. 2012. V. 88. P. 14–26. doi: 10.1016/j.catena.2011.08.006
12. Vaganov E.A., Vedrova E.F., Verkhovets S.V., Efremov S.P., Efremova T.T., Kruglov V.B., Onuchin A.A., Sukhinin A.I., Shibistova O.B. Forests and swamps of Siberia in the global carbon cycle // *Contemporary Problems of Ecology*. 2008. V. 1. No. 2. P. 168–182. doi: 10.1134/S1995425508020021
13. Jones M.W., Santin C., van der Werf G.R., Doerr S.H. Global fire emissions buffered by the production of pyrogenic carbon // *Nat. Geosci.* 2019. V. 12. P. 742–747. doi: 10.1038/s41561-019-0403-x
14. Loisel J., Gallego-Sala A.V., Amesbury M.J., Magan G., Anshari G., Beilman D.W., Wu J. Expert assessment of future vulnerability of the global peatland carbon sink // *Nat. Clim. Chang.* 2021. V. 11. No. 1. P. 70–77. doi: 10.1038/s41558-020-00944-0
15. Preston C.M., Schmidt M.W.I. Black (pyrogenic) carbon: a synthesis of current knowledge and uncertainties with special consideration of boreal regions // *Biogeosciences*. 2006. V. 3. No. 4. P. 397–420. doi: 10.5194/bg-3-397-2006
16. Karpenko L.V., Prokushkin A.S. Reconstruction of fires in virgin forests at Sym-Dubches interfluvium in the Holocene // *Siberian Journal of Forest Science*. 2019. V. 5. P. 61–69 (in Russian). doi: 10.15372/SJFS20190508
17. Taskaev A.I. Atlas of the Republic of Komi on climate and hydrology. Moskva: Drofa; DiK, 1997. 115 p. (in Russian).
18. Mooney S., Tinner W. The analysis of charcoal in peat and organic sediments // *Mires and Peat*. 2011. V. 7. P. 1–18.
19. Inisheva L.I. Peat soils: genesis and classification // *Eurasian Soil Science*. 2006. V. 39. No. 7. P. 781–786. doi: 10.1134/S1064229306070027
20. Madany M.N., Swetnam T.W., West N.E. Comparison of two approaches for determining fire dates from tree scars // *Forest Science*. 1982. V. 28. No. 4. P. 856–861.
21. Rinn F. TSAP. Version 3.0. Reference manual. Computer program for time series analysis and presentation. Heidelberg, 1996. 264 p.
22. Stuiver M., Reimer P.J. Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C age calibration program // Ra-

diocarbon. 1993. V. 35. No. 1. P. 215–230. doi: 10.1017/S0033822200013904

23. Blaauw M. Methods and code for ‘classical’ age-modelling of radiocarbon sequences // Quaternary geochronology. 2010. V. 5. No. 5. P. 512–518. doi: 10.1016/j.quageo.2010.01.002

24. Higuera P. Char Analysis 0.9: Diagnostic and analytical tools for sediment-charcoal analysis. Bozeman: MT, Montana State University, 2009. 27 p.

25. Borisova O.K. Landscape and climate change in holocene // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2014. No. 2. P. 5–20 (in Russian).

26. Golubeva Yu.V. Holocene climate and vegetation of Komi Republic // Lithosphere. 2008. No. 2. P. 124–132 (in Russian).

27. Heikkilä M., Seppä H. A 11,000 yr palaeotemperature reconstruction from the southern boreal zone in Finland // Quaternary Science Reviews. 2003. V. 22. No. 5–7. P. 541–554. doi: 10.1016/S0277-3791(02)00189-0

28. Feurdean A., Vannièrè B., Finsinger W. Fire hazard modulation by long-term dynamics in land cover and dominant forest type in eastern and central Europe // Biogeosciences. 2020. V. 17. P. 1213–1230. doi: 10.5194/bg-17-1213-2020

29. Molinari C., Carcaillet C., Bradshaw R.H., Hannon G.E., Lehsten V. Fire-vegetation interactions during the last 11,000 years in boreal and cold temperate forests of Fennoscandia // Quaternary Science Reviews. 2020. V. 241. Article No. 106408. doi: 10.1016/j.quascirev.2020.106408

Уважаемые коллеги!
Приглашаем Вас принять участие в работе
III Всероссийского научного форума
«Утилизация и рециклинг отходов
производства и потребления»

г. Киров, 23–25 ноября 2021 г.

В рамках форума будут проходить:

1. III Всероссийская научно-практическая конференция «Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии».

2. XIX Всероссийская конференция с международным участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем».

3. Молодёжный конкурс научно-исследовательских проектов «Разработка методов и технологий обращения с отходами производства и потребления, организации экологического мониторинга».

На форуме будут представлены результаты исследований, проведённых в ходе Менделеевской экологической экспедиции на Байкал (2021 г.).

К началу работы конференции планируется издать сборник материалов конференции.

Организаторы: Вятский государственный университет, ФГУП «ФЭО»,
 Институт биологии Коми научного центра
 Уральского отделения Российской академии наук.

Контакты:

<http://envjournal.ru/ecolab/knf.php>,

e-mail: confbioeco@gmail.com,

тел.: 8(8332)37-02-77

Ответственный секретарь:

С. Ю. Огородникова