

ЛИТЕРАТУРА

1. *Faegri K., Iversen J.* Textbook of pollen analysis. 3d ed. New York: Hafner Press, 1975. 295 p.
2. *Stockmarr J.* Determination of spore concentration with an electronic particle counter // Geological Survey of Denmark Yearbook. 1973. V. 1972. P. 87–89.
3. *Bronk Ramsey C.* Methods for summarizing radiocarbon datasets // Radiocarbon. 2017. V. 59(2). P. 1809–1833.
4. *Reimer P.J. et al.* IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP // R2013. V. 55(4).
5. *Kuzmicheva E.A. et al.* Vegetation and climate reconstruction for the Bale Mountains (Ethiopia) in the Holocene according to the pollen analysis and radiocarbon dating of zoogenic deposits. // Doklady Biological Sciences. 2014. V. 458. No 1.
6. *Kuzmicheva E.A., Khasanov B.F., Krylovich O.A., Debelli H.J., Worku W., Yirga S., Savinetsky A.B.* Vegetation and climate history of the Harenn Forest (Bale Mountains, Ethiopia) in the Holocene // Biology Bulletin. 2018. V. 45(6). P. 537–548.
7. *Verschuren D., Laird K.R., Cumming B.F.* Rainfall and drought in equatorial east Africa during the past 1,100 years // Nature. 2000. V. 403. No 6768. P. 410.

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ПОЛЕССКИХ ЛАНДШАФТАХ В ГОЛОЦЕНЕ

Д.А. Куприянов¹, Е.Ю. Новенко^{1,2}

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, РФ, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, dmitriy Kupriyanov1994@yandex.ru

² Институт географии РАН, 119017, РФ, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, lenanov@mail.ru

Лесные пожары не только играют большую роль в жизни человека на протяжении всей истории развития общества, но и выступают в качестве одного из важнейших факторов функционирования геосистем. Динамика лесных пожаров, определяемая как климатом, так и деятельностью человека, оказывает существенное влияние в первую очередь на растительный покров – один из наиболее чувствительных ландшафтных компонентов. Особо важную роль лесные пожары играют в ландшафтах полесского типа. Данные территории характеризуются преобладанием песчаной литогенной основы, что обуславливает значительную роль сосны в составе растительных сообществ. Такие леса относятся к лесам повышенной пожарной опасности и характеризуются высокой частотой лесных пожаров [1]. Выбранные территории исследования – центральная часть Мещёрской низменности («Озёрная Мещёра») в пределах национального парка «Мещёрский» и Мокшинское полесье в пределах Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича – относятся к полесским ландшафтам и характеризуются преобладанием сосновых лесов и высокой периодичностью лесных пожаров. В том числе данные территории значительно пострадали от лесных пожаров летом 2010 года.

Один из методов реконструкции пожаров в прошлом – анализ частиц угля в торфяных отложениях. Изучение макроскопических частиц древесного угля в торфе позволяет выявить динамику лесных пожаров в

прошлом, а спорово-пыльцевой анализ и другие методы изучения торфяной залежи позволяют определить факторы, определившие пожарный режим в определённые эпохи.

Материалом для исследования в пределах центральной Мещёры послужила торфяная колонка болота Студенческое (55°15'58,71" с.ш.; 40°12'05,08" в.д.) глубиной 220 см. Для Мокшинского полесья – колонка болота Долгий Мост (54°44'48,82" с.ш.; 43°12'10,59" в.д.) глубиной 278 см. Изучалось содержание в торфе частиц древесного угля размером >125 µm. Пробы торфа объёмом 1 см³ брались из торфяной колонки каждые 2 см в случае болота Студенческое и каждые 3 см для болота Долгий Мост и затем помещались в 10%-й раствор NaOCl объёмом 100 мл. В растворе в течение суток происходило отбеливание неповреждённого огнём органического материала. Затем образцы промывались дистиллированной водой и помещались в чашку Петри. Подсчёт количества частиц древесного угля производился под биноклем при 40-кратном увеличении.

Обработка данных концентрации макрочастиц угля в торфе осуществлялась в программе CharAnalysis [2], адаптированной для среды программирования R. Программа позволяет на основе выборки из полученных значений концентрации угля в торфяной колонке рассчитать скорость аккумуляции угольных частиц, а также рассчитать фоновые и значения концентрации частиц угля и отделить пожары, происходившие в ради-

усе до 1 км от изучаемого болота, от пожаров, происшедших на расстоянии до 20 и более км.

Для отделения пиковых значений концентрации угля от фоновых показателей и различных «шумов» используется пороговое значение. Фоновые и пороговые значения концентрации угля в торфе для болота Студенческое были вычислены с использованием статистической сглаживающей функции LOESS с периодом сглаживания в 800 лет, а для болота Долгий Мост – с периодом сглаживания 1000 лет и сглаживающей функцией LOWESS. Пики накопления частиц угля рассчитывались как отношение между интерполированными значениями концентрации частиц угля и рассчитанного фонового их содержания. Пороговые значения для идентификации пиков выделены на основе нормального распределения значений с распределением «шумов» основанных на Гауссовой модели рассеивания примесей.

Хронологию изучения пирогенной динамики обеспечивают модели скорости накопления болотных отложений, выполненные на основе результатов радиоуглеродного датирования образцов торфа (9 проб для болота Студенческое и 6 проб для болота Долгий Мост).

График скорости накопления макрочастиц угля в торфе и распределения пиков пожарной активности болота Студенческое (Рис. 1) показывает неравномерное распределение скоростей аккумуляции частиц угля в торфе и пиков пожарной активности. Максимальные

скорости накопления угольных частиц и локальной активности лесных пожаров наблюдается для начального этапа образования торфяной залежи в период ~9200–6800 кал. лет назад, где выявлено 10 пиков локальных пожаров. Для указанного периода характерны относительно тёплые и сухие климатические условия [3]. Затем активность пожаров снижается, достигая минимальных значений в период ~6200–3800 кал. лет назад (2 локальных события), что соответствует более влажному климату. Для периода ~3800–1500 кал. лет назад показаны 6 пиков пожарной активности. В последние ~2000 кал. лет наблюдается 4 пожара в непосредственной близости от исследуемого болота. Пик скорости накопления угольных частиц ~1500 кал. лет назад согласно данным палинологического анализа соответствует началу хозяйственного освоения изучаемой территории. Антропогенный характер лесных пожаров в данное время согласуется с результатами археологических исследований данного района. Спорово-пыльцевые данные показывают, что в периоды высокой пожарной активности растительные сообщества изучаемой территории характеризуется преобладанием сосны и берёзы, в то время как в периоды низкой активности пожаров большую роль приобретает ель, а также появляются широколиственные породы деревьев.

Для болота Долгий Мост, расположенного в Мордовском заповеднике, характерна картина распределения скоростей аккумуляции частиц угля и локальных

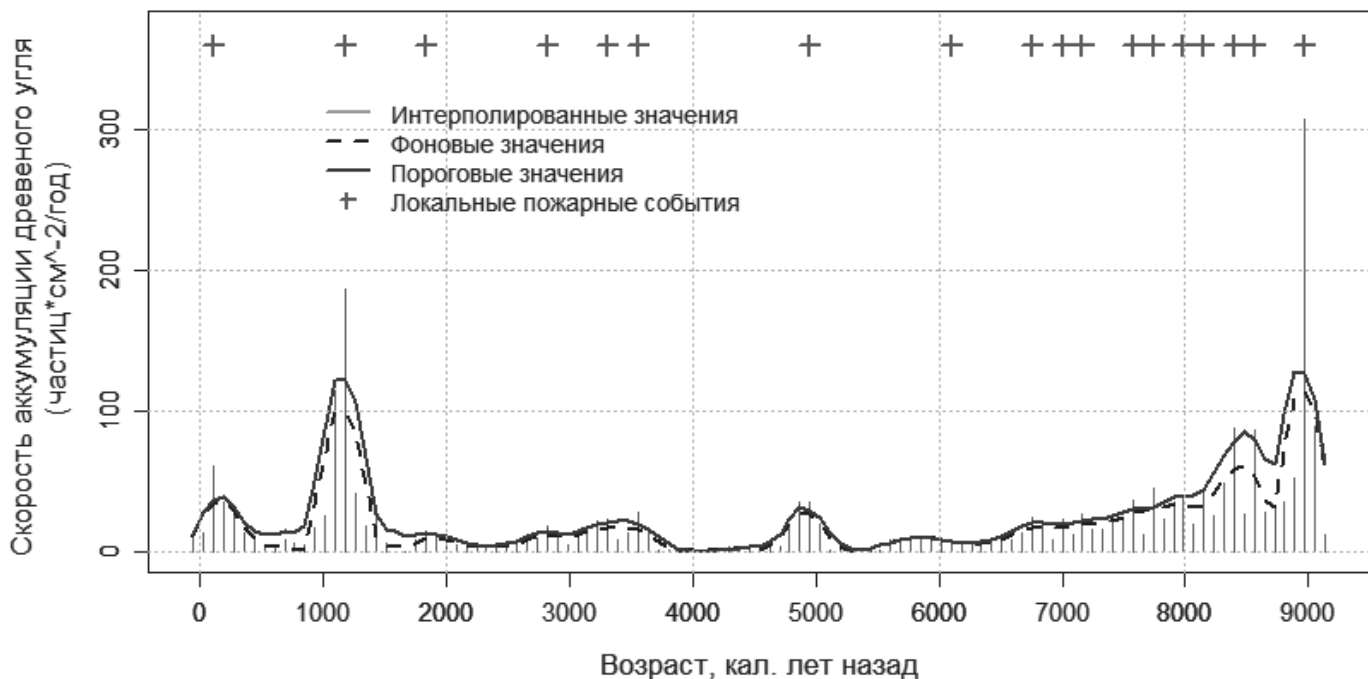


Рисунок 1. График скорости аккумуляции макрокопических частиц угля в торфе болота Студенческое, распределения фоновых и пороговых значений концентрации и локальных пожарных событий.

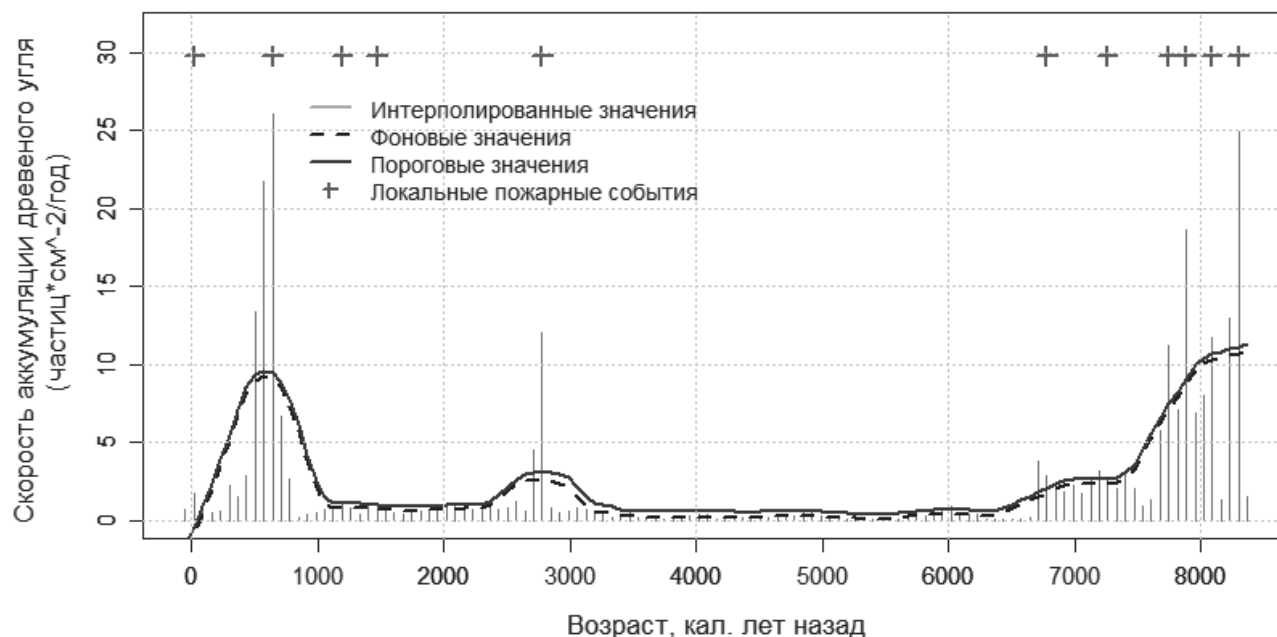


Рисунок 2. График скорости аккумуляции макроscopic частиц угля в торфе болота Долгий Мост, распределения фоновых и пороговых значений концентрации и локальных пожарных событий.

пожарных событий (Рис. 2), схожая с центральной Мещёрой. Максимальные значения наблюдаются 6600–8400 кал. лет назад (6 пожарных событий в непосредственной близости от болота). В это время также наблюдается преобладание в древостоях сосны и берёзы. Скорости аккумуляции угля значительно снижается после наступления более влажных климатических условий [3]. Наблюдается единичное пожарное событие ~2800 кал. лет назад. По данным спорово-пыльцевого анализа в период низкой активности лесных пожаров наблюдается преобладание елово-широколиственных лесов. Увеличение частоты лесных пожаров (4 локальных события) наблюдается в последние 1200 кал. лет, что, вероятно, связано с интенсивным сельскохозяйственным освоением региона, что подтверждается результатами палинологических исследований и археологическими изысканиями. Также для данного периода характерно резкое снижение участия в древостоях широколиственных пород и ели, а также преобладание сосновых лесов.

Результаты исследований показывают, что в пределах двух участков, относящихся к ландшафтам полесского типа, расположенных в центральной части Восточно-Европейской равнины, в голоцене наблюдается

схожая динамика лесных пожаров. ~6600–9000 кал. лет назад пирогенная активность была относительно высокой, что приводило к преобладанию постпирогенных растительных сообществ с преобладанием сосны и берёзы. С наступлением более влажного периода количество лесных пожаров значительно снижается, что способствовала внедрению в состав древостоев ели и широколиственных пород. Значительное увеличение активности лесных пожаров начинается ~1500 кал. лет назад, что, вероятно, обусловлено антропогенным прессом.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (18-04-01329).

ЛИТЕРАТУРА

1. Фурьев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. 252 с.
2. Higuera P. CharAnalysis 0.9: Diagnostic and analytical tools for sediment-charcoal analysis. Bozeman: MT, Montana State University, 2009. 27 p.
3. Новенко Е.Ю. Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов. М.: ГЕОС, 2016. 228 с.