

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЖАРОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ МЕЩЕРЫ В ГОЛОЦЕНЕ: РЕКОНСТРУКЦИЯ ПО ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© 2021 г. В. А. Баталова^{a, *}, Н. Г. Мазей^{a, **}

^aМосковский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: vlada1996batalova@mail.ru

**E-mail: natashamazei@mail.ru

Поступила в редакцию 20.09.2020 г.

После доработки 15.04.2021 г.

Принята к публикации 20.04.2021 г.

В статье представлены новые результаты палеоэкологических исследований юго-восточной части Мещерской низменности. Реконструкция динамики растительности и пожаров в голоцене выполнена по данным радиоуглеродного датирования, спорово-пыльцевого анализа и анализа потерь при прокаливании торфяной залежи болота Капелька (Касимовский район Рязанской области). Полученные данные показали, что в период 9700–8000 кал. л. н. на территории господствовали березово-сосновые леса, по всей видимости, сохранившиеся в этой части Мещерской низменности с начала голоцена. Данный временной интервал отличался очень высокой частотой пожаров как природного, так и антропогенного происхождения. В период 8000–4000 кал. л. н. растительность региона представляла собой сочетание широколиственных и сосновых лесов с подлеском из лещины, березово-сосновых лесов и пойменных лесов с участием ольхи. Этому периоду была свойственна пониженная частота пожаров. В интервал 4000–300 кал. л. н. широколиственные леса достигли наиболее полного развития, растительность региона была представлена хвойно-широколиственными лесами с участием ели. Несколько увеличилась площадь открытых пространств за счет возросшей частоты пожаров около 1200 кал. л. н. Около 300 кал. л. н. юго-восточная часть Мещеры приобрела современный облик – обширные площади заняли вторичные сосново-березовые леса и открытые пространства, занятые производной растительностью. Наиболее серьезную трансформацию природные комплексы Мещерской низменности испытали вследствие антропогенных воздействий в эпоху неолита (ок. 8500 кал. л. н.), в раннеславянское время (ок. 1200 кал. л. н.) и на современном этапе (последние 300 лет).

Ключевые слова: палеоэкология, голоцен, пожары, динамика растительности, спорово-пыльцевой анализ, радиоуглеродное датирование, потери при прокаливании, Мещерская низменность

DOI: 10.31857/S0869607121030034

ВВЕДЕНИЕ

Динамика природных компонентов под воздействием климата и антропогенной деятельности – актуальный предмет современных палеоэкологических исследований. Интерес к подобным работам обусловлен влиянием событий прошлого на структуру, функционирование, динамику и устойчивость современных природно-территориальных комплексов [18]. Особую важность эволюционный анализ природной среды приобретает в условиях современного глобального потепления, позволяя проводить

моделирование вероятных ситуаций будущего по аналогии с подобными обстановками, уже имевшими место в прошлом. Отсюда проистекает не только фундаментальная, но и прикладная значимость подобных исследований.

Мещерская низменность уже более 60 лет служит объектом геолого-геоморфологических и палеогеографических исследований [3, 5, 6, 23]. К настоящему времени накоплен значительный массив работ, посвященных структуре региональных ландшафтов и их динамике [10, 12, 15, 16]. Палеогеографические исследования, связанные с изучением динамики растительности и пожарных обстановок, а также с выявлением этапов хозяйственного освоения региона, проводились на севере Мещерской низменности [7] и в Центральной Мещере [2, 1, 14]. В последние годы реконструкции природной среды и пожаров проводятся и для юго-восточной части Мещеры [20, 11, 21, 24].

Палеоэкологические исследования в Касимовском районе Рязанской области (юго-восточная оконечность Мещерской низменности) до настоящего времени не проводились. Исследуемая часть Мещеры является региональным ландшафтным экотонном, занимая пограничное положение между Мещерским полесским ландшафтом и Касимовским ополем. С другой стороны, она относится к ландшафтам долинного типа и представляет собой террасовую местность среднего течения р. Оки. Различные археологические свидетельства указывают на то, что подобное разнообразие природных условий и близость к водным путям служили основными критериями при выборе мест для стоянок древним человеком в среднем течении Оки, начиная с эпохи мезолита [4]. Поэтому, несмотря на широкое распространение псаммофитно-боровых ландшафтов, малопродуктивные почвы и высокую заболоченность, регион имеет длительную историю освоения человеком [3] и представляет особый интерес для археологических и палеоэкологических исследований.

Целью настоящей работы является реконструкция динамики растительности и пожаров юго-восточной части Мещеры в районе Окско-Цнинского вала в голоцене методами спорово-пыльцевого анализа и анализа потерь при прокаливании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемая территория находится в юго-восточной части Мещерской низменности, на юге Касимовского района Рязанской области (рис. 1). Южная часть района занята плоской водноледниково-моренной равниной с многочисленными карстовыми формами рельефа. Ландшафт территории относится к террасовой местности долины р. Оки, суженной структурами Окско-Цнинского вала. Слагающие геологический фундамент каменноугольные известняки и доломиты перекрыты слоем донской морены и мощной толщей флювиогляциальных песков. Климат территории умеренный, умеренно-континентальный. По данным метеостанции Елатьма, расположенной в 41 км от объекта исследования, средние значения температуры января составляют -10.6°C , июля $+19.1^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура составляет $+4.4^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков 583 мм. Касимовский район располагается у южной границы подзоны хвойно-широколиственных лесов. В исследуемой части района по причине широкого распространения бедных песчаных субстратов в растительном покрове преобладают сосновые и сосново-еловые леса, в которых формируются почвы подзолистого профиля. Значительные площади занимают болотно-подзолистые и болотные почвы. Заболоченность региона обусловлена водозастойным режимом и плоским рельефом [22].

В основе работы лежат материалы, полученные в результате детальных полевых исследований болотного комплекса в июне 2017 г. Болото Капелька ($54^{\circ}51'46''$ с.ш.; $41^{\circ}07'52''$ в.д.) имеет асимметричную каплевидную форму закарстованной котловины, что послужило причиной появления своеобразного топонима. Болото расположено на второй надпойменной террасе р. Оки, относится к типу переходных и имеет атмосферно-грунтовое питание, усиливающееся в половодье водами Оки, попадающими в

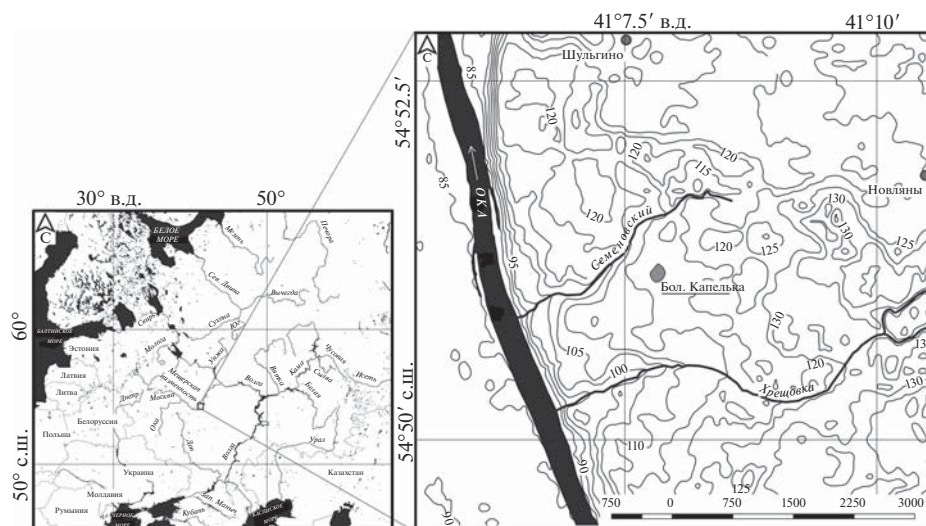


Рис. 1 Географическое положение района исследований.

Fig. 1. Location of the study area.

понуру болота по трещиноватым известнякам. Диаметр болота составляет 90 м. В растительном покрове болотной котловины выделяются 3 фитоценоза: основную часть занимает березово-сосновое пушицево-сфагновое редколесье с пятнами багульника; по закрайке болота произрастает березово-сосновый зеленомошно-беломошный лес с примесью ели, пятнами черники и багульника; склоны котловины заняты беломошно-зеленомошным сосновым лесом с пятнами черники, брусники и багульника. В травяном ярусе присутствуют виды как верхового, так и низинного типов болот. Древесная растительность болота приурочена к кочкам, имеющим высоту до 50 см, что свидетельствует о том, что болото нередко горело и так и не перешло в стадию верхового. Максимальная мощность торфяной залежи 205 см.

Отбор торфяных кернов на спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализы, а также на анализ потерь при прокаливании осуществлялся буром Сукачева производства фирмы “Eijkelkamp” с диаметром пробоотборника 5 см и длиной 50 см. Интервал отбора образцов на спорово-пыльцевой анализ составил 4 см.

Определение радиоуглеродного возраста отложений болота проведено в ЦКП “Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии” Института географии РАН (Москва). Для исследуемого разреза получено 7 радиоуглеродных датировок (табл. 1). Калибровка полученных дат осуществлялась в программе Calib 8.2 с использованием калибровочной кривой IntCal20 [37] на 2 сигмы.

Определение потерь при прокаливании (ППП) образцов торфа проводилось в муфельных печах при $t = 550^{\circ}\text{C}$ в течение 5 ч. Подготовка образцов и тиглей осуществлялась по стандартной методике; величина потери (%) вычислялась по стандартной формуле [8].

Лабораторная обработка образцов на спорово-пыльцевой анализ выполнялась по стандартной методике [34]. Объем анализируемых образцов пыльцы составлял $\sim 1\text{ см}^3$ с интервалом отбора проб 4–5 см. Перед химической обработкой к каждому образцу добавлялись споры *Lycopodium clavatum* [38]. Химическая обработка образцов включала: обработку 10% КОН на водяной бане в течение 5 мин, ситование (с размером ячеек

Таблица 1. Радиоуглеродные датировки отложений болота Капелька
Table 1. Results of radiocarbon dating of sediments of Kapel'ka mire

Датированный материал	Глубина, см	Лабораторный номер образца	Возраст, ^{14}C лет назад	Интервал калиброванного возраста, кал. лет назад (вероятность калибровки)
Торф	16–20	ИГ РАН 4969	310 ± 60	279–502 (96.3%)
	47–50	ИГ РАН 4970	2160 ± 60	1998–2321 (100%)
	70–75	ИГ РАН 4971	2660 ± 60	2703–2888 (96.2%)
	95–100	ИГ РАН 4972	4620 ± 60	5262–5479 (81.3%)
	130–135	ИГ РАН 4973	7360 ± 90	8011–8364 (100%)
	165–170	ИГ РАН 4974	7920 ± 80	8588–8998 (98.9%)
	185–200	ИГ РАН 4950	8650 ± 120	9453–9964 (92.6%)

сита 25 мкм), промывку дистиллированной водой, дегидратацию ледяной уксусной кислотой, ацетолиз, промывку уксусной кислотой и водой [30, 34]. Подсчет и идентификация спор и пылцы проводились на глицериновых временных предметных стеклах при помощи микроскопа Motic BA310 при 400-кратном увеличении [34]. В каждом образце подсчитывались пыльцевые зерна (в среднем 500 зерен на образец), споры и микроскопические угли. При подсчете микроугля учитывались все частицы размером менее 25 мкм, обнаруженные в препарате; их концентрация на спорово-пыльцевой диаграмме представлена в ед/см³. При определении таксономической принадлежности пылцы использовались определители [13, 36, 39]. За 100% принималась сумма пылцы древесных и кустарниковых (АР), а также травянистых и кустарничковых (NAP) растений (АР + NAP = 100%), из которых рассчитывалось относительное содержание каждого таксона. Построение спорово-пыльцевой диаграммы выполнено в пакете программ Tilia/TiliaGraph/TGView [31].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Модель роста отложений и расчеты скорости торфонакопления (рис. 2) выполнены в программе Clam 2.2 [28]. Согласно результатам анализа ППП, отложения на глубине 205–188 см характеризуются минимальными значениями ППП (5%). В интервале 188–176 см величина ППП возрастает до 21–28%. Интервал 176–152 см характеризуется повышенными значениями ППП (53–68%), а верхняя часть разреза, начиная с глубины 152 см, характеризуется максимальными значениями ППП (80–95%); исключения составляют прослой на глубине 144–140, 116–112 и 108–104 см, где показатель ППП понижается до 73–79%.

Согласно данным палинологического анализа спорово-пыльцевую диаграмму можно разделить на 4 пыльцевые зоны (рис. 3).

В спорово-пыльцевых спектрах зоны 1 (205–130 см, 9700–8000 кал. л. н.) доля пылцы деревьев и кустарников составляет 80–95%, преобладает пыльца *Pinus* и *Betula*. Пыльца широколиственных пород (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*) представлена в количествах до 10%. Среди трав и кустарничков преобладает пыльца *Poaceae*, *Rosaceae* и *Artemisia*, выделяется несколько пиков (1–2%) пылцы антропогенных индикаторов (*Cerealia*, *Plantago*). В группе спор доминирует *Sphagnum* (до 25%), в незначительном количестве (1%) присутствуют споры папоротников семейства *Polypodiaceae*.

В спорово-пыльцевых спектрах зоны 2 (130–85 см, 8000–4000 кал. л. н.) доля пылцы деревьев и кустарников составляет 85–90%. Нижняя граница зоны маркируется увеличением доли пылцы широколиственных пород (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*) до 20%, а также пылцы *Alnus* (до 10%). В группе трав и кустарничков в значительном коли-

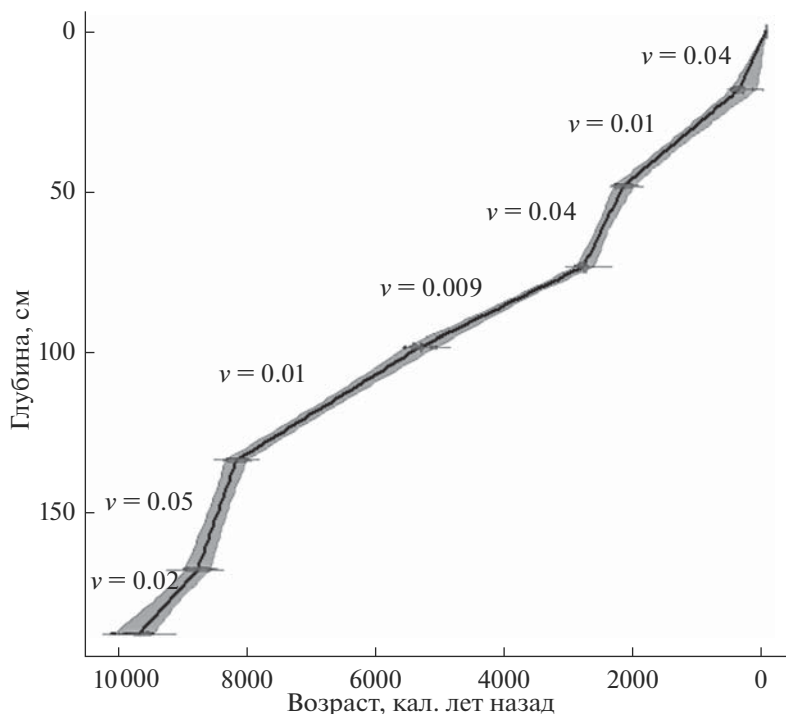


Рис. 2. Модель скорости роста торфяных отложений болота Капелька.

Fig. 2. Age-depth model for the Kapel'ka mire.

честве присутствует пыльца *Poaceae* (до 10%), *Rosaceae* (около 5%) и *Ranunculus* (3–4%). Содержание спор в спектрах данной зоны заметно снижается и становится менее 10%, преобладают споры *Sphagnum* (8–9%).

В спорово-пыльцевых спектрах зоны 3 (85–10 см, 4000–300 кал. л. н.) доля пыльцы деревьев и кустарников составляет 90%. В данной группе преобладает пыльца *Pinus* и *Betula*, доля пыльцы широколиственных пород составляет около 25%. Характерной особенностью данной зоны является появление пыльцы *Picea*, содержание которой варьирует от 2 до 12%. Содержание пыльцы *Alnus* остается на уровне предыдущей зоны, за исключением резкого увеличения содержания (до 60%) на глубине 70–60 см. В группе трав доминирует пыльца *Poaceae* (2–3%) и *Artemisia* (около 4%). В конце зоны появляется пыльца антропогенных индикаторов (*Cerealia*, *Rumex*, *Plantago*, *Fagopyrum*). В группе спор увеличивается содержание *Sphagnum* (до 15%), единично встречаются споры *Polypodiaceae* и *Lycopodium annotinum*.

В спорово-пыльцевых спектрах зоны 4 (10–0 см, 300 кал. л. н.—настоящее время) значительно сокращается доля пыльцы широколиственных пород (до 5%), доминирует пыльца *Pinus* и *Betula*. Среди пыльцы трав преобладает *Poaceae*, *Ericales* и *Artemisia*. Споры в спектрах данной зоны встречаются единично и представлены спорами *Polypodiaceae*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты радиоуглеродного датирования показали, что накопление органо-генных отложений в исследуемой депрессии началось около 9700 кал. л. н. Для ранней

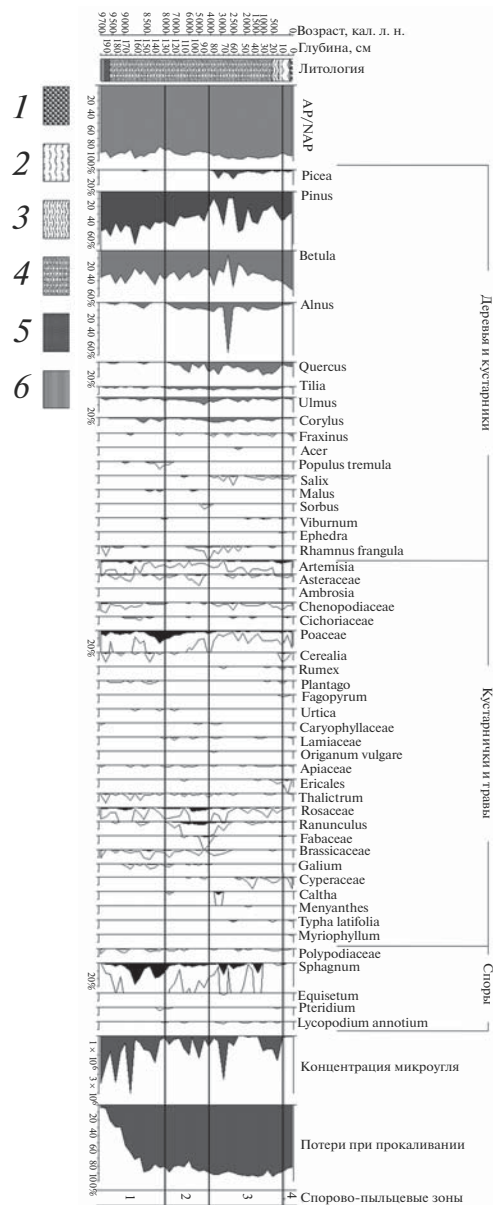


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма, концентрация микрочастиц угля и потери при прокаливании разреза болота Капелька. Сумма пыльцы древесных и трав принята за 100%. Дополнительные кривые показывают содержание пыльцы таксонов, увеличенное в 10 раз. Литология разреза: 1 – очес сфагнума, 2–4 – торф разной степени разложения, 5 – гиттия, 6 – суглинок.

Fig. 3. Pollen diagram, charcoal concentration and LOI of the peat core from the Kapel'ka mire. Pollen sum: AP + + NAP. Additional curves represent $\times 10$ exaggeration of base curves. Peat stratigraphy: 1 – tirt, 2–4 – peat of varying degrees of decomposition, 5 – gyttja, 6 – loam.

стадии развития болота были характерны значительные скорости седиментации (0.02–0.05 см/год), чему способствовал, по всей видимости, прохладный и умерен-

но-влажный климат бореального и начала атлантического периодов голоцена (9700–8000 кал. л. н.) [25]. В это время в юго-восточной части Мещерской низменности господствовали березово-сосновые леса, вероятно, сохранившиеся на данной территории с начала голоцена. Особенностью бореальных спорово-пыльцевых спектров Мещеры выступает абсолютное преобладание пыльцы сосны (до 70%), тогда как спорово-пыльцевые спектры этого периода из разрезов центральной части Европейской России характеризуются преобладанием пыльцы березы, о чем свидетельствуют палинологические данные по разрезу Половецко-Купанского болота — опорного разреза для голоцена Европейской части России [33], а также данные других исследований [25, 19]. Подобное отличие, вероятно, обусловлено эдафическими особенностями региона исследований. На протяжении бореала и в начале атлантического периода широколиственные древесные породы на данной территории присутствовали в незначительном количестве. Такой видовой состав древостоев, по-видимому, был характерен не только для юго-восточной Мещеры, но и для других ее частей [2]. Высокое содержание травянистых таксонов (до 20%) в спектрах этого периода свидетельствует о наличии открытых пространств, занятых злаками и разнотравьем.

Около 8500 кал. л. н. произошло некоторое увеличение площади открытых участков (в пыльцевых спектрах выявлено резкое увеличение пыльцы злаков и появление антропогенных индикаторов), что свидетельствует о начале антропогенной деятельности, вероятно, относящейся к эпохе неолита. Неолит Поочья хронологически совпадает с атлантическим периодом голоцена и на территории области представлен стоянками, кремнеобрабатывающими мастерскими и грунтовыми могильниками [4]. Вблизи изучаемого болотного комплекса на расстоянии нескольких километров по левому и правому берегам Оки расположены несколько неолитических памятников. Временной интервал 9700–8000 кал. л. н. характеризуется очень высокой частотой пожаров, на что указывают многочисленные пики концентрации микрочастиц угля в образцах, а также литературные данные [14]. Пожарная динамика болотной геосистемы наглядно прослеживается по результатам измерения потерь при прокаливании. На графике эта динамика отражается в виде частых колебаний значений с довольно высокой амплитудой, а также некотором запаздывании привноса минеральных частиц в торф после каждого пика концентраций микроугля. Можно предположить, что до 8500 кал. л. н. пожары на изучаемой территории имели природное происхождение, о чем свидетельствуют региональные исследования, отмечающие периоды усиления пожарной активности до освоения юго-восточной Мещеры человеком [11]. Начиная с 8500 кал. л. н., пожары были обусловлены, очевидно, антропогенным фактором.

В течение атлантического и первой половины суббореального периодов (8000–4000 кал. л. н.) на изучаемой территории происходило сокращение площади березово-сосновых лесов, несколько возросла доля широколиственных пород в составе древостоев в основном за счет дуба и вяза. Если для центральных районов Восточно-Европейской равнины было характерно повсеместное распространение смешанных широколиственных лесов, чему способствовал теплый и влажный климат [25], то для территории Мещерской низменности характерным было небольшое участие широколиственных пород в растительном покрове. Из широколиственных пород на территории наибольшее распространение имел дуб, обладающий наиболее широкой экологической амплитудой и способный расти на субстратах различного механического состава и различной трофности и, в связи с этим, образовывать значительное число растительных ассоциаций [27]. Как показывают региональные исследования, лимитирующим фактором для расселения широколиственных пород в Мещере были переувлажнение грунтов [7, 10, 1, 20] и частые пожары [11]. На основании данных спорово-пыльцевых спектров можно предположить, что растительный покров юго-восточной Мещеры в атлантическом периоде и первой половине суббореального периода представлял собой сочетание широколиственных и сосновых лесов с подлеском из лещины, березово-сосновых лесов и

пойменных лесов с участием ольхи, что хорошо согласуется с региональными литературными данными [11, 20]. Сопоставление полученных данных с разрезами центра Русской равнины свидетельствует о специфике региональной растительности, характер которой не изменялся в течение атлантики и первой половины суббореала, тогда как в центральной части Европейской России широколиственные леса постепенно сокращали площади, сменяясь березовыми, сосновыми и еловыми древостоями в первой половине суббореального периода [25]. Начиная с 6200 кал. л. н. заметно снижается антропогенное воздействие на геосистемы данной территории: из спектров исчезают антропогенные индикаторы, снижается участие пыльцы злаков. Можно предположить, что к этому времени поселенцами были исчерпаны местные земельные ресурсы и без того малоплодородных полесских почв. Временной интервал 8000–4000 кал. л. н. характеризуется пониженной частотой пожаров. Об этом свидетельствуют низкие концентрации микроугля, высокие значения потерь при прокаливании и редкие их колебания, а также данные исследований центральной и юго-восточной Мещеры [11, 14].

Более сухой климат второй половины суббореального периода голоцена [25] обусловил низкие скорости торфонакопления (0.009 см/год) изучаемого торфяника. На спорово-пыльцевой диаграмме это проявляется в увеличении доли таксонов трав — маревых, полыней и злаков. Около 4000 кал. л. н. в состав лесных сообществ Мещеры начинает проникать ель, происходит дальнейшее увеличение участия в древостоях широколиственных пород, чему способствует, по всей видимости, уменьшение числа лесных пожаров во второй половине голоцена; данное явление отмечается в исследованиях пирогенной динамики лесов Европы и Европейской территории России [9, 32, 35, 29]. Кроме того, распространению широколиственных пород по Мещерской низменности — территории с переувлажненными грунтами — в этот период способствовал и более сухой климат, тогда как на остальной части Европейской России широколиственные леса наиболее полного развития достигли в атлантический период. Широколиственные породы распространялись, очевидно, по наиболее дренированным местообитаниям, тогда как ель занимала полугидроморфные экотопы [20]. Около 1200 кал. л. н. возобновляется антропогенное воздействие на геосистемы данной территории: в спектрах появляется пыльца антропогенных индикаторов, значительно сокращается участие пыльцы сосны и увеличивается содержание микрочастиц угля. На графике потерь при прокаливании (см. рис. 3) прослеживаются повышения значений ППП на глубинах 32 и 22 см, что говорит о привносе зольных элементов в изучаемый торфяник. В совокупности это может свидетельствовать о частых рубках и выжигании леса, применяемых при ведении подсечно-огневого земледелия. Частые пожары этого времени, приводящие к выгоранию основной поверхности болота, по всей видимости, стали причиной низких скоростей торфонакопления (0.01 см/год). Данный исторический период (IX в. н. э.) соответствует проникновению славян в рязанское Поочье. Освоение этих территорий хронологически совпадает с широким распространением монет в Восточной Европе и связано с развитием международной торговли, одним из важных направлений которой был окский путь [4]. Согласно археологическим данным, раннеславянские поселения Рязанской области представляли собой торгово-ремесленные поселки на окском торговом пути [17]. В исследованиях других частей Мещеры [14] фигурирует более ранняя дата возобновления антропогенной деятельности — ок. 1400 кал. л. н., что, по всей видимости, связано с более ранним заселением территории на западе и постепенном продвижением поселенцев на восток.

Около 300 кал. л. н. природные комплексы данной территории приобретают современный облик. Обширные площади юго-восточной Мещеры занимают вторичные сосново-березовые леса, почти полностью из спектров исчезает пыльца ели и широколиственных пород. Заметно возрастает участие пыльцы травянистых растений (полыней, а также представителей семейств злаковых, вересковых и маревых), что указывает на увели-

чение доли открытых пространств. Появляется пыльца культурных злаков и растений-индикаторов нарушенных грунтов. Эти признаки отражают существенную трансформацию растительного покрова вследствие антропогенной деятельности. При этом в образцах данного временного интервала отсутствуют микрочастицы угля, а также колебания значений потерь при прокаливании, что говорит о резком сокращении лесных пожаров. Исследования болот Мещеры указывают на связь этого явления с подъемом грунтовых вод, способствующим обводнению болот, которое препятствовало распространению огня [10, 11]. В значительной степени повлияло на уменьшение числа пожаров и развитие противопожарного дела в России, зачатки которого прослеживаются в законодательных актах XVII в. [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Палеоэкологические реконструкции природной среды юго-восточной Мещеры свидетельствуют о неоднократных сменах растительности и пожарных режимов, обусловленных как климатическими, так и антропогенными причинами. Данные спорово-пыльцевых спектров указывают на то, что динамика растительного покрова Мещерской низменности в голоцене обладала рядом характерных черт, не свойственных для центральной части Восточно-Европейской равнины. В бореальный и ранний атлантический периоды в юго-восточной Мещере господствовали березово-сосновые леса, по всей видимости, сохранившиеся на данной территории с начала голоцена. Эти периоды отличались высокой частотой пожаров как природного, так и антропогенного характера. На протяжении атлантического и раннего суббореального периодов происходило сокращение площади березово-сосновых лесов за счет возросшей доли в древостоях широколиственных пород. На протяжении этих периодов растительность региона представляла собой сочетание широколиственных и сосновых лесов с подлеском из лещины, березово-сосновых лесов и пойменных лесов с участием ольхи. Данный временной интервал отличался пониженной частотой пожаров. Во второй половине суббореала широколиственные леса достигли наиболее полного развития, растительность региона представляла собой хвойно-широколиственные леса с участием ели. Несколько увеличилась площадь открытых пространств за счет возросшей частоты пожаров около 1200 кал. л. н. Около 300 кал. л. н. юго-восточная часть Мещеры приобрела современный облик: обширные площади заняли вторичные сосново-березовые леса и нарушенные территории. Данные палеоэкологических исследований показали, что наиболее серьезную трансформацию природные комплексы Мещерской низменности испытали по причине антропогенного воздействия в эпоху неолита (ок. 8500 кал. л. н.), в раннеславянское время (ок. 1200 кал. л. н.) и на современном этапе (последние 300 лет).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 20-05-00234).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова Т.А.* Антропогенное воздействие на ландшафты центральной Мещеры в голоцене (по палинологическим данным) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1999. № 1. С. 47–51.
2. *Абрамова Т.А., Дьяконов К.Н.* Специфика голоценовых смен ландшафтов Мещеры // Палинология в России. Вып. 2. М.: Изд. Национального комитета геологов России, 1995. С. 5–11.
3. *Анненская Г.Н., Мамай И.И., Цесельчук Ю.Н.* Ландшафты Рязанской Мещеры и возможности их освоения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 246 с.
4. Археологическая карта России: Рязанская область / Под ред. Ю.А. Краснова. М.: Ин-т археологии РАН, 1993. Ч. 1. 260 с.
5. *Асеев А.А.* Палеогеография долины средней и нижней Оки в четвертичный период. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 201 с.
6. *Асеев А.А., Веденская Н.Э.* Развитие рельефа Мещерской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 128 с.

7. *Болховская Н.С.* К истории растительности и климата Подмосковной Мещеры в голоцене // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. М.: Наука, 1988. С. 76–85.
8. *Воробьева Л.А.* Химический анализ почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 324 с.
9. *Громцев А.Н.* Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 238 с.
10. *Дьяконов К.Н., Абрамова Т.А.* Итоги палеоландшафтных исследований в Центральной Мещере // Изв. РГО. 1998. Т. 130. Вып. 4. С. 10–21.
11. *Дьяконов К.Н., Новенко Е.Ю., Мироненко И.В., Куприянов Д.А., Бобровский М.В.* Роль пожаров в динамике ландшафтов юго-восточной Мещеры в голоцене // Докл. АН. 2017. Т. 477. № 2. С. 233–239.
12. *Иванов А.Н.* Болотные геосистемы Центральной Мещеры // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1995. № 5. С. 86–94.
13. *Куприянова Л.А., Алешина Л.А.* Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР. Lamiaceae-Zygophyllaceae. Л.: Наука, 1978. 183 с.
14. *Куприянов Д.А., Новенко Е.Ю.* Реконструкция динамики лесных пожаров Центральной Мещеры в голоцене (по данным палеоантракологического анализа) // Сибирский экологический журн. 2019. № 3. С. 253–263.
15. *Мамай И.И., Анненская Г.Н.* Ландшафты Рязанской Мещеры и их происхождение // Природные условия и ресурсы Мещеры, их мелиорация и использование. М.: Моск. филиал ГО СССР, 1980. С. 1–13.
16. *Матасов В.М.* Внутриландшафтная динамика использования земель Мещерской низменности за последние 250 лет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2017. № 4. С. 65–74.
17. *Монгайт А.Л.* Рязанская земля. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 400 с.
18. *Николаев В.А.* Память ландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 17–21.
19. *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. 227 с.
20. *Новенко Е.Ю., Мироненко И.В., Волкова Е.М., Куприянов Д.А., Батанова А.К.* Динамика ландшафтов юго-восточной Мещеры в голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 2. С. 91–101.
21. *Новенко Е.Ю., Мироненко И.В., Куприянов Д.А., Матасов В.М., Бобровский М.В.* Доаграрные ландшафты юго-восточной Мещеры: реконструкция по палеоэкологическим данным // География и природные ресурсы. 2019. № 2. С. 38–49.
22. *Природа Рязанской области: учеб. пособие / Под ред. В.А. Кривцова и А.В. Водорезова.* Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2019. 268 с.
23. *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И. и др.* Особенности геоэкологии бассейна Оки в связи с палеогеографическими условиями // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: Мат-лы 3-й междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2009. С. 24–28.
24. *Харитонов Т.И., Новенко Е.Ю.* Причины и периодичность возникновения низовых лесных пожаров в юго-восточной Мещере (по результатам дендрохронологического анализа) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2019. № 4. С. 53–62.
25. *Хотинский Н. А.* Голоцен Северной Евразии, М.: Наука, 1977. 200 с.
26. *Чехов А.П.* Исторический очерк пожарного дела в России. СПб., 1892. 204 с.
27. *Шитов В.П.* Естественноисторические условия формирования дубрав полевья // Лесная геоботаника и биология древесных растений. 1985. № 11. С. 130–134.
28. *Blaauw M.* Methods and code for “classical” age-modelling of radiocarbon sequences // *Quaternary Geochronology*. 2010. V. 5. P. 512–518.
29. *Drobyshev I., Bergeron Y., Ols C., Girardin M.P., Gauthier S., Ojal J.* Strong gradients in forest sensitivity to climate change revealed by dynamics of forest fire cycles in the post little ice age era // *J. Geophys. Res.: Biogeosci.* 2017. T. 122. № 10. P. 2605–2616.
30. *Erdtman G.* The Acetolysis Method – A Revised Description // *Svensk Botanisk Tidskrift*. 1960. 54. P. 561–564.
31. *Grimm E.C.* Tilia and Tilia Graph: PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, working group on data-handling methods // *Newsletter*. 1990. № 4. P. 5–7.
32. *Kasin I., Blanck Y., Storaunet K.O., Rolstad J., Ohlson M.* The charcoal record in peat and mineral soil across a boreal landscape and possible linkages to climate change and recent fire history // *The Holocene*. 2013. Vol. 23. № 7. P. 1052–1065.
33. *Khotinski N.A., Klimanov V.A.* Alleröd, Younger Dryas and early Holocene Palaeo-Environmental Stratigraphy // *Quatern. International*. 1997. V. 41/42. P. 67–70.
34. *Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E.* Pollen Analysis. Blackwell, Oxford. 1991. 216 p.
35. *Pitänen A., Tolonen K., Jungner H.* A basin-based approach to the long-term history of forest fires as determined from peat strata // *The Holocene*. 2001. V. 11. № 5. P. 599–605.
36. *Reille M.* Pollen et spores d’Europe et d’Afrique du nord. Laboratoire de botanique historique et palynologie. Marseille, 1995. 331 p.
37. *Reimer P.J., Austin W.E., Bard E. et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // *Radiocarbon*. 2020. V. 62. P. 725–757.

38. *Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis // *Pollen Spores*. № 1. 1971. P. 615–621.
39. Информационная система идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных. URL: <http://botany-collection.bio.msu.ru> (дата обращения: 10.09.2020).

Vegetation and Fire Dynamics in the South-Eastern Meshchera During the Holocene: Reconstruction from Paleoecological Data

V.A. Batalova¹, * and N.G. Mazei¹, **

¹*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**E-mail: vlada1996batalova@mail.ru*

***E-mail: natashamazei@mail.ru*

The article presents new results of paleoecological studies in the South-Eastern part of the Meshchera Lowlands. Reconstruction of the Holocene vegetation and fires dynamics were based on radiocarbon dating, pollen analysis and LOI measurements of a peat deposits in the Kapel'ka mire, located in the Kasimovsky district of the Ryazan region. The obtained data show that between 9700–8000 cal. years BP the study area was occupied by birch-pine forests, apparently maintained in this part of the Meshchera Lowlands since the beginning of the Holocene. The high frequency of natural and human-induced fires was determined for this period. During the period of 8000–4000 cal. years BP, the regional vegetation included a combination of broad-leaved and pine forests with an undergrowth of hazel, birch-pine forests and floodplain woodlands with alder. During this time the frequency of fires has significantly decreased. In the period of 4000–300 cal. years BP, broad-leaved forests were most widespread, and spruce forests expanded into the Meshchera Lowlands. About 1200 cal. years BP, the increased frequency of fires had led to an increase in tree-less areas. The vegetation of the last 300 years is represented by secondary spruce-pine-birch forests and agricultural land. The significant changes of vegetation has occurred due to human influence in the Neolithic time (about 8500 cal. years BP), in the early Slavic period (about 1200 cal. years BP) and during the last 300 years.

Keywords: paleoecology, Holocene, fires, vegetation dynamics, pollen analysis, radiocarbon dating, LOI, Meshchera Lowlands

REFERENCES

1. *Abramova T.A.* Antropogennoe vozdejstvie na landshafty central'noj Meshchyory v golocene (po palinologicheskim dannym) // *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 1999. № 1. S. 47–51.
2. *Abramova T.A., D'yakonov K.N.* Specifika golocenovyh smen landshaftov Meshchyory // *Palinologiya v Rossii*. Vyp. 2. M.: Izd. Nacional'nogo komiteta geologov Rossii, 1995. S. 5–11.
3. *Annenskaya G.N., Mamaj I.I., Cesel'chuk Yu.N.* Landshafty Ryazanskoj Meshchyory i vozmozhnosti ih osvoeniya. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1983. 246 s.
4. *Arheologicheskaya karta Rossii: Ryazanskaya oblast' / Pod red. Yu.A. Krasnova*. M.: In-t arheologii RAN, 1993. Ch. 1. 260 s.
5. *Aseev A.A.* Paleogeografiya doliny srednej i nizhnej Oki v chetvertichnyj period. M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. 201 s.
6. *Aseev A.A., Vedenskaya N.E.* Razvitie rel'efa Meshchyorskoj nizmennosti. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. 128 s.
7. *Bolihovskaya N.S.* K istorii rastitel'nosti i klimata Podmoskovnoj Meshchyory v golocene // *Paleoklimaty golocena evropejskoj territorii SSSR*. M.: Nauka, 1988. S. 76–85.
8. *Vorob'eva L.A.* Himicheskij analiz pochv. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1998. 324 s.
9. *Gromcev A.N.* Osnovy landshaftnoj ekologii evropejskih tayozhnyh lesov Rossii. Petrozavodsk: KarNC RAN, 2008. 238 s.
10. *D'yakonov K.N., Abramova T.A.* Itogi paleolandshaftnyh issledovanij v Central'noj Meshchyore // *Izv. RGO*. 1998. T. 130. V. 4. S. 10–21.
11. *D'yakonov K.N., Novenko E.Yu., Mironenko I.V., Kupriyanov D.A., Bobrovskij M.V.* Rol' pozharov v dinamike landshaftov yugo-vostochnoj Meshchyory v golocene // *Dokl. AN*. 2017. T. 477. № 2. S. 233–239.

12. *Ivanov A.N.* Bolotnye geosistemy Central'noj Meshchyory // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 1995. № 5. S. 86–94.
13. *Kupriyanova L.A., Aleshina L.A.* Pyl'ca dvudol'nyh rastenij flory Evropejskoj chasti SSSR. Lamiaceae-Zygophyllaceae. L.: Nauka, 1978. 183 s.
14. *Kupriyanov D.A., Novenko E.Yu.* Rekonstrukciya dinamiki lesnyh pozharov Central'noj Meshchyory v golocene (po dannym paleoantrakologicheskogo analiza) // Sibirskij ekologicheskij zhurn. 2019. № 3. S. 253–263.
15. *Mamaj I.I., Annenskaya G.N.* Landshafty Ryazanskoj Meshchyory i ih proiskhozhdenie // Prirodnye usloviya i resursy Meshchyory, ih melioraciya i ispol'zovanie. M.: Mosk. filial GO SSSR, 1980. S. 1–13.
16. *Matasov V.M.* Vnutrilandshaftnaya dinamika ispol'zovaniya zemel' Meshchyorskoj nizmennosti za poslednie 250 let // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2017. № 4. S. 65–74.
17. *Mongaj A.L.* Ryazanskaya zemlya. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 400 s.
18. *Nikolaev V.A.* Pamyat' landshafta // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2013. № 1. S. 17–21.
19. *Novenko E.Yu.* Izmeneniya rastitel'nosti i klimata Central'noj i Vostochnoj Evropy v pozdnem plejstocene i golocene v mezhlednikovye i perekhodnye etapy klimaticheskikh makrociklov. M.: GEOS, 2016. 227 s.
20. *Novenko E.Yu., Mironenko I.V., Volkova E.M., Kupriyanov D.A., Batanova A.K.* Dinamika landshaftov yugo-vostochnoj Meshchyory v golocene // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2016. № 2. S. 91–101.
21. *Novenko E.Yu., Mironenko I.V., Kupriyanov D.A., Matasov V.M., Bobrovskij M.V.* Doagrarne landshafty yugo-vostochnoj Meshchyory: rekonstrukciya po paleoekologicheskim dannym // Geografiya i prirodnye resursy. 2019. № 2. S. 38–49.
22. Priroda Ryazanskoj oblasti: ucheb. posobie / Pod red. V.A. Krivcova i A.V. Vodorezova. Ryazan': Ryaz. gos. un-t im. S.A. Esenina, 2019. 268 s.
23. *Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedenskaya A.I. i dr.* Osobennosti geoekologii bassejna Oki v svyazi s paleogeograficheskimi usloviyami // Ekologo-geograficheskie issledovaniya v rechnykh bassejnah: Mat-ly 3-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Voronezh: Izd-vo VGPU, 2009. S. 24–28.
24. *Haritonova T.I., Novenko E.Yu.* Prichiny i periodichnost' vzniknoveniya nizovyh lesnyh pozharov v yugo-vostochnoj Meshchyore (po rezul'tatam dendrochronologicheskogo analiza) // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2019. № 4. S. 53–62.
25. *Hotinskij N.A.* Golocen Severnoj Evrazii, M.: Nauka, 1977. 200 s.
26. *Chekhov A.P.* Istoricheskij ocherk pozhnogo dela v Rossii. SPb., 1892. 204 s.
27. *Shitov V.P.* Estestvennoistoricheskie usloviya formirovaniya dubrav poles'ya // Lesnaya geobotanika i biologiya drevesnyh rastenij. 1985. № 11. S. 130–134.
28. *Blaauw M.* Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences // Quaternary Geochronology. 2010. V. 5. P. 512–518.
29. *Drobyshev I., Bergeron Y., Ols C., Girardin M.P., Gauthier S., Ojal J.* Strong gradients in forest sensitivity to climate change revealed by dynamics of forest fire cycles in the post little ice age era // J. Geophys. Res.: Biogeosci. 2017. T. 122. № 10. P. 2605–2616.
30. *Erdtman G.* The Acetolysis Method – A Revised Description // Svensk Botanisk Tidskrift. 1960. 54. P. 561–564.
31. *Grimm E.C.* Tilia and Tilia Graph: PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, working group on data-handling methods // Newsletter. 1990. № 4. P. 5–7.
32. *Kasin I., Blanck Y., Storaunet K.O., Rolstad J., Ohlson M.* The charcoal record in peat and mineral soil across a boreal landscape and possible linkages to climate change and recent fire history // The Holocene. 2013. V. 23. № 7. P. 1052–1065.
33. *Khotinski N.A., Klimanov V.A.* Allerød, Younger Dryas and early Holocene Palaeo-Environmental Stratigraphy // Quatern. International. 1997. V. 41/42. P. 67–70.
34. *Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E.* Pollen Analysis. Blackwell, Oxford. 1991. 216 p.
35. *Pitänen A., Tolonen K., Jungner H.* A basin-based approach to the long-term history of forest fires as determined from peat strata // The Holocene. 2001. V. 11. № 5. P. 599–605.
36. *Reille M.* Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. Laboratoire de botanique historique et palynologie. Marseille, 1995. 331 p.
37. *Reimer P.J., Austin W.E., Bard E. et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // Radiocarbon. 2020. V. 62. P. 725–757.
38. *Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen Spores. № 1. 1971. P. 615–621.
39. Informacionnaya sistema identifikacii rastitel'nyh ob'ektov na osnove karpologicheskikh, palinologicheskikh i anatomicheskikh dannyh. URL: <http://botany-collection.bio.msu.ru> (data obrashcheniya: 10.09.2020).