

УДК 911.2

Е.Ю. Новенко¹, И.В. Мироненко², Е.М. Волкова³, Д.А. Куприянов⁴, А.К. Батанова⁵**ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ МЕЩЕРЫ В ГОЛОЦЕНЕ**

Представлены новые результаты палеоландшафтных исследований в юго-восточной части Мещерской низменности. Реконструкция изменений ландшафтной структуры юго-восточной части Мещеры в среднем и позднем голоцене на примере ключевого участка, расположенного в Клепиковском районе Рязанской области, выполнена по данным спорово-пыльцевому и ботаническому анализам торфа и радиоуглеродного датирования торфяных отложений. На основе палеогеографических данных и результатов детального картографирования современных ландшафтов ключевого участка, выявленных взаимосвязях между особенностями литогенной основы и почвенно-растительного покрова построены палеоландшафтные карты-схемы для наиболее значимых хроносрезов голоцена, отображающие ПТК на уровне урочищ.

Полученные данные показали, что наиболее чувствительны к климатическим изменениям доминантные для этой территории урочища моренно-водно-ледниковых равнин с неглубоким залеганием моренных отложений. В этих ПТК проявился полный спектр изменений растительности на протяжении голоцена: березово-сосновые леса (ранний голоцен), широколиственные и смешанные широколиственно-сосновые леса (средний голоцен) и еловые суббори (поздний голоцен). В то же время урочища, где морфолитогенную основу сформировали мощные водно-ледниковые песчаные отложения, не претерпели в течение 8000 лет существенных изменений, несмотря на изменения температуры и количества осадков.

Ключевые слова: голоцен, эволюция ландшафтов, спорово-пыльцевой анализ, радиоуглеродное датирование, ландшафтное картографирование, Мещерская низменность.

Введение. Эволюция ландшафтов Мещеры в голоцене и история ее освоения долгое время остаются важными и интересными научными проблемами. В последнее время ретроспективный анализ долгопериодной динамики ландшафтов приобрел особую актуальность в связи с решением ряда задач, связанных с разработкой региональных сценариев состояния экосистем при глобальных климатических изменениях.

Геолого-геоморфологические и палеогеографические исследования Мещерской низменности и изучение ее современных ландшафтов проводятся уже более 50 лет [Асеев, 1959; Асеев, Введенская, 1960; Анненская и др., 1983; Судакова и др., 2009]. Особенно отметим крупномасштабные ландшафтные исследования, выполненные сотрудниками Мещерской экспедиции географического факультета, а также работы на стационарах Белое Озеро и Лесуново кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ имени М.В. Ломоносова. В ходе этих работ детально изучена морфологическая структура ландшафтов Мещеры и их динамика [Мамай, Анненская, 1980; Дьяконов, Абрамова, 1997; Иванов, 1995]. Палеогеографические исследования проводи-

лись в Центральной Мещере научном полигоне Белое Озеро [Абрамова, Дьяконов, 1995; Абрамова, 1999] и на севере Мещерской низменности в районе г. Шатура [Болиховская, 1988] и были связаны с изучением динамики растительности региона в голоцене и выявлением этапов хозяйственного освоения территории. Для юго-восточной части Мещеры не проводились реконструкции изменений ландшафтов в голоцене.

Несмотря на важность пространственных реконструкций палеоландшафтов в голоцене на основе палинологических данных, подобные работы до настоящего времени немногочисленны. В мелком масштабе реконструкции палеоландшафтов выполнены для территории Северной Евразии или для Северного полушария в целом [Динамика..., 2002; Палеоклиматы..., 2009]. В качестве примера среднemasштабных и крупномасштабных картографических реконструкций можно привести результаты детальных исследований Г.А. Елиной с соавторами для территории Карелии и Кольского полуострова [Елина и др., 2005].

Основная тенденция современных исследований ландшафтно-климатических изменений в голо-

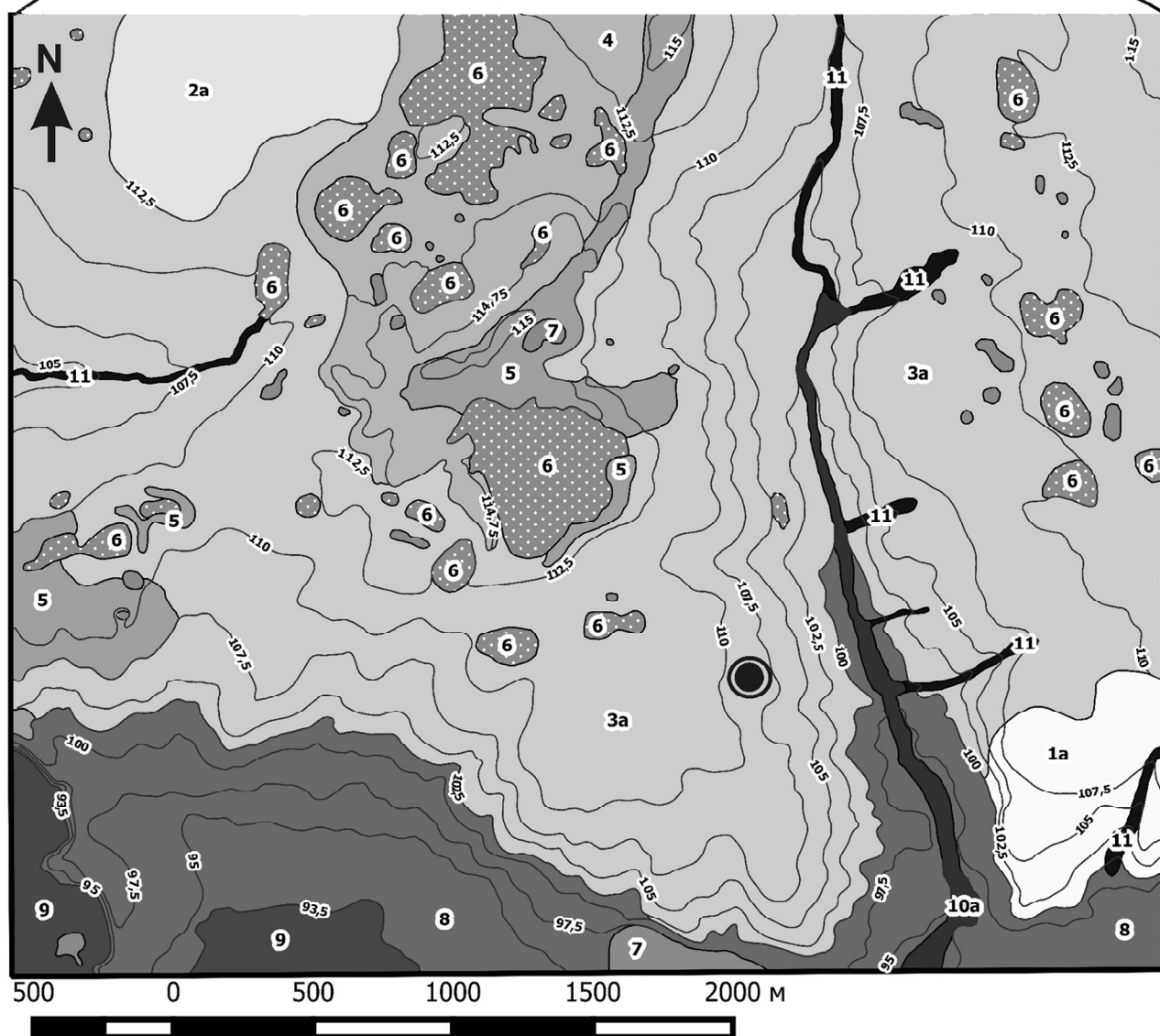
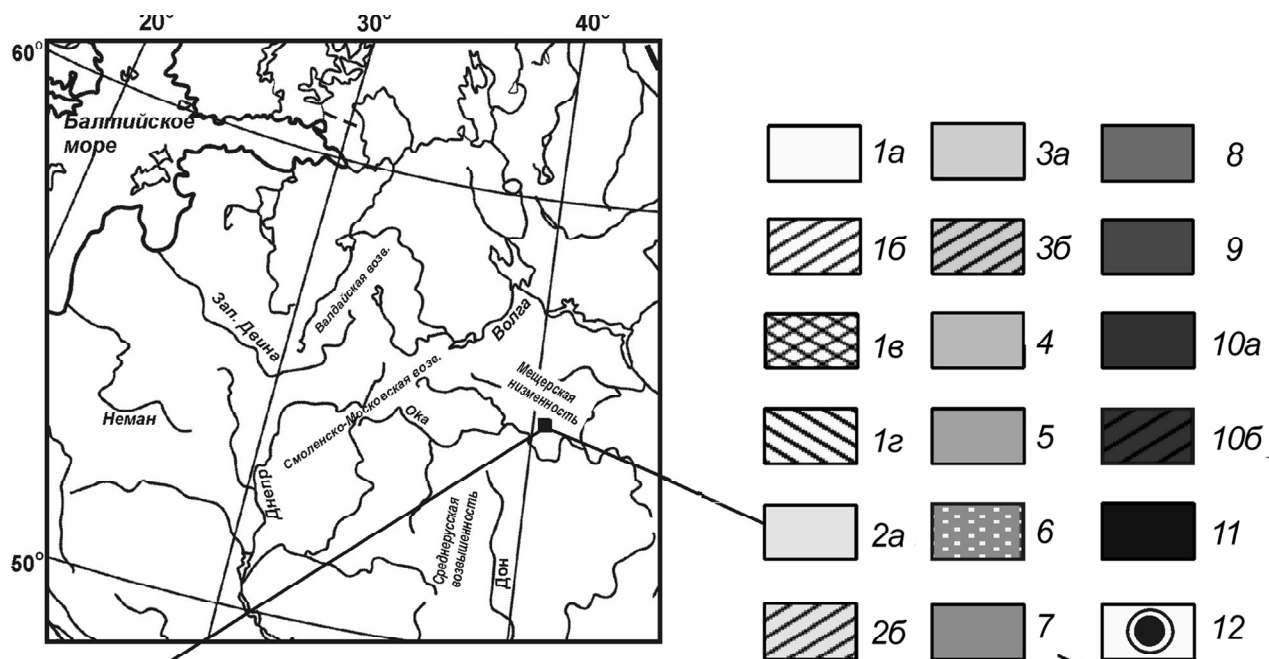
¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, вед. науч. с., канд. геогр. н.; Институт географии РАН, лаборатория эволюционной географии, науч. с.; e-mail: lenanov@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, ст. преп.; e-mail: iya_mironenko@mail.ru

³ Тульский государственный университет, Естественнонаучный институт, кафедра биологии, доцент, канд. биол. н.; e-mail: convallaria@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, студент; e-mail: kuprigallo94@rambler.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра высших растений, студентка; e-mail: prusskaya@gmail.com



цене – комплексный подход, использование различных методов и объектов изучения, а также привлечение методов математического моделирования для воссоздания ландшафтов и структуры землепользования в крупном масштабе [Sugita, 2007; Broström et al., 2008; Gaillard et al., 2008, 2010]. Однако часто карты, полученные в результате модельных расчетов, недостаточно полно отражают соотношение различных типов растительных сообществ или угодий (лес, луг, пашня) и не учитывают орографию и эдафические условия территории.

В статье представлены результаты детального картографирования современных ландшафтов ключевого участка в юго-восточной части Мещерской низменности, материалы спорово-пыльцевого и ботанического анализов торфа и радиоуглеродного датирования, а также выполненные на основе этих данных картографические реконструкции ландшафтной структуры территории, отображающие ПТК на уровне урочищ. Для палеоландшафтных реконструкций в качестве важных временных интервалов выбраны: 1) 8000 календарных лет назад (кален. л. н.) – раннеатлантическая фаза голоцена, наиболее ранний хроносрез, для которого возможна реконструкция на основе имеющихся данных, интервал, когда в Мещере сохранялась растительность, характерная

для раннего голоцена; 2) ~6000 кален. л. н. – позднеатлантическая фаза голоцена, среднеголоценовый термический максимум; 3) ~1700 кален. л. н. – среднесубатлантическая фаза, соответствующая распространению ели в Мещере и позволяющая охарактеризовать естественные ландшафты изучаемой территории до начала действия антропогенных факторов.

Изучаемая территория относится к ландшафтам полесского типа и представляет собой экстрazonальные и интразональные болотно-лесные геосистемы, обусловленные местными гидрогеологическими условиями и литологическим составом почвообразующих пород [Николаев, 2013]. Вследствие специфики четвертичных отложений Мещерской низменности история растительного покрова региона существенно отличается от существующей схемы периодизации голоцена для центра Восточно-Европейской равнины. Так, установлено, что максимальное развитие широколиственных лесов в Северной и Центральной Мещере, в отличие от центра европейской части России, приходится не на позднеатлантическую фазу голоцена, а на средний суббореал, причем так называемый верхний максимум ели выражен очень нечетко [Болиховская, 1988; Абрамова, 1995; Дьяконов, Абрамова, 1998].

Рис. 1. Карта-схема современных ландшафтов ключевого участка: 1 – равнины моренно-водно-ледниковые, слабоволнистые, сложенные валунными песками, подстилаемыми с глубины 1–1,5 м мореной, хорошо дренированные, с каменистыми дерново-подзолистыми супесчаными почвами и дерново-подзолами песчаными: 1а – под елово-сосновыми лесами, 1б – под елово-сосновыми лесами с участием широколиственных пород, 1в – под широколиственными лесами с дубом, липой, вязом и подлеском из лещины, 1г – под березово-сосновыми лесами; 2 – равнины моренно-водно-ледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными песками, подстилаемыми с глубины <2 м мореной, хорошо дренированные, с дерново-слабоподзолами песчаными: 2а – под сосновыми лесами с зеленомошниками-брусничниками, 2б – под сосновыми лесами с участием широколиственных пород; 3 – равнины моренно-водно-ледниковые, слабоволнистые, сложенные безвалунными песками (иногда с прослоями суглинков), а с глубины ~2 м и менее – мореной, замедленно дренируемые, с дерново-подзолисто-глеевыми и глееватыми супесчаными почвами: 3а – под сосновыми лесами с примесью ели и сырыми березняками, 3б – под сосновыми лесами и сырыми березняками; 4 – равнины эолово-водно-ледниковые, волнисто-бугристые, сложенные песками, подстилаемыми с глубины 3–4 м мореной с дерново-слабоподзолистыми и дерново-среднеподзолами (иногда слабо развитыми) песчаными, оглеенными по понижениям, почвами под сосново-березовыми лесами; 5 – верей, сложенные водно-ледниковыми и эолово-водно-ледниковыми песками, с дерново-слабоподзолами и дерново-среднеподзолами песчаными под борами беломошниками; 6 – болота переходные, со среднемощными и мощными торфяниками кустарничково-осоково-пушицевыми, с сосново-березовым мелколесьем по сфагнуму; 7 – болота низинные с торфяниками разной мощности, осоковые с порослью ольхи и ив; 8 – террасы надпойменные, выровненные, осложненные дюнами, песчаные с дерново-подзолами и подзолами песчаными под борами зеленомошниками и беломошниками; 9 – поймы выровненные и слабоволнистые, сложенные песками с прослоями суглинков, сырые, с пойменными дерново-глеевыми супесчаными и легкосуглинистыми почвами под злаково-осоковыми лугами с порослью ив; 10 – долины малых мещерских рек, слабопрорезанные, заболоченные с пойменными перегнойно-глеевыми, торфянисто-глеевыми почвами и среднемощными торфяниками: 10а – под черноольшанниками и ивняками; 10б – под разнотравными лугами; 11 – балки сырые, с дерново-глеевыми супесчаными почвами под сосновыми с участием ольхи влажнотравно-осоковыми лесами; 12 – положение точки бурения торфяных отложений

Fig. 1. Schematic map of the present-day landscapes of the key site: 1 – Moraine-fluvio-glacial undulating plain, formed by pebble sand, underlain by tills at the depth of 1-1,5 m, well drained, with sod-podzol sandy-clay soils: 1a – under spruce-pine forests, 1b – under spruce-pine forests with admixture of broad-leaved trees, 1v – under broad-leaved forests of oak, lime, elm and hazel in the undergrowth, 1g – under birch-pine forests; 2 – Moraine-fluvio-glacial undulating plain, formed by sand, underlain by tills at the depth of 2 m, well drained, with sod-podzol sandy soils: 2a – under moss pine forests with *Vaccinium vitis-idaea*, 2b – under pine forests with admixture of broad-leaved trees; 3 – Moraine-fluvio-glacial undulating plain, formed by sand, underlain by tills at the depth of 2 m, slowly drained, with sod-podzol gley sandy clay soils: 3a – under pine forests with admixture of spruce and wet birch forests, 3b – under pine forests and moist birch forests; 4 – Eolian-fluvio-glacial hilly plain underlain by tills at the depth of 3–4 m, with sod-podzol sandy or gley (in depressions) soils, occasionally poor developed, under pine-birch forests; 5 – Gentle ridge, formed by eolian and fluvio-glacial sands, with sod-podzol sandy soil under lichen pine forests; 6 – Mesotrophic *Eriophorum-Sphagnum* and *Carex-Sphagnum* mires with pine and birch; 7 – Eutrophic *Carex* mires with *Alnus* and *Salix*; 8 – River flat terrace, with relic dunes, with sod-podzol sandy soils under moss pine forests and lichen pine forests; 9 – Flood-plains formed by sand with interlayers of loams, wet, with humus-gley soils under grass-sedge meadows with willow groves; 10 – Small river valleys, waterlogged with flood-plain humus-gley and peat-gley soils and peatlands: 10a – under wet forests of *Alnus glutinosa* and shrub communities of *Salix*, 10b – under wet meadows; 11 – Ravines, wet, with humus-gley sandy soil under pine forests with *Alnus glutinosa*; 12 – location of a peat core

Ретроспективный анализ ландшафтной структуры юго-восточной части Мещеры, выполненный в представленной работе, позволяет, с одной стороны, на базе наиболее надежных данных оценить позицию современных ландшафтов и климата в процессе общей эволюции, а с другой – использовать результаты палеоландшафтных реконструкций на ключевом участке для уточнения голоценовой истории растительности и климата региона.

Материалы и методы исследований. Изучаемая территория находится в Клепиковском районе Рязанской области в юго-восточной части Мещерской низменности (рис. 1). Ключевой участок включает в себя Новоалександровское болото площадью 19,5 га и его ландшафтное окружение. В рельефе района исследований представлены слабоволнистые, грядово-бугристые, верейно-котловинные зандровые (118–125 м) и слабоволнистые долинно-зандровые (110–118 м) равнины. Моренные отложения донского оледенения перекрыты толщей флювиогляциальных песков и залегают на глубине от 1,0–1,5 до 3–4 м. Климат рассматриваемой территории умеренный, умеренно континентальный. По данным метеостанции в г. Тума средние значения температуры января составляют $-11,2^{\circ}\text{C}$, июля $+18,6^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура $+3,8^{\circ}\text{C}$. В год выпадает 552 мм осадков. Коэффициент увлажнения составляет 1,2–1,4, что совместно с плоским рельефом и слабой расчлененностью территории определяет большую степень заболоченности региона [Иванов, 1995]. В растительном покрове региона преобладают сосновые леса, что обусловлено широким распространением здесь песчаных почв, в которых формируются подзолы и почвы болотного ряда. Широколиственные леса очень редки, что, во-первых, связано с малой площадью распространения подходящих местообитаний, а во-вторых, эти леса преимущественно сведены в результате воздействия хозяйственной деятельности.

Материалами для реконструкции эволюции ландшафтов послужила ландшафтная карта изучаемой территории, а также результаты палеоботанических исследований и радиоуглеродного датирования отложений болота Новоалександровское.

Результаты радиоуглеродного датирования отложений болота Новоалександровское

Лабораторный номер образца	Материал для датирования	Глубина, см	Возраст, ^{14}C лет назад	Возраст, кален. лет назад (1σ)
ИГ РАН 4341	торф	25–30	360 ± 70	410 ± 70
ИГ РАН 4345		45–50	1830 ± 70	1760 ± 90
ИГ РАН 4340		70–75	3570 ± 70	3865 ± 100
ИГ РАН 4389	фрагмент древесины	75	3870 ± 80	4280 ± 110
ИГ РАН 4339	торф	120–125	5470 ± 80	6275 ± 70
ИГ РАН 4343		170–175	6320 ± 90	7240 ± 110
ИГ РАН 4342		195–200	6870 ± 90	7730 ± 100
ИГ РАН 4344		225–227	7150 ± 80	7985 ± 100

Уточненная ландшафтная карта репрезентативного участка составлена на основе ландшафтной карты Тумского района Рязанской области масштаба 1:50 000 из фондовых материалов кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, топографической карты Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР масштаба 1:25 000 и космических снимков Google, полученных с помощью программы SASPlanet.

Торфяная залежь болота Новоалександровское, мощность которой составляет 220 см, пробурена в ходе полевых работ в 2012 г. Торфяная залежь подстилается флювиогляциальными песками. Интервал отбора образцов на спорово-пыльцевой и ботанический анализы торфа – 5 см. Все анализы выполнены по стандартным методикам. Для разреза в радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН получено 7 датировок (таблица), что обеспечивает надежный хронологический контроль реконструкции. Калибровка радиоуглеродных дат проведена в программе IntCal13 [Reimer et al., 2013]. Модель роста отложений (рис. 2) и расчеты скорости накопления торфа выполнены при помощи программы Bchron [Parnell et al., 2008].

Реконструкция палеоландшафтной структуры ключевого участка основана на принципе подчинения, введенном в ландшафтоведение Н.А. Солнцевым [Солнцев, 2001]. Согласно этому принципу в территориальной организации ландшафта ведущая роль принадлежит наиболее стабильному геолого-геоморфологическому компоненту, и плановая структура ландшафта во многом определяется морфологическими особенностями рельефа и составом отложений. Исследования истории развития рельефа Мещерской низменности [Асеев, 1959; Асеев, Введенская, 1960; Мамай, Анненская, 1980; Судакова и др., 2009] показали, что в течение голоцена для изучаемой территории были характерны эрозионные, склоновые и флювиальные процессы, однако коренные перестройки мезоформ рельефа не происходили, за исключением процессов, протекавших в долинах рек и связанных с формированием пойм. В

котловинах также происходило накопление торфа. Интенсивность его аккумуляции можно оценить с помощью радиоуглеродных датировок разреза болота Новоалександровское в качестве модельного объекта. Таким образом, с использованием плановой структуры современной морфолитогенной основы ключевого участка и с учетом приуроченности растительных сообществ и почвенных разностей к определенным формам рельефа и литологическому составу четвертичных отложений выполнено моделирование его возможной ландшафтной структуры в прошлом.

Другой не менее важный вопрос, возникающий при палеогеографических реконструкциях, касается размера территории, растительность которой можно описать при помощи спорово-пыльцевых данных. При интерпретации палинологических данных следует учитывать не только степень летучести пыльцы, но и пыльцевую продуктивность того или иного растения. Так, пыльца таких ветроопыляемых растений, обладающих высокой пыльцевой продуктивностью, как сосна, ольха и береза, может переноситься на большое расстояние.

В последнее десятилетие появились работы, посвященные моделированию релевантной области поступления пыльцы (*relevant source area of pollen*) в озеро или болото [Sugita, 2007; Broström et al., 2008; Gaillard et al., 2008, 2010]. В этих моделях в качестве входных параметров использовались экспериментальные данные о пыльцевой продуктивности, скорости выпадения пыльцы из воздуха в различных условиях, а также состав растительности на окружающей территории. Согласно этим исследованиям в лесной зоне в разных регионах Европы релевантная область поступления пыльцы в озеро или болото небольших размеров определена как расстояние 1,5–2,5 км от края водоема. Мы ограничили ключевой участок для реконструкции территорией 1,75х3,2 км, в центре которой расположено болото Новоалександровское. Выбранный ключевой участок включает все основные виды урочищ, распространенных на этой территории, а болото Новоалександровское – типичная болотная экосистема в рассматриваемом районе.

При интерпретации ископаемых палинологических спектров из разреза болотных отложений использованы также материалы изучения субрецентных спорово-пыльцевых спектров из района исследований. Как показывают данные анализа 25 поверхностных проб, отобранных в пределах ключевого участка и его окрестностях в разных ландшафтных условиях, в спорово-пыльцевых спектрах лесных сообществ доля пыльцы древесных пород не опуска-

ется ниже 90%, причем ведущая роль принадлежит пыльце березы и сосны. Доля пыльцы ели и широколиственных пород колеблется от 1–3 до 40% в зависимости от состава локального растительного сообщества. Широкое развитие песчаных флювиогляциальных отложений в Рязанской Мещере обусловило доминирование сосновых и елово-сосновых лесов. В точках, расположенных в сосновых лесах, уже на расстоянии 500 м от ельников или сообществ с участием широколиственных пород деревьев доля пыльцы ели, дуба и липы снижается до нескольких процентов. Так, на территории ключевого участка содержание пыльцы ели высокое (35–40%) только в точках, расположенных непосредственно в ельниках под кронами деревьев. Доля пыльцы широколиственных пород также высока только в точках, где эти породы обильны в древостое. Например, в широколиственном массиве в урочище Гиблицы в Касимовском районе Рязанской области содержание пыльцы дуба возрастает до 40%. В некоторых точках в районе исследований, где широколиственные породы участвуют в составе древостоя, доля пыльцы дуба и липы составляет 5–10%. Выявленные закономерности учитывались при составлении палеоландшафтных карт.

Результаты исследований и их обсуждение.

Ландшафтная структура ключевого участка (рис. 1) представляет собой чередование моренно-водно-ледниковых равнин с разными высотным уровнем и степенью дренированности, это урочища-доминанты в морфологической структуре ландшафта. Наиболее высокое положение в рельефе занимают субдоминантные урочища – элово-водно-ледниковые равнины и валобразные повышения (верей) того же генезиса. Ландшафтный рисунок осложнен неглубокими котловинами и западинами разного размера, занятыми болотными комплексами переходного, реже низинного типа, а также долиной небольшой реки со сформировавшейся надпойменной террасой. Основным фактор, влияющий на состав растительных сообществ на рассматриваемой территории, –

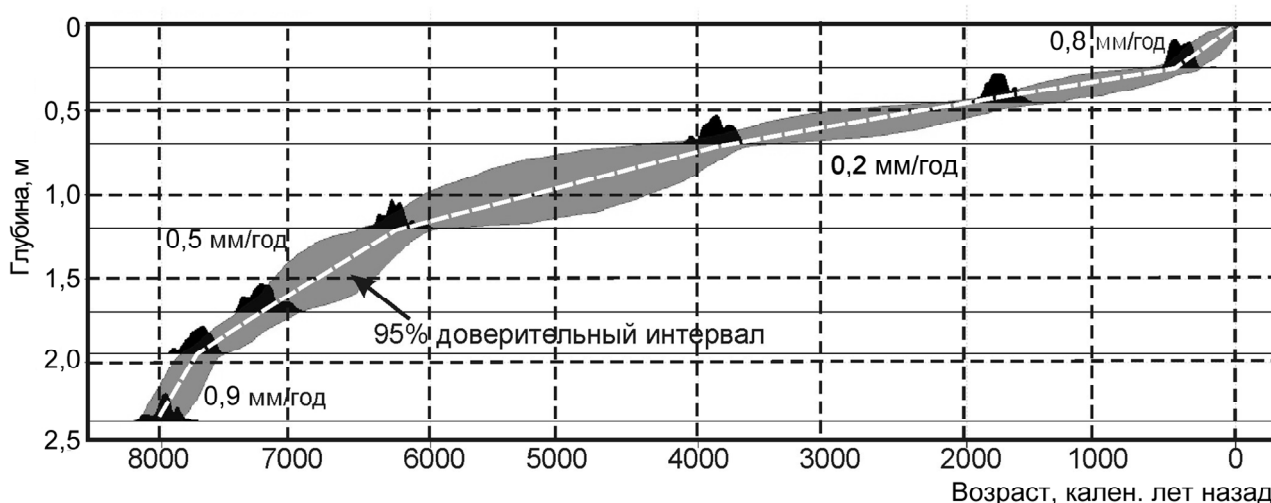


Рис. 2. Модель скорости роста отложений разреза торфяной залежи болота Новоалександровское

Fig. 2. Age-depth model of the peat core (the Novoalexandrovskoye mire)

глубина залегания моренных отложений. В местообитаниях с неглубоким залеганием морены, которая более богата питательными элементами, чем водно-ледниковые пески, в составе сосновых лесов принимают участие широколиственные породы, а в местах застоя влаги появляется ель. Эолово-водно-ледниковые песчаные равнины и верхи заняты сосновыми лесами.

Согласно результатам радиоуглеродного датирования заболачивание в небольшой депрессии, занятой современным болотом Новоалександровское, началось около 8000 кален. л.н. – с ранней фазы атлантического периода голоцена. В соответствии с расчетами по модели скорости роста отложений (рис. 2) скорость торфонакопления на ранних стадиях развития болота была высокой и составляла от 0,9 (8000–7700 кален. л.н.) до 0,5 мм/год (7700–6000 кален. л.н.). В течение второй половины голоцена (6000–1000 кален. л.н.) скорость торфонакопления уменьшилась, и для рассматриваемого болота была характерна равномерная аккумуляция торфа со скоростью ~0,2 мм/год. Активизация процессов торфонакопления реконструирована для последнего тысячелетия, причем скорость накопления торфа в последние 500 лет возросла до 0,8 мм/год.

Ботанический анализ торфа показал, что развитие болотной геосистемы началось со стадии эвтрофного травяного болота с преобладанием в растительных сообществах вейника седеющего и небольшим участием сфагновых мхов и других трав. Согласно данным палинологического анализа (рис. 3) на рассматриваемой территории были распространены березово-сосновые и сосновые леса (рис. 4). В спорово-пыльцевых спектрах доля пыльцы деревьев и кустарников составляет ~95%, преобладают сосна и береза, участие пыльцы которых достигает 60 и 35% соответственно (рис. 3). Пыльца широколиственных пород отмечена лишь единично. Начиная с 7700 кален. л.н. доля широколиственных пород в составе древостоев увеличивается в основном за счет липы и вяза, а с 6500 кален. л.н. в спектрах возрастает процентное соотношение пыльцы дуба, орешника и ольхи, что отражает их активное расселение на изучаемой территории. При этом содержание пыльцы сосны и березы в спектрах остается высоким. На основе этих данных можно предположить, что растительный покров представлял собой сочетание широколиственных и сосновых лесов с подлеском из лещины, березово-сосновых лесов и пойменных лесов с участием ольхи (рис. 4). Такая растительность сохранялась на рассматриваемой территории примерно до 2000 кален. л.н., причем в суббореальном периоде голоцена роль широколиственных лесов возрастала. Как показали данные исследований в Центральной и Северной Мещере, главный лимитирующий фактор для расселения широколиственных пород в Мещере – переувлажнение грунтов, а не теплообеспеченность [Болиховская, 1988; Абрамова, 1995; Дьяконов, Абрамова, 1998]. Вследствие этого широколиственные леса достигли расцвета в наиболее сухое время голоцена.

Данные ботанического анализа торфа позволяют реконструировать существование низинного травяного и травяно-сфагнового болота в период 7700–5500 кален. л.н. Возможно, на окрайках болота произрастала ольха, пыльца которой присутствует в торфяных отложениях. В последующий этап (5500–1700 кален. л.н.) периодические пожары и вброс зольных элементов создали благоприятные условия для поселения на болоте сосны и березы (в меньшей степени) и формирования древесно-травяного (сосново-вейникового) низинного болота. Торфяная залежь содержит многочисленные прослои углистого вещества, возрастает также концентрация микрочастиц угля в препаратах для спорово-пыльцевого анализа (рис. 3). Согласно результатам палинологических исследований в Мещерской низменности [Болиховская, 1988; Дьяконов, Абрамова, 1998] и в центральных районах Восточно-Европейской равнины [Хотинский, 1977] климат суббореального периода голоцена был более сухой, чем в предыдущий атлантический период. Очевидно, в результате уменьшения увлажнения создались благоприятные условия для расселения широколиственных пород, но при этом возросла частота пожаров в сухих сосняках, окружающих болото Новоалександровское, которые могли затронуть и само болото.

Около 2000 кален. л.н. похолодание и увлажнение климата привели к снижению участия широколиственных пород и внедрению ели в растительные сообщества. Установлено, что в районе исследований уменьшилось участие широколиственных пород в древостоях, они сохранялись в наиболее дренированных местообитаниях, в то время как ель поселялась в полугидроморфных экотопах (рис. 4).

На глубине 35–40 см в изученном разрезе происходят резкие изменения, как состава торфяной залежи, так и спорово-пыльцевых спектров. В ботаническом составе торфа увеличивается доля сосны и снижается вейника (до 3%) и сфагнов (до 1%). Такое сообщество могло возникнуть вследствие пожара, по-видимому, при этом часть торфяной залежи выгорела. Изменения соотношения растений-торфообразователей выше этого горизонта отражают послепожарную восстановительную сукцессию, что проявляется в увеличении доли вейника (35%) и березы (15%). Начало этой фазы соответствует радиоуглеродной дате 410 ± 70 кален. л.н. Впоследствии наблюдается снижение доли березы и увеличение сосны и сфагнов. В этот период произошел частичный переход на атмосферное питание, что диагностируется произрастанием мезо- и олиготрофных видов сфагновых мхов *Sphagnum angustifolium* и *S. fallax*. Постепенно обилие сфагновых мхов увеличилось, что привело к смене древесно-сфагновых мезотрофных ценозов сфагновыми.

Для верхних 40 см торфяной залежи характерно почти полное выпадение пыльцы широколиственных пород и ели из спорово-пыльцевых спектров, появление пыльцы культурных злаков и растений-индикаторов нарушенных грунтов. Эти признаки отражают существенную трансформацию расти-

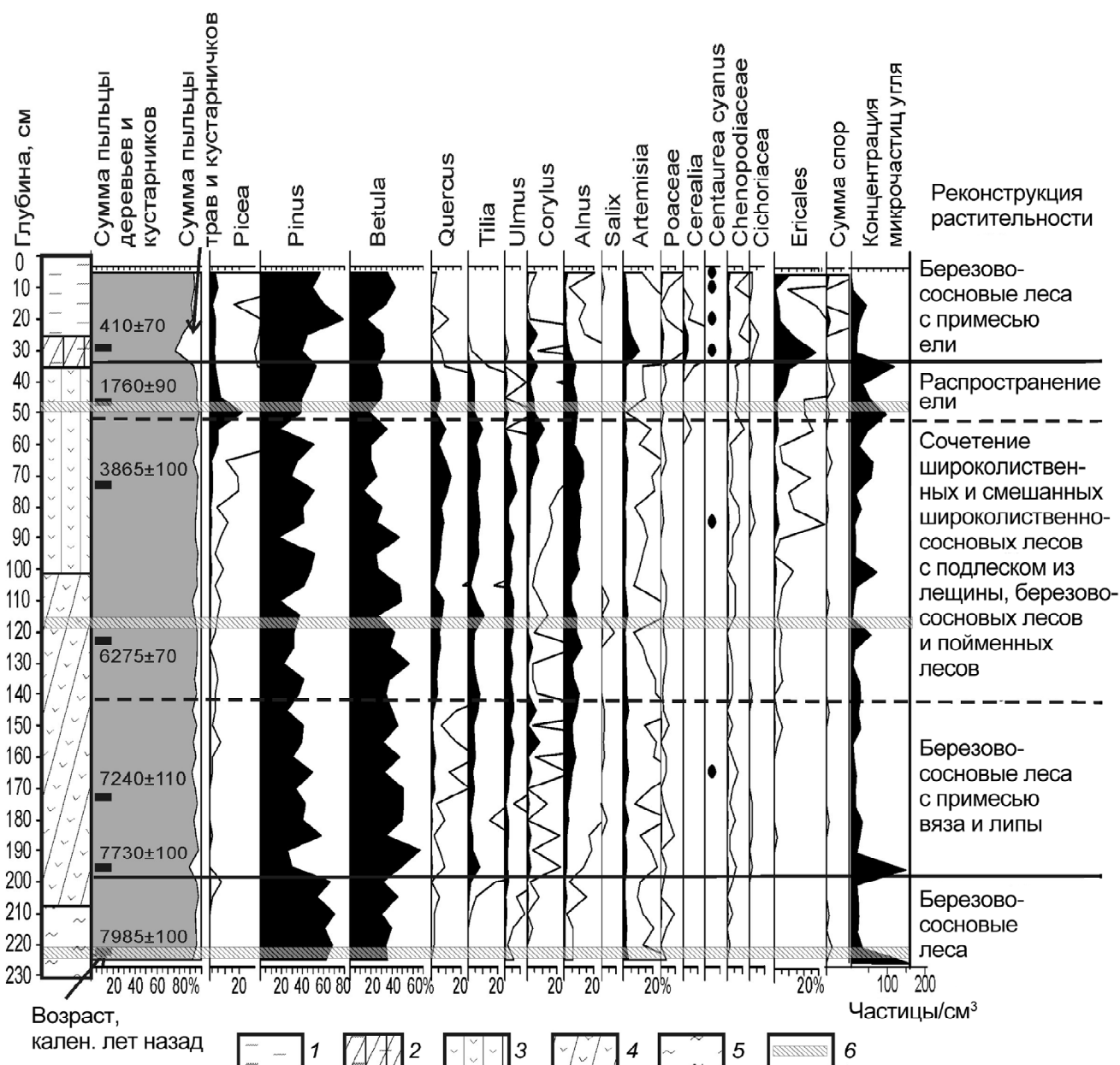


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма (избранные таксоны), ботанический состав торфа и концентрация микрочастиц угля для разреза болота Новоалександровское.

Типы торфа: 1 – сфагновый переходный, 2 – древесно-сфагновый переходный, 3 – древесно-травяной низинный, 4 – травяной (вейниковый) низинный, 5 – травяно-сфагновый низинный; 6 – положение хроносрезов для палеоландшафтных реконструкций

Fig. 3. Pollen diagram (selected taxa), plant macrofossils and concentration of micro-charcoal particles from the peat core of the Novoalexandrovskoye mire.

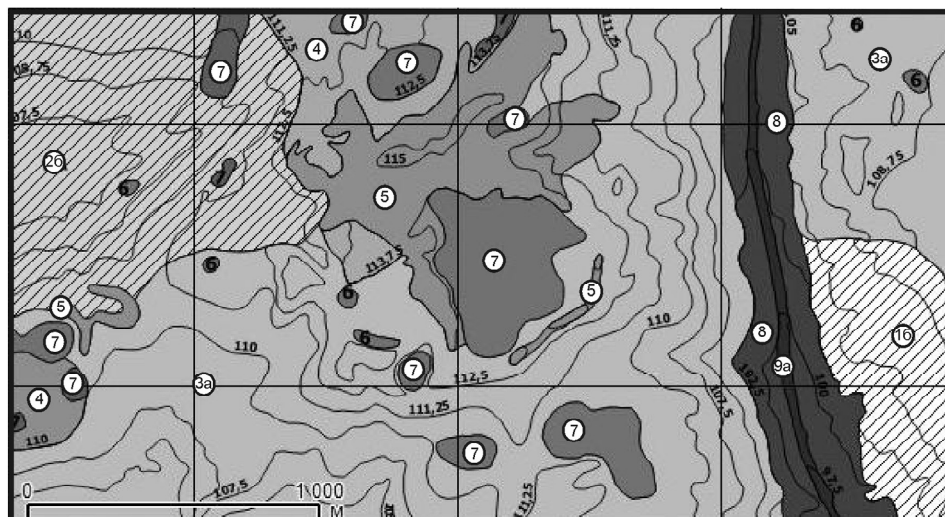
Types of peat: 1 – *Sphagnum* mesotrophic, 2 – wood-*Sphagnum* mesotrophic, 3 – wood-herbal eutrophic, 4 – herbal (*Calamagrostis*) eutrophic, 5 – herbal-*Sphagnum* eutrophic; 6 – position of time-slices for paleolandscape reconstructions

тельности вследствие антропогенного воздействия. Современная растительность территории – вторичные березово-сосновые леса и сельскохозяйственные угодья, преимущественно заброшенные.

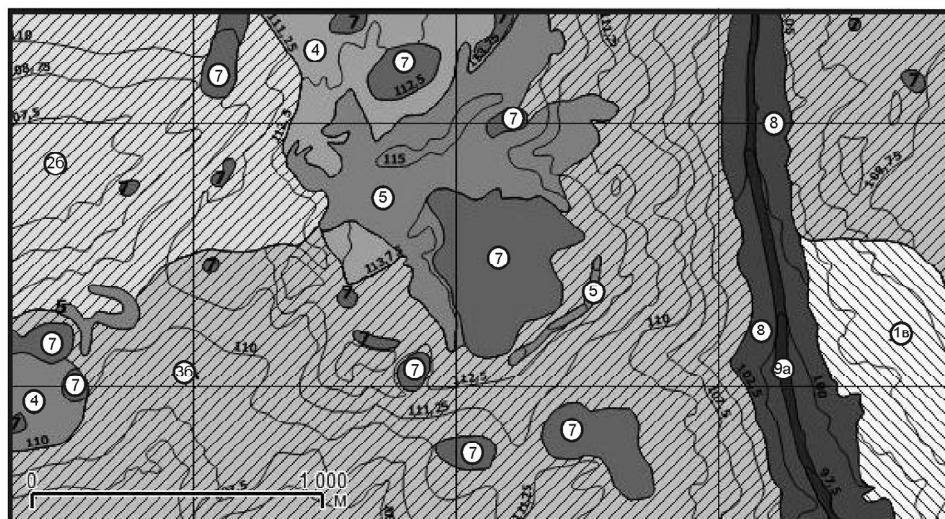
Реконструкция плановой ландшафтной структуры ключевого участка (рис. 4) показала, что наибольшая изменчивость растительного покрова в течение голоцена была характерна для ПТК моренно-водно-ледниковых равнин. В урочищах с неглубоким залеганием днепровской морены (1–1,5 м), влияющей на богатство почвы питатель-

ными веществами, и в условиях хорошего дренажа появилась возможность для произрастания широколиственных пород в теплые периоды и ели при похолодании климата в позднем голоцене. В ПТК, дренируемых замедленно и отличающихся залеганием моренных отложений на глубине до 2 м, при климатических изменениях сосновые леса сменились на сосновые с участием широколиственных пород или сосново-березовые леса в местах застоя влаги, с участием ели в более благоприятный для нее период.

1700 кален. лет назад



6000 кален. лет назад



8000 кален. лет назад

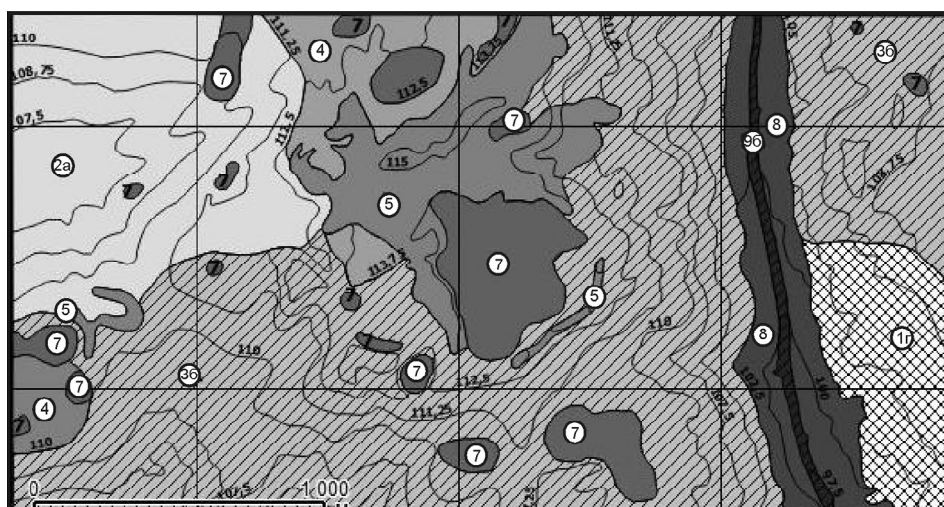


Рис. 4. Палеоландшафтные карты-схемы ключевого участка для основных хроносрезов голоцена. Условные обозначения см. на рис. 1

Fig. 4. Schematic maps of paleolandscapes of the key site for the main Holocene time-slices. See Fig.1 for the legend

Такие ПТК, как водно-ледниковые и золово-водно-ледниковые верей и золово-водно-ледниковые равнины, сложенные песками, с глубоким (3–4 м) залеганием моренных отложений, а также надпойменные песчаные террасы, осложненные дюнами, практически не подвергались трансформации в течение голоцена. Широколиственные породы достаточно требовательны к трофности субстрата и не могут там поселиться даже при благоприятных климатических условиях, а береза не выдерживает конкуренции с сосной при сухих условиях местообитания. Слабой изменчивостью в голоцене характеризовались также долины малых рек вследствие специфических условий увлажнения и интразонального характера растительности.

Изменения болотных ПТК в голоцене определялись как конкретными гидрологическими и геоморфологическими факторами, так и процессами саморазвития болот и накопления торфяной залежи. Согласно полученным данным для болота Новоалександровское переход этой геосистемы из стадии низинного болота в стадию переходного произошел только около 400 кален. л.н. Возможно, периодические пожары в течение второй половины голоцена привели к поступлению дополнительных минеральных веществ в болото и повлияли на его развитие.

Благодарности. Работа выполнена за счет гранта РФФИ (проекты №№ 14-05-00550, 15-04-03170, 14-05-00568).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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.
- 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.
- 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.
- Асеев А.А. Палеогеография долины средней и нижней Оки в четвертичный период. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 201 с.
- Асеев А.А., Веденская Н.Э. Развитие рельефа Мещерской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 128 с.
- Болиховская Н.С. К истории растительности и климата Подмосковной Мещеры в голоцене // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. М.: Наука, 1988. С. 76–85.
- Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2002. 232 с.
- Дьяконов К.Н., Абрамова Т.А. Итоги палеоландшафтных исследований в Центральной Мещере // Изв. РГО. 1998. Т. 130, № 4. С. 10–21.
- Елина Г.А., Лукашов А.Д., Токарев П.Н. Картографирование растительности и ландшафтов на временных срезах голоцена таежной зоны Восточной Фенноскандии (с применением ГИС-технологий). СПб.: Наука, 2005. 112 с.
- Иванов А.Н. Болотные геосистемы Центральной Мещеры // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1995. № 5. С. 86–94.
- 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.
- Николаев В.А. Парагенезис полесий–ополей в Центральной России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 45–50.
- Выводы:**
- реконструкция изменений ландшафтной структуры юго-восточной части Мещеры за последние 8000 лет на примере ключевого участка, расположенного в пределах моренно-водно-ледникового ландшафта, показала, что к основным факторам, которые влияют на состав растительных сообществ на рассматриваемой территории, относятся глубина залегания моренных отложений и локальные условия увлажнения;
 - наиболее чувствительны к климатическим изменениям доминантные для этой территории урочища моренно-водно-ледниковых равнин с неглубоким залеганием моренных отложений. В этих ПТК проявился полный спектр изменений растительности на протяжении голоцена: березово-сосновые леса (ранний голоцен), широколиственные и смешанные широколиственно-сосновые леса (средний голоцен) и еловые субори (поздний голоцен). В то же время урочища, где морфолито-генную основу сформировали мощные водно-ледниковые песчаные отложения (субдоминантные урочища), не претерпевали существенных изменений, несмотря на изменения температуры и количества осадков в течение 8000 лет.
- Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.
- Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избр. труды. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.
- Судакова Н.Г., Антонов С.И., Веденская 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.
- Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
- Broström A., Nielsen A.B., Gaillard M.-J. et al. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review // Veget. Hist. Archaeobot. 2008. Vol. 17. P. 461–478.
- Gaillard M.-J., Sugita S., Mazier F. et al. Holocene land-cover reconstructions for studies on land cover-climate feedbacks // Climate in the Past. 2010. Vol. 6. P. 483–499.
- Gaillard M.-J., Sugita S., Bunting J. et al. Human impact on terrestrial ecosystems, pollen calibration and quantitative reconstruction of past land-cover // Veget. Hist. Archaeobot. 2008. Vol. 17. P. 415–418.
- Parnell A.C., Haslett J., Allen J.R.M. et al. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // Quat. Sci. Rev. 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55. P. 1869–1887.
- Sugita S. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. I. Pollen from large sites REVEALS regional vegetation // Holocene. 2007. Vol. 17. P. 229–241.

Поступила в редакцию 27.08.2015
Принята к публикации 25.01.2016

E.Yu. Novenko¹, I.V. Mironenko², E.M. Volkova²,
D.A. Kupriyanova⁴, A.K. Batanova⁵

DYNAMICS OF LANDSCAPES OF THE SOUTH-EASTERN DYNAMICS OF LANDSCAPES DURING THE HOLOCENE

The paper presents new results of paleo-landscapes studies in the south-eastern part of the Meschera Lowlands. The reconstruction of changes in the landscape structure of the South-Eastern Meschera in the Middle and Late Holocene was realized on the basis of pollen and plant macrofossil analysis and radiocarbon dating of peat deposits of a key site, located in the Klepikovskiy district of the Ryazan region. The obtained palaeogeographical data and results of detailed mapping of the present-day landscapes, as well as the relationships between specific feature of relief, sediments, soils and vegetation cover allow compiling schematic paleo-landscape maps for the most important time periods of the Holocene, representing local geosystems.

The obtained data show, that the dominant moraine - fluvio-glacial undulating plains with relatively narrow sand layer over till deposits were the most sensitive to climatic changes. The complete sequences of vegetation changes during the Holocene are typical to these geosystems, i.e. birch-pine forests (the Early Holocene), broadleaf and mixed broadleaf-pine forests (the Middle Holocene) and spruce-pine forests (the Late Holocene). At the same time, the local geosystems with thick fluvio-glacial sand deposits escaped the significant changes despite temperature and precipitation variations during the last 8000 years.

Keywords: Holocene, landscape evolution, pollen analysis, radiocarbon dating, landscape mapping, Meschera Lowlands.

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects NN 14-05-00550, 15-04-03170, 14-05-00568).

REFERENCES

- Abramova T.A.* Antropogennoe vozdeistvie na landshafty central'noi Meschery v golocene (po palinologicheskim dannym) [Anthropogenic influences on landscapes of Central Meschera in the Holocene (by palynological data)], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5, Geografiya*, 1999, no 1, pp. 47–51 (in Russian).
- Abramova T.A., D'yakov K.N.* Specifika golocenovykh smen landshaftov Meschery [Specifics of Holocene changes of landscape in Meschera], *Palinologiya v Rossii. Vol. 2. Moscow, Izd. Nacional'nogo komiteta geologov Rossii*, 1995, pp. 5–11 (in Russian).
- Annenskaya G.N., Mamai I.I., Tsel'shuk Yu.N.* Landshafty Ryazanskoi Meschery i vozmozhnosti ih osvoeniya [Landscape of Ryazanskaya Meschera and possibility of their use], Moscow, Izd-vo MSU, 1983, 246 p. (in Russian).
- Aseev A.A.* Paleogeografiya doliny Srednei i Nizhnei Oki v chetvertichnyi period [Paleogeography of the Middle and Upper Oka Valley in Quaternary period], Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959, 201 p. (in Russian).
- Aseev A.A., Vedenskaya N.E.* Razvitie rel'efa Mescherskoi nizmennosti [Development of relief of Meschera Lowlands], Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1962, 128 p. (in Russian).
- Bolihovskaya N.S.* K istorii rastitel'nosti i klimata Podmoskovnoi Meschery v golocene. [On the history of vegetation and climate of Podmoskovnaya Meschera in the Holocene], *Paleoklimaty golocena evropeiskoi territorii SSSR*, Moscow, Nauka, 1988, pp. 76–85 (in Russian).
- Broström A., Nielsen A.B., Gaillard M.-J.* et al. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review // *Veget. Hist. Archaeobot.* 2008. Vol. 17. P. 461–478.
- Dinamika landshaftnykh komponentov i vnutrennih morskikh basseinov Severnoi Evrazii za poslednie 130 000 let* [Dynamics of landscape components and inner sea basin of Northern Eurasia during the last 130 000 years], Ed. A.A. Velichko, Moscow, GEOS, 2002, 232 p. (in Russian).
- D'yakov K.N., Abramova T.A.* Itogi paleolandshaftnykh issledovaniy v Central'noi Meschere [Results of paleolandscape research in the Central Meschera], *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*, 1998, Vol. 130, no 4, pp. 10–21 (in Russian).
- Elina G.A., Lukashov A.D., Tokarev P.N.* Kartografirovaniye rastitel'nosti i landshaftov na vremennykh srezakh golocena taizhnoi zony Vostochnoi Fennoskandii (s primeneniem GIS-tehnologii) [Mapping of vegetation and landscape on Holocene time-slices in the taiga zone of Eastern Fennoscandia], Sankt-Peterburg, Nauka, 2005, 112 p. (in Russian).
- Gaillard M.-J., Sugita S., Bunting J.* et al. Human impact on terrestrial ecosystems, pollen calibration and quantitative reconstruction of past land-cover // *Veget. Hist. Archaeobot.* 2008. Vol. 17. P. 415–418.
- Gaillard M.-J., Sugita S., Mazier F.* et al. Holocene land-cover reconstructions for studies on land cover-climate feedbacks // *Climate in the Past*. 2010. Vol. 6. P. 483–499.
- Ivanov A.N.* Bolotnye geosistemy Central'noi Meschery [Patland geosystems of Central Meschera], *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. 5, Geografiya*, 1995, no 5, pp. 86–94 (in Russian).
- Khotinskii N.A.* Golocen Severnoi Evrazii [The Holocene of Northern Eurasia], Moscow, Nauka, 1977. 200 p.
- Mamai I.I., Annenskaya G.N.* Landshafty Ryazanskoi Meschery i ih proishozhdenie [Landscapes of Ryazanskaya

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Leading Research Scientist, PhD. in geography; Institute of geography, Russian Academy of Sciences, Laboratory of Evolutionary Geography, Senior Research Scientist; e-mail: lenanov@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, Senior Lecturer; e-mail: iya_mironenko@mail.ru

³ Tula State University, Faculty of Sciences, Department of Biology, Assistant Professor, PhD. in biology; e-mail: convallaria@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, student; e-mail: kuprigallo94@rambler.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Higher Plants, student; e-mail: prusskaya@gmail.com

Meschera and their origin], *Prirodnye usloviya i resursy Meshery, ih melioratsiya i ispol'zovanie*, Moscow, Mosk. Filial GO SSSR, 1980, pp. 1–13 (in Russian).

Nikolaev V.A. Paragenezis polesii-opolii v Central'noi Rossii [Paragenesis polesii-opolii in central Russia], *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Ser. 5, Geografiya*, 2013, no 5, pp. 45–50 (in Russian).

Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdnii pleistocen – golocen [Paleoclimate and paleolandscapes of extratropical space of Northern Hemisphere. Late Pleistocene – Holocene], Ed. A.A. Velichko. Moscow, GEOS, 2009, 120 p. (in Russian).

Parnell A.C., Haslett J., Allen J.R.M. et al. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // *Quat. Sci. Rev.* 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP // *Radiocarbon*, 2013. Vol. 55. P. 1869–1887.

Solntsev N.A. Uchenie o landshafte (izbrannye trudy) [Theory of landscape (selected works)], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 2001, 384 p. (in Russian).

Sudakova N.G., Antonov S.I., Vvedenskaya A.I. et al. Osobennosti geoekologii basseina Oki v svyazi s paleogeograficheskimi usloviyami [Specifics of geoecology of Oka-River Basin in relationship to paleogeographical conditions], *Ekologo-geograficheskie issledovaniya v rechnyh basseinakh: Materialy tret'ei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii, Voronezh, Izd-vo VGPU*, 2009, pp. 24–8 (in Russian).

Sugita S. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. I. Pollen from large sites REVEALS regional vegetation // *Holocene*. 2007. Vol. 17. P. 229–241.

Received 27.08.2015

Accepted 25.01.2016