

## МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 501.807

Е.Ю. Новенко<sup>1</sup>, А.Н. Цыганов<sup>2</sup>, Е.М. Волкова<sup>3</sup>, К.В. Бабешко<sup>4</sup>, Ю.А. Мазей<sup>5</sup>ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ И КЛИМАТА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В ГОЛОЦЕНЕ<sup>6</sup>

Представлены новые результаты комплексного палеогеографического изучения карстово-суффозионного болота “Клюква” (Белевский район, Тульская обл.), а также реконструкции динамики растительности в голоцене, обусловленной климатическими изменениями и воздействием антропогенного фактора. Согласно полученным данным, в бореальном периоде голоцена на изучаемой территории были распространены сосново-березовые леса, вероятно, унаследованные от перигляциальной растительности поздневалдайской ледниковой эпохи. Распространение широколиственных лесов в бассейне верхней Оки началось около 7800 кален. л.н. (атлантический период), начиная приблизительно с 7500 кален. л.н., широколиственные леса из дуба, липы, вяза с участием березы стали доминирующим компонентом растительного покрова вплоть до последних нескольких столетий. Изменения растительности болота, сообществ раковинных амеб и свойств торфяной залежи и растительного покрова окружающей территории указывают на то, что климатические условия поздней фазы атлантического периода (термического максимума голоцена) были более теплыми и сухими, чем современные, возможно, за счет сокращения количества осадков в летний период. В течение второй половины голоцена наиболее существенные изменения как на локальном (экосистемы болота), так и на региональном уровне (бассейн верхней Оки на северо-западе Среднерусской возвышенности) произошли 5000 и 2500 кален. л.н. и соответствуют основным рубежам истории природной среды в голоцене.

Коренные изменения растительного покрова произошли только в историческое время в результате хозяйственной деятельности человека. По-видимому, распространение ели в этот период обусловлено не столько изменением климатических условий, сколько влиянием антропогенного фактора, когда ель получила конкурентные преимущества при уничтожении широколиственных пород.

*Ключевые слова:* голоцен, спорово-пыльцевой анализ, раковинные амебы, реконструкция растительности и климата, Среднерусская возвышенность.

**Введение.** Комплексные исследования долгопериодной динамики ландшафтов и климата для разных регионов России приобрели особую актуальность в связи с решением ряда задач, связанных с прогнозом развития окружающей среды в условиях быстрых природных и антропогенных изменений [5, 9]. Большое значение в подобных исследованиях приобрели реконструкции, основанные на данных изучения природных архивов — ледниковых кернов, озерных и болотных отложений. Результаты реконструкций палеорастительности и водно-минерального питания болотной экосистемы, выполненные на основе данных спорово-пыльцевого и ризоподного анализов, а также изучения ботанического состава, свойств и радиоуглеродного датирования торфяной залежи небольшого олиготрофного болота “Клюква” (Белев-

ский район, Тульская обл.), позволили провести сравнительный анализ динамики растительности и климата на северо-западе Среднерусской возвышенности в голоцене и определить влияние хозяйственной деятельности человека на растительность региона на разных этапах освоения территории.

Объект изучения — болото “Клюква” — уникальный элемент ландшафта и единственное водораздельное грядово-мочажинное болото в Тульской области. Такое положение в рельефе (в отличие от пойменных болот, наиболее часто исследованных в зонах широколиственных лесов и лесостепи [4, 7]), позволяет рассмотреть изменения растительного покрова окружающей территории без искажений, которые могут быть следствием привноса вещества водами реки или нарушений торфяной залежи. Так как болото

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, вед. науч. с., канд. геогр.н.; *e-mail:* lenanov@mail.ru

<sup>2</sup> Пензенский государственный университет, науч. с., канд. биол. н.; *e-mail:* andrey.tsyganov@bk.ru

<sup>3</sup> Тульский государственный университет, доцент, канд. биол. н.; *e-mail:* convallaria@mail.ru

<sup>4</sup> Пензенский государственный университет, аспирант; *e-mail:* fyark@yandex.ru

<sup>5</sup> Пензенский государственный университет, профессор, докт. биол. н.; *e-mail:* yurimazei@mail.ru

<sup>6</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 14-05-00550, 13-05-00958, 13-05-90764\_мол\_рф\_нр, 14-04-31472\_мол\_а, 13-05-97513\_р\_центр\_а); анализ ризоподных данных, проведенный Ю.А. Мазеем, выполнен при поддержке гранта РНФ 14-14-00891.

находится на южной границе распространения болот этого типа [3], его экосистема должна быть особенно чувствительна к колебаниям температуры и увлажнения.

**Постановка проблемы.** Проблемам состояния ландшафтных систем и климата в голоцене, взаимодействию человека и окружающей среды посвящено большое количество работ, например [5, 8, 9]. В меньшей степени затрагивались аспекты реконструкции растительности в региональном и локальном масштабах [11], однако это весьма важно для оценки тенденций естественных вариаций окружающей среды в условиях прогнозируемых климатических изменений [9].

Другая не менее важная проблема, рассмотренная нами, — роль антропогенного фактора в формировании растительности в голоцене. Центр европейской части России имеет такую длительную историю хозяйственного освоения [4, 7, 11] и естественные ландшафты претерпели настолько существенные изменения, что иногда невозможно представить их доагрикультурный облик. В связи с этим палеогеографические реконструкции для северо-запада Среднерусской возвышенности приобретают большое значение при восстановлении истории растительности региона.

**Материалы и методы исследований.** Болото “Клюква” (N 53,834812; E 36,252488) находится на 5 км восточнее г. Белев (Тульская обл.), занимает площадь около 1 га. Это олиготрофное болото, сформированное в карстово-суффозионном понижении на склоне водораздела, который обращен к правому борту долины р. Ока. Залежь болота подстилается флювиогляциальными песками.

Климат в районе исследования умеренно континентальный, соответствующий переходному положению территории между умеренно влажными северо-западными районами и более теплыми и сухими районами юго-восточной части европейской России. По данным метеостанции в г. Тула среднегодовая температура составляет +5,5 °С, средняя температура января и июля –9,7 и +19 °С соответственно. Осадков выпадает около 600 мм в год (<http://www.meteo.ru>). Почвы на изучаемой территории дерново-подзолистые. В растительном покрове преобладают смешанные сосново-елово-широколиственные леса с участием естественно растущих ели, сосны, липы, дуба, клена остро-

лиственного. На песчаных почвах распространены сосновые боры с участием в травянистом ярусе редких для этой области черники и брусники.

Описание разреза и отбор образцов на спорово-пыльцевой и ризоподный анализы, детальный ботанический анализ торфа и радиоуглеродное датирование проводились в ходе полевых работ в 2009 и 2011 гг. Работы выполнены при помощи ручного торфяного бура “Eijelkamp”.

Определение абсолютного возраста образцов сделано в радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН. Всего получено 7 радиоуглеродных датировок (таблица).

Обработка проб для анализа ботанического состава торфа, определение степени разложения и зольности торфа, подготовка проб для спорово-пыльцевого анализа выполнялись по стандартным методикам. Образцы для микроскопирования при ризоподном анализе готовили согласно модифицированной методике, основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий [6]. Интервал отбора образцов для всех видов анализов составлял 5 см. В каждом образце при ризоподном анализе подсчитано не менее 150 особей раковинных амёб, при палинологическом — около 500 пыльцевых и споровых зерен.

Климатические реконструкции выполнены методом лучших аналогов [10]. В основе этого метода лежит математическая процедура поиска для ископаемого пыльцевого спектра его наиболее близкого аналога в базе данных из 650 поверхностных проб, доступных в Российской палинологической базе данных (<http://pollendata.org>). Климатические условия территории происхождения спектра—аналога принимаются в качестве реконструкции условий прошлого.

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Анализ ботанического состава торфа* позволил охарактеризовать залежь как переходную и выделить 3 зоны: 0—50 см — верховой, 50—200 см — переходный, 200—250 см — низинный торф (рис. 1).

*Спорово-пыльцевой анализ* образцов торфяной залежи показал, что пыльца древесных пород доминирует во всех изученных пыльцевых спектрах. В нижней части разреза преобладает пыльца сосны и березы. С глубины 220 см и выше существенную долю в спек-

Результаты радиоуглеродного анализа образцов разреза болота “Клюква”

Лабораторный номер ИГАН	Материал	Глубина, см	Радиоуглеродный возраст, <sup>14</sup> C л.н.	Интервал калиброванного возраста (1σ), кален. л.н.	Вероятность
4062	торф	30—40	1050±70	915—1058	1
4064	торф	60—70	2400±70	2345—2495	0,765437
4063	торф	130—140	4880±70	5582—5664	0,744976
4061	торф	160—170	6610±80	7439—7522	0,704618
4058	торф	220—230	6980±80	7728—7869	0,842565
4049	торф	240—250	8140±100	8989—9278	1
4069	гиттия	265—270	8350±100	9264—9478	1

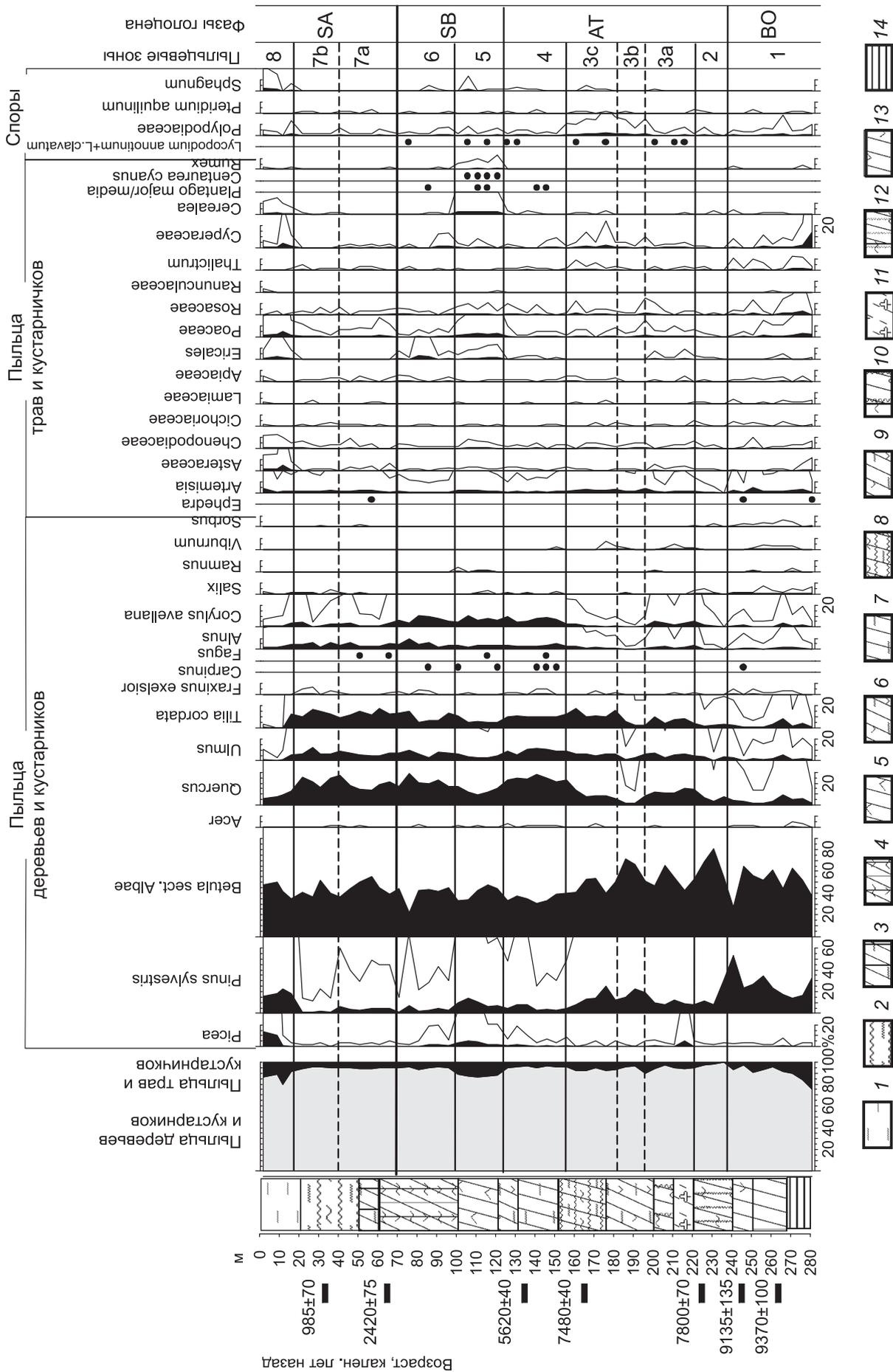


Рис. 1. Ботанический состав торфа и спорово-пыльцевая диаграмма (за 100% на диаграмме принята сумма пыльцы древесных пород и травянистых растений, процентное соотношение спор подсчитано относительно этой суммы), дополнительный контур показывает увеличение базового таксона в 10 раз.  
 Типы торфа: 1 — сфагновый верховой, 2 — пушицево-сфагновый верховой, 3 — древесно-сфагновый переходный, 4 — древесно-травяной переходный, 5 — травяной переходный, 6 — травяно-сфагновый переходный, 7 — осоково-сфагновый переходный, 8 — пушицево-сфагновый переходный, 9 — травяно-сфагновый переходный, 10 — травяно-гипновый низинный, 11 — вахтово-гипновый низинный, 12 — травяно-сфагновый низинный, 13 — травяной низинный с древесными остатками, 14 — гиттия глинистая. Периоды голоцена: BO — бореальный, AT — атлантический, SB — суббореальный, SA — субатлантический

рах составляет пыльца широколиственных пород. В спорово-пыльцевой диаграмме разреза на основании изменений в составе спектров выделено 8 пыльцевых зон (рис. 1).

**Ризоподный анализ.** В результате анализа 53 образцов из торфяной колонки обнаружено 35 таксонов раковинных амеб (рис. 2). Наиболее обильные таксоны в исследованных образцах представлены *Archerella flavum* (47,7% от общего количества учтенных раковинных амеб), *Heleopera sylvatica* (12,8%), *Arcella arenaria* (5,4%). Эти виды также имели высокую встречаемость и обнаружены как минимум в половине исследованных образцов. На основе анализа видовой структуры в сообществе раковинных амеб в исследованной торфяной залежи можно выделить три основные зоны (рис. 2).

Определение **потерь при прокаливании** (зольность торфа) показало, что для всей торфяной залежи характерно очень высокое содержание органического вещества (рис. 3). Потери при прокаливании составляют 97—99%, за исключением интервала 95—135 см, где содержание органического вещества уменьшается и достигает минимума на глубине 112 см (84,5%). В верхних 20 см разреза величина потерь при прока-

ливании также снижается. Высокие показатели содержания органического вещества свидетельствуют о том, что поступление минерального вещества с окружающей территории было минимальным почти на всем протяжении формирования торфяной залежи.

Согласно результатам изучения строения разреза болота “Клюква” и радиоуглеродного датирования, накопление органического вещества в изучаемом карстово-суффозионном понижении началось в раннем голоцене. Радиоуглеродная датировка подошвы органических отложений составляет  $9370 \pm 115$  кален. л.н. (календарных лет назад). Развитие изучаемой болотной экосистемы началось с формирования травянистых сообществ с участием сосны и березы. Интенсивный сток с минеральных почв способствовал произрастанию влаголюбивых эвтрофных видов как сосудистых растений, так и мохообразных. Данные ризоподного анализа (рис. 2, 3) свидетельствуют о том, что уже на начальных этапах развития болота сфагновые мхи произрастали в обводненных условиях и формировали некрупные дерновины, приуроченные к межкочечным понижениям. Присутствие ксерофильных видов (*Assulina muscorum* и *Arcella arenaria*) может свидетельствовать о нестабильном гидрологическом режиме на

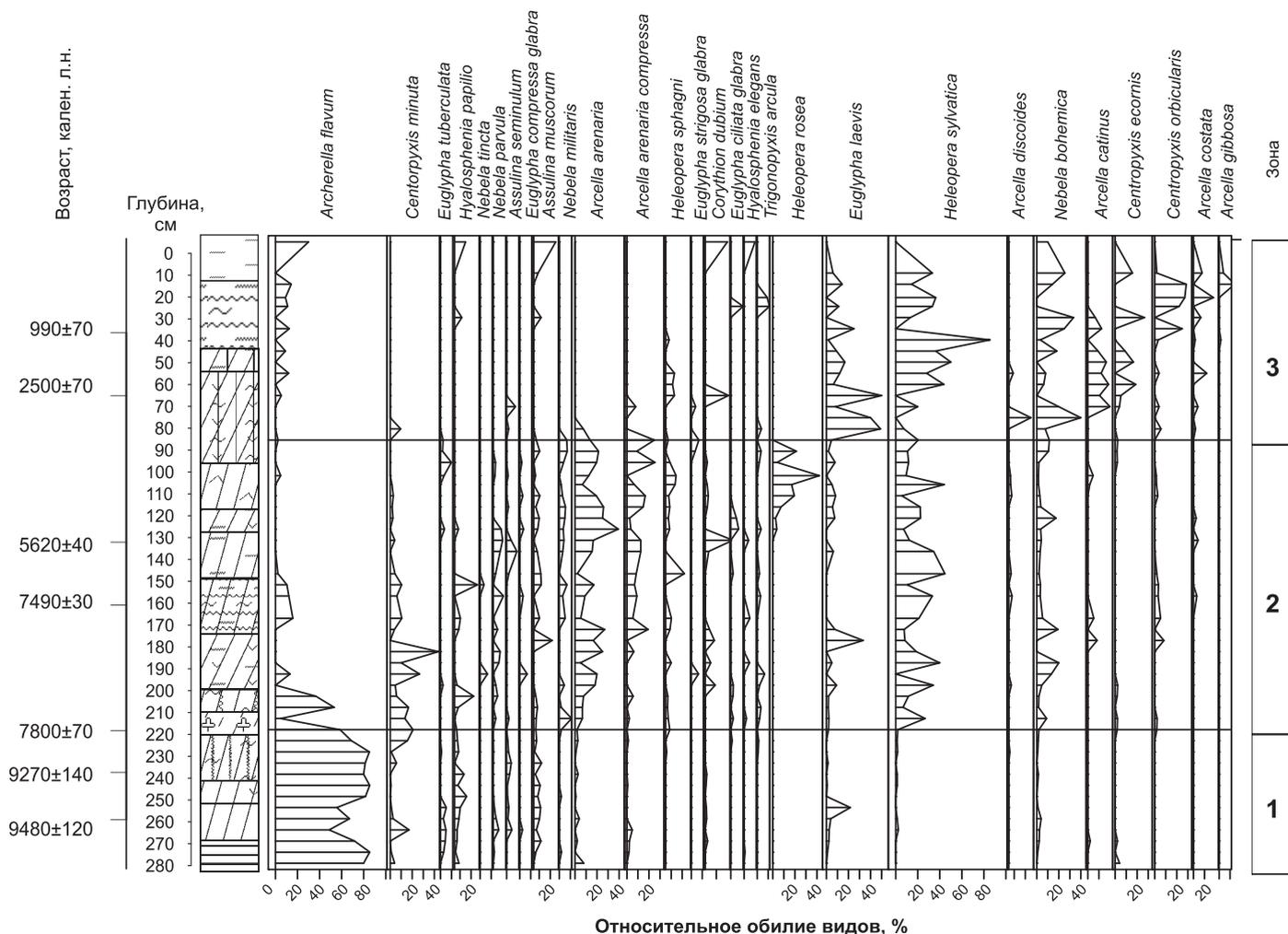


Рис. 2. Диаграмма ризоподного состава. Условные обозначения см. на рис. 1

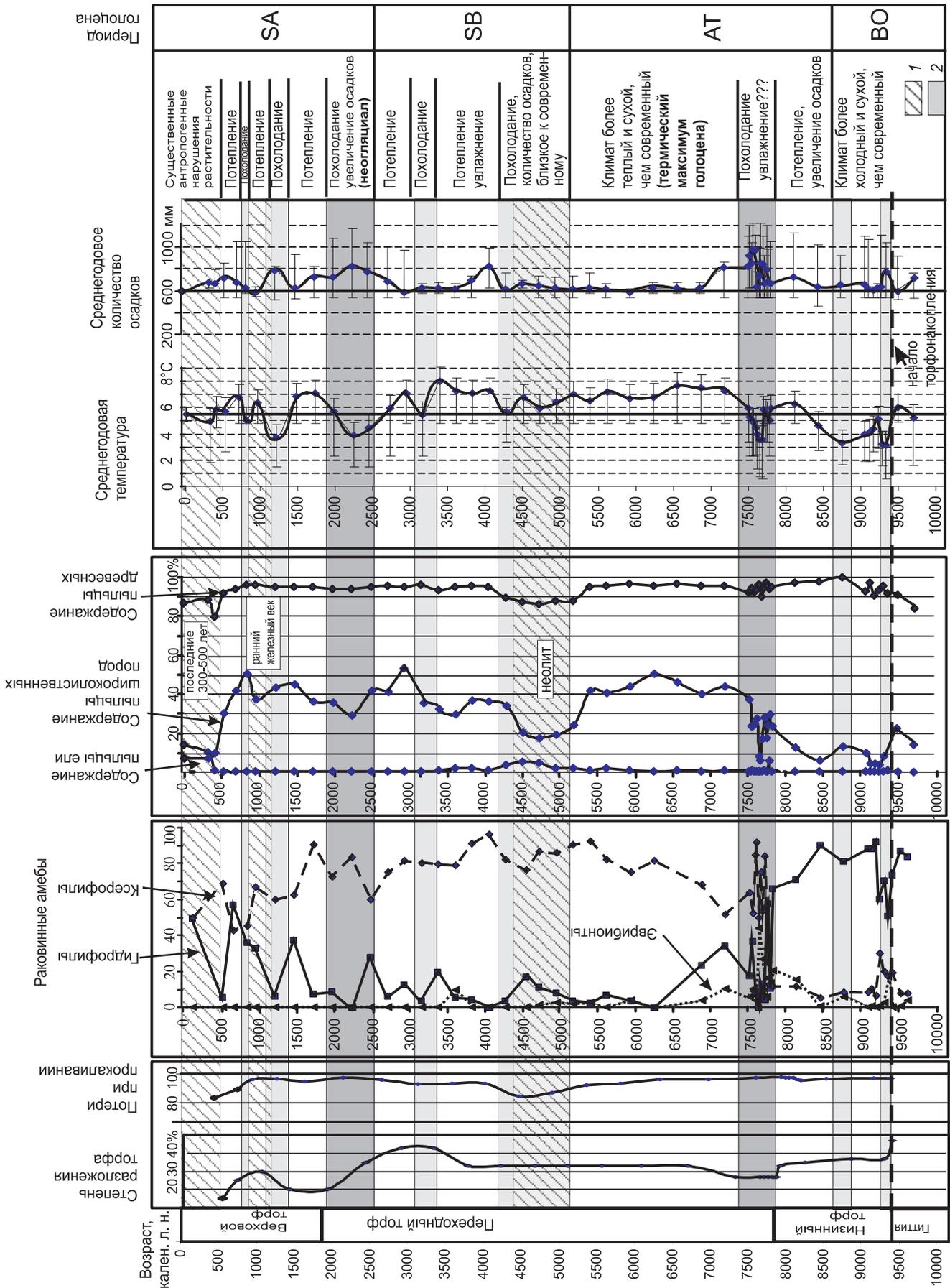


Рис. 3. Основные результаты комплексного изучения болота "Клюквы" и динамика климата на окружающей территории в голоцене: 1 — периоды похолодания климата, 2 — периоды антропогенных нарушений растительности

этом этапе развития болота, сопровождавшемся как активным обводнением в результате стекания поверхностных вод в весенне-осенний период, так и иссушением депрессии летом, что вполне возможно в условиях летнего дефицита осадков.

Результаты спорово-пыльцевого анализа показали, что в период 9400—9100 кален. л.н. (рис. 1, зона 1) на прилегающей территории были распространены сосново-березовые леса с небольшим участием широколиственных пород. Очевидно, леса были негустые, с хорошо развитым подлеском и богатым травянистым ярусом. Позднее (9000—8000 кален. л.н., зона 2) доля сосны в древостоях резко сократилась, березовые леса стали доминирующим компонентом в растительном покрове. По данным палеогеографических реконструкций этого временного интервала березовые леса были распространены на всей территории лесной зоны Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири [8]. Подобный растительный покров Среднерусской возвышенности был частично унаследован от перигляциально-лесостепных формаций, существовавших в центре Восточно-Европейской равнины в валдайскую ледниковую эпоху [7]. Климат рассматриваемого периода был холоднее, чем в настоящее время, — значения среднегодовой температуры были на 2 °С ниже, чем современные (рис. 3), среднегодовое количество осадков приближалось к современному, а около 9400 кален. л.н. оно было на 100 мм больше, что способствовало болотообразованию. На южной границе современной лесной зоны и в лесостепи датировки базальных горизонтов торфа наиболее мощных пойменных торфяников также относятся к раннему голоцену [3, 7].

Значительные изменения как в региональной, так и в локальной растительности фиксируются по данным палеоботанического и ризоподного анализов около 7800—7700 кален. л.н. В лесных фитоценозах, окружающих болото, увеличилось участие широколиственных пород (дуб, вяз, липа) и лещины (рис. 1, зона 3а). В травяном ярусе были обильны папоротники. В локальной растительности болота постепенно возрастало участие сфагновых и гипновых мхов, появилась пушица. В сообществе раковинных амеб также отмечаются значительные изменения, связанные с появлением представителей группы ксерофильных и эврибионтных видов. Это совпало с началом формирования травяно-сфагнового переходного торфа и может свидетельствовать о снижении участия гидрофильных эвтрофных сфагновых мхов в растительном покрове. Климатические реконструкции показывают увеличение среднегодовых значений температуры и количества осадков (рис. 3).

Результаты спорово-пыльцевого анализа указывают на существенные изменения в период 7700—7500 кален. л.н. в составе пыльцевых спектров в течение 150—200 лет (рис. 1, зона 3б), которые можно интерпретировать как отражение изменений растительности, обусловленных похолоданием и увлажнением климата, а также нарушениями вследствие воздействия локальных факторов (пожары, ветровалы и т.п.).

Признаки резких климатических изменений, связанных с похолоданием, по данным ботанического состава торфа и ризоподного анализа для этого интервала не выявлены.

Потепление климата с 7500 по 5200 кален. л.н. обеспечило условия для максимального развития дубовых лесов с участием вяза, липы и ясеня и хорошо развитым кустарниковым ярусом (рис. 1, зоны 3с, 4) на территории, прилегающей к болоту. Содержание пыльцы лещины в этом интервале максимально. В спорово-пыльцевых спектрах присутствуют единичные зерна граба и бука, что может быть связано с ветровым заносом.

В этот же период (7500—5200 кален. л.н.) в рассматриваемой депрессии существовало мезотрофное болото и формировался осоково-сфагновый и пушицево-сфагновый переходные виды торфа (рис. 1). Скорость накопления торфа уменьшилась, а степень разложения увеличилась (рис. 3). По-видимому, обводнение болота уменьшилось, что подтверждается резким снижением доли гипновых мхов (с 35 до 10%) и появлением эвтрофных, но устойчивых к иссушению сфагнумов секции *Palustre* (*S. centrale*). Сообщества раковинных амеб имеют ксероморфный характер. В этот период также отмечается практически полное исчезновение гидрофильных видов раковинных амеб, типичных для нижней части разреза, и увеличение доли эврибионтных видов.

Изменения растительности на болоте, свойств торфяной залежи и растительного покрова окружающей территории указывают на существенное потепление и, возможно, некоторое иссушение климата за счет увеличения испарения и, вероятно, сокращения количества осадков в летний период. Среднегодовые значения температуры были в пределах 6—7,5 °С, что на 1—2,5 °С выше, чем в настоящее время, количество осадков было близко к современному (рис. 3).

Около 5000—4000 кален. л.н. произошли заметные изменения как в экосистеме болота, так и на окружающей территории, связанные с антропогенными нарушениями растительного покрова. В спорово-пыльцевых спектрах заметно сократилось участие деревьев и кустарников (рис. 1, зона 5), при этом содержание широколиственных пород значительно уменьшилось, а доля березы и лещины — видов, чутко реагирующих на уменьшение сомкнутости древесного полога, — даже немного возросла. В спектрах появилась пыльца культурных злаков (до 3,5%), василька синего (сеgetального сорняка), а также подорожника и щавеля — видов-индикаторов присутствия человека и нарушения растительного почвенного покрова. Тот факт, что в непосредственной близости от болота “Клюква” расположена группа археологических объектов (остатки двух неолитических поселений, а также находки артефактов бронзового века) [1], позволяет предположить, что в период обитания поселений происходило уничтожение широколиственных лесов в результате подсеčno-огневого земледелия, а на их месте распространялись вторичные березняки.

О нарушении почвенного покрова и усилении эрозионных процессов свидетельствует увеличение на 20% минеральной фракции в торфе в период 5180—4280 кален. л.н. (рис. 3). В локальной растительности уменьшилась доля сфагновых мхов, что может отражать изменения минерального питания, связанные с увеличением трофности стекающих поверхностных вод в результате эрозии. Нетребовательные к питанию сфагновые мхи при столь резком изменении условий среды могут гибнуть, чем можно объяснить снижение их обилия и появление в структуре торфяной залежи травяного переходного торфа. В дальнейшем такой “вброс” зольных элементов обеспечил произрастание древесных пород.

В этот период сообщество раковинных амёб в целом сохраняло ксероморфный характер, что коррелирует с наличием переходных торфов в залежи и мезотрофным типом питания. Показательно появление вида *Heleopera rosea*, который ни до, ни после в изучаемом болоте не встречался. Характерная особенность этого вида — яркая винно-красная окраска раковинки, однако экологическое значение указанного признака, как и экология вида в целом остаются мало изученными. Вероятно, появление этого вида можно связать с увеличением концентрации минеральных частиц, необходимых для построения раковинки, из-за усиления эрозионных процессов в результате антропогенной деятельности.

Вышеупомянутые нарушения спорово-пыльцевых спектров несколько замаскировали признаки ландшафтно-климатических изменений, произошедших около 4500 кален. л.н., которые на территории Восточно-Европейской равнины связаны с похолоданием климата [5, 8]. Согласно нашим реконструкциям, годовые значения температуры снизились до современных значений, количество осадков осталось на прежнем уровне (рис. 3). Появление в спектрах пыльцы ели (рис. 1, зона 5) может быть отражением ее экспансии из более северных районов [8]. Возможно, в небольшом количестве ель присутствовала в древостоях, и при уничтожении широколиственных пород вид получил конкурентные преимущества и на короткое время численность его популяции увеличилась.

Около 4000 кален. л.н. человек, видимо, покинул эту территорию, и широколиственные леса восстановили свои позиции в бассейне верхней Оки (рис. 1, зоны 6—7) и сохранялись до 2900 кален. л. н. В локальной экосистеме болота также произошли изменения. Распространение древесных пород обеспечило формирование древесно-травяного переходного торфа (начиная с 4300 кален. л.н.), который в свою очередь сменился древесно-сфагновым (начиная с 2500 кален. л.н.).

В течение временного интервала 2900—1500 кален. л.н. сокращение процентного содержания пыльцы широколиственных пород, в первую очередь дуба, вяза и лещины (рис. 1, зона 7а), свидетельствует о том, что климат стал более влажным и прохладным. Среднегодовая температура снизилась до 4 °С, что на 1 °С

меньше современных показателей, количество осадков возросло до 700—800 мм/год. Отметим почти полное отсутствие ели в составе лесных сообществ вплоть до второй половины последнего тысячелетия. Однако уже на 100 км северо-восточнее, в районе Тулы, в зоне современных широколиственных лесов в разрезах пойменных торфяников [4] отмечается присутствие до 10% пыльцы ели, что позволяет сделать предположение об инвазии хвойно-широколиственных лесов в районе Тульских засек и неравномерности продвижения ареала ели на юг.

При потеплении климата (1500—700 кален. л.н.) и увеличении среднегодовой температуры до 7 °С, широколиственные леса восстановили свои позиции на рассматриваемой территории. При этом доля пыльцы липы возросла, а содержание пыльцы орешника сократилось (рис. 1, зона 7б). Возможно, леса стали более густыми.

Примерно 2000 кален. л.н. обеднение минерального питания вызвало уменьшение доли древесных пород в локальной растительности болота, усиление роли сфагновых мхов, стал формироваться пушицево-сфагновый торф. В сообществе раковинных амёб в период 2900—2000 кален. л.н. сохраняется преобладание ксерофильных видов, что указывает на достаточно бедное водно-минеральное питание. Начиная с 2000 кален. л.н. появляются гидрофильные виды раковинных амёб, как сфагнобионты, так и эврибионты.

В раннем железном веке территория, прилегающая к болоту “Клюква”, была обитаема (имеются указания на находки нескольких селищ этой эпохи [1]). Сокращение доли широколиственных пород (возможных, выборочных рубки) и появление пыльцы культурных злаков (единично) — признаки появления человека. Однако нарушения растительного покрова не были столь заметными, как в неолитическую эпоху. В этот период человек интенсивно осваивал пойму Оки и ее притоков и низкие террасы, в то время как водоразделы оставались менее затронутыми его деятельностью [2]. Содержание органического вещества в торфе оставалось очень высоким (до 94—96%). Очевидно, поступления минеральной фракции за счет эрозии почв практически не было. В таких условиях развитие болота происходило в направлении олиготрофизации, что обеспечило переход к сфагновому верховому торфу в поверхностном горизонте залежи. Наличие верховых торфов отмечается и для других болот, занимающих карстово-суффозионные понижения в бассейне верхней Оки [3].

Время формирования верхней части торфяной залежи (горизонт слабообразованного сфагнового верхового торфа, глубина 20—0 см) соответствует нескольким последним столетиям. Растительный покров болота приобрел современную структуру, в то время как на окружающей территории произошли коренные изменения (рис. 1, зона 8) — началось активное хозяйственное освоение бассейна верхней Оки и вырубка лесов под пашню и производство древесины. Широколиственные леса были почти уничтоже-

ны, их место заняли сосново-березовые леса, в которые активно внедряется ель. Содержание пыльцы ели в спектрах в верхних 10 см максимальное за весь голоцен (10—15%). Возможно, ель начала расселяться после сведения широколиственных лесов, когда ослабла конкуренция с широколиственными породами, в первую очередь с дубом. Таким образом, на формирование хвойно-широколиственных лесов на исследуемой территории повлияли не столько климатические причины, сколько антропогенный фактор.

#### Выводы:

— результаты спорово-пыльцевого и ризоподного анализов, изучения ботанического состава торфа и радиоуглеродного датирования показали, что наиболее существенные изменения как на локальном уровне

не экосистемы болота, так и на региональном уровне бассейна верхней Оки на северо-западе Среднерусской возвышенности произошли около 8100, 5000 и 2500 кален. л.н. и соответствуют основным рубежам истории природной среды и климата в голоцене;

— коренные изменения растительного покрова, связанные с сокращением доли широколиственных лесов, произошли только в историческое время в результате хозяйственной деятельности человека;

— распространение ели у южной границы ее ареала, очевидно, обусловлено не столько изменением климатических условий, сколько влиянием антропогенного фактора, когда ель получила конкурентные преимущества при уничтожении широколиственных пород.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Археологическая карта России. Тульская обл. Ч. 1. М.: Ин-т археологии РАН, 1997. 360 с.

2. Асеев А.А. Палеогеография долины Средней и Нижней Оки в четвертичный период. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 201 с.

3. Волкова Е.М. Редкие болота северо-востока Среднерусской возвышенности // Ботанический журн. 2011. Т. 96, № 12. С. 55—70.

4. Климанов В.А., Серебряная Т.А. Изменения растительности и климата на Среднерусской возвышенности в голоцене // Изв. АН СССР. Сер. геог. 1986. № 2. С. 93—101.

5. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2010. 220 с.

6. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Изменение сообществ почвообитающих раковинных амёб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15, № 37. С. 13—23.

7. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене—голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.

8. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

9. IPCC Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge Univer. Press, 2013. 1535 p.

10. Nakagawa T., Tarasov P., Kotoba N. et al. Quantitative pollen-based climate reconstruction in Japan: application to surface and late Quaternary spectra // Quat. Sci. Rev. 2002. Vol. 21. P. 2099—2113.

11. Novenko E.Yu., Volkova E.M., Glasko M.P., Zuganova I.S. Palaeoecological evidence for the middle and late Holocene vegetation, climate and land use in the upper Don River basin (Russia) // Vegetation History and Archaeobotany. 2012. Vol. 21. P. 337—352.

Поступила в редакцию  
27.03.2014

E.Yu. Novenko, A.N. Tsyganov, E.M. Volkova, K.V. Babenko, Yu.A. Mazei

#### LANDSCAPE AND CLIMATE DYNAMICS OF THE NORTH-WESTERN SREDNERUSSKAYA UPLAND DURING THE HOLOCEN

New results of complex palaeogeographical investigation of the Klyukva karst-suffosion bog (the Belev raion of the Tula oblast) and the reconstruction of the Holocene dynamics of vegetation resulting from climate changes and anthropogenic impact are presented. During the boreal period of the Holocene the territory under study was covered mainly by pine and birch forests, probably inherited from the periglacial vegetation cover of the Late Valdai Ice Age. The broadleaved forests appeared within the Upper Oka River basin about 7800 years ago (the Atlantic period) and about 7500 years ago oak, lime and elm forests with birch became the dominant component of the vegetation cover. Changes in bog vegetation, testate amoebas, characteristics of peat stratum and surrounding vegetation cover suggest that climatic conditions of the late Atlantic period (thermal maximum of the Holocene) were warmer and dryer as compared to modern ones, probably due to lesser summer precipitation. During the second half of the Holocene the most radical changes, both local (in bog ecosystems) and regional (in the Upper Oka River basin, the north-western part of the Srednerusskaya Upland), occurred 5000 and 2500 years ago, in line with the principal milestones of the natural environment evolution.

Profound changes of the vegetation cover took place in the historical time as a result of the anthropogenic activities. Wide distribution of spruce during that period could be probably attributed to the anthropogenic impact rather than to climate change, because after the clearing of broadleaved species the spruce has gained in competitiveness.

*Key words:* Holocen, landscape, climat, north-western Srednerusskaya Upland.