УДК 581

# ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ В ТЕЧЕНИЕ 4000 ЛЕТ ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ БОЛОТА «БЫКОВКА» (ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*М.Б. Носова*[1], *Е.М. Волкова*[2], *Е.В. Столяров*[3]

На территории Киреевского р-на Тульской обл. (в зоне перехода между широколиственными лесами и лесостепью) изучены торфяные отложения болота «Быковка» возрастом около 4000 лет (глубина изученной залежи 910 см). Получены палеоботанические данные о региональной и локальной динамике растительности в течение позднего голоцена. Показано, что вплоть до середины II тыс. н.э. на территории, окружающей торфяник, преобладали широколиственные леса при ограниченном присутствии участков с травянистой растительностью. Антропогенное воздействие имело место с самого начала изучаемого периода и усиливалось со временем. Основные этапы трансформации растительности таковы: более 4000 л.н. на территории появилось скотоводство, 1900–2000 л.н. – подсечно-огневое и пойменное земледелие, 1200–1000 л.н. с началом славянской колонизации – пашенное земледелие, 300 лет назад начал формироваться современный ландшафт.

**Ключевые слова:** палинология, голоцен, Тульская область, широколиственные леса, болота, антропогенное воздействие, история растительности.

Изменение границ природных зон в течение голоцена – одна из наиболее обсуждаемых проблем в палеогеографии и геоботанике (Гроссет, 1961; Смирнова и др., 2001; Новенко, 2016). Для ее решения можно использовать палинологический метод. Наиболее чувствительны к смене климатической обстановки и другим внешним (например, антропогенным) причинам экотоны – «зоны напряжения» на стыке природных зон (Одум, 1975). По мере изменения внешних условий в течение голоцена границы могут смещаться, а анализ палинологических данных на разных временных и пространственных срезах позволяет проследить динамику их изменения.

Изучение динамики палеорастительности на стыке природных зон позволяет понять, в каком объеме рассматривать такие крупные биомы, как степь и широколиственные леса. В двух наиболее современных картографических источниках лесостепь входит в состав разных биомов: на карте DMEER (Digital Map of European Ecological Regions – https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/dmeer-digital-map-of-european-ecological-regions) она относится к восточно-европейской лесостепи (Eastern European forest–steppe), а на карте «Биомы России» (Ogureeva et al., 2015) – к «неморальному широколиственному и лесостепному биому» (Nemoral broad-leaf and forest-steppe biome). Согласно разным точкам зрения, это либо самостоятельный биом, либо производный от широколиственных лесов на их южной границе, либо производный от степи на северной границе. Именно взаимоотношение леса и степи в голоцене, их баланс и историческая динамика, на наш взгляд, определяют биогеографическую принадлежность современной лесостепи. С этой точки зрения важно изучить на разных объектах голоценовую динамику растительности в пределах упомянутого «неморального широколиственного и лесостепного биома», а также оценить изменения растительности, в том числе антропогенного характера, приведшие к формированию современного облика ландшафта.

Зона широколиственных лесов и лесостеп привлекают внимание палеоэкологов и палеогеографов, однако пригодных для изучения объектов (прежде всего, болот и озер) с сохранной стратиграфией в этих зонах немного. По этой причине работ, посвященных палеорастительно-

[1] Носова Мария Борисовна, Главный ботанический сад РАН (mashanosova@mail.ru); [2] Волкова Елена Михайловна, Тульский государственный университет (convallaria@mail.ru); [3] Столяров Евгений Васильевич, Государственный музей-заповедник «Куликово поле» (stolyarov@kulpole.tula.net).

сти лесостепи и широколиственных лесов, мало. Н.В. Благовещенская (2020) обобщила результаты многолетних палинологических исследований в работе, посвященной взаимоотношениям леса и степи на юге Приволжской возвышенности. Растительность лесостепи на Среднерусской возвышенности в Тульской обл. изучали Е.Ю. Новенко с соавторами (Novenko et al., 2009, 2012, 2016; Новенко и др., 2013). Авторы этих работ пришли к выводу, что в исследованных районах в течение среднего и отчасти позднего голоцена либо растительность периодически сменялась на степную, либо (в более влажные и холодные периоды) увеличивалась доля лесов, но полностью лесными эти регионы в течение голоцена не были. В последние 2500 лет (с раннего железного века) значительное влияние на облик растительности в этой зоне оказывал человек. Однако максимальная трансформация ландшафтов отмечена в пределах Среднерусской и Валдайской возвышенностей только в последние 200–400 лет в зависимости от региона (Novenko et al., 2012; Новенко и др., 2017; Nosova et al., 2019). В Среднем Поволжье агроландшафты сменили широколиственные леса уже в X–XIII вв. (Vyazov et al., 2019; Ponomarenko et al., 2020).

Палинологических сведений для зоны широколиственных лесов гораздо меньше. Изучены болота «Главное» (Носова, Волкова, 2014) и «Источек» (Новенко и др., 2017), находящиеся в пределах бывшей Засечной черты. Данные с болота «Источек» показывают, что в теплый период (до 4500 л.н.) граница широколиственно лесной и лесостепной зон находилась на 50–70 км севернее, а после похолодания в среднем и позднем голоцене граница леса сместилась к югу.

Работа посвящена изучению палеоэкологической летописи карстового болота «Быковка», находящегося у северной границы лесостепного экотона в сильно трансформированных сельским хозяйством ландшафтах. Рабочая гипотеза нашего исследования состояла в том, что зональной растительностью на этой территории являются широколиственные леса у своей южной границы, а современный облик ландшафта обусловлен антропогенным воздействием на растительность.

Цель исследования – установление динамики изменений региональной и локальной растительности с течением времени, что отражено в торфяной залежи, а также выяснение этапов трансформации, приведших к современному состоянию ландшафта.

Для того, чтобы установить связь результатов палинологического анализа с периодами антропогенного воздействия на территорию, необходимо дать краткое описание археологических данных о смене культур и типов хозяйствования в регионе за последние 4000 лет.

На рубеже III–II тыс. до н.э. в лесной зоне Восточной Европы, включая территорию современной Тульской обл., появились новые племена, которые пришли, главным образом, с юга и юго-запада. Новое население обладало более высоким уровнем социально-экономического развития, чем местные поздненеолитические охотники и рыболовы. У этих племен было развито земледелие и скотоводство, они освоили металлургию меди и бронзы.

В культурно-историческом плане применительно к эпохе среднего бронзового века (конец III – первая половина II тыс. до н.э.) территория современной Тульской обл. делится на две части. В юго-восточной (верховья Дона) выделена группа памятников абашевской культуры, а в северо-западной (тульско-калужское течение р. Ока) изучен массив памятников и случайных находок фатьяновского облика (сверленые топоры-молотки и шлифованные топоры-клинья). Есть свидетельства контактирования этих культур и их взаимного влияния. Основой хозяйства было скотоводство при вспомогательной роли земледелия и присваивающего хозяйства (Екимов, 2001).

Поздняковская культура (вторая половина II тыс. до н.э.), характерная для позднего бронзового века на исследуемой территории, имела тесные связи с племенами срубной культуры. Тип хозяйствования поздняковской культуры схож с таковым у предшествующих племен (Екимов, 2003).

С началом I тыс. до н.э. в лесной полосе Восточной Европы начинается ранний железный век (VII в. до н.э. – I–II в.). Переходный период от эпохи бронзы к раннему железу в настоящее время изучен слабо («темные века»). Первый этап заселения племенами железного века Окско-Донского водораздела приходится на VIII–VII вв. до н.э. и связан с носителями традиций культуры текстильной и гладкостенной (с тычковой орнаментацией) керамики (Столяров, 2017). Позже сочетание этого субстрата стало общей основой для формирования дьяковской и городецкой культур, что предшествовало появлению угрофинских племен (меря, весь, мурома и др.) на юге лесной зоны Восточной Европы. К концу железного века роль земледелия увеличилась – помимо пойменного земледелия уже существовало подсечно-огневое.

С середины III в. территория верхней Оки заселяется племенами мощинской культуры.

Данных об их хозяйстве немного, но можно говорить о существовании у них подсечного земледелия (Воронцов, 2013).

Славянские племена появились на территории Верхнего Поочья в начале IX в. н.э. Основу их хозяйства составляло высоко развитое для своего времени пашенное земледелие с применением пахотных орудий, снабжавшихся железными наконечниками (Григорьев, 2002). К концу средневековья сформировалась комбинированная система земледелия, сочетавшая трехпольный севооборот с периодическим обновлением основного массива пашенных земель за счет перелогов и росчистей (Милов, 1998). К началу XVI в. уровень распашки приблизился к максимально возможному, сменившись упадком сельского хозяйства в период кризиса Смутного времени, а затем площадь сельскохозяйственных земель вновь увеличилась до максимума и оставалась таковой вплоть до середины – конца XX в.

## Территория и объект исследования

Болото «Быковка» – одно из 53 болот, сформированных в системе карстовых провалов на водоразделе в Киреевском р-не Тульской обл. у дер. Быковка (рис. 1). Это ненарушенное болото площадью 0,2 га с сохранившейся торфяной залежью глубиной 9 м. Подстилающими породами являются глинистые отложения. Питание болота осуществляется выклинивающимися грунтовыми и делювиальными водами, а также атмосферными осадками. Увеличение доли атмосферного питания определяет формирование современной олиготрофной растительности.

Климат района умеренно-континентальный. Среднегодовая температура на территории района меняется в интервале от +3,6 до +3,8 °С. Безморозный период в районе продолжается 138 дней, среднегодовая сумма осадков составляет 585 мм/год. По этой территории в настоящее время проходит граница зоны широколиственных лесов и лесостепной зоны. Преобладают открытые ландшафты – агроценозы, залежи разного возраста, луговые и лугово-степные сообщества. Водораздельные и балочные леса встречаются в виде небольших урочищ и представлены в основном сукцессионными сериями широколиственных лесов с преобладанием мелколиственных пород – березы, ольхи и осины. Почвенный покров представлен серыми и темно-серыми лесными почвами, а также оподзоленными черноземами.

## Методы

Образцы для проведения анализа макроостатков в торфе и палинологического анализа торфа были отобраны буром Инсторфа с интервалом 10 см в наиболее глубокой части болота. Ботанический анализ торфа выполнен по стандартной методике (Тюремнов, 1976) Е.М. Волковой, данные по болоту «Быковка» частично опубликованы (Волкова и др., 2017). На основании результатов ботанического анализа была построена стратиграфическая диаграмма торфяных отложений в программе «Korpi» (Кутенков, 2013). Для палинологического анализа образцы торфа были подвергнуты стандартной обработке методом ацетолиза (Erdtman, 1960). Подсчет пыльцы и спор проводили на временных препаратах с помощью светового микроскопа «Микмед-5» при увеличении ×400. Обработка палинологических данных и построение диаграмм процентного содержания пыльцы были проведены с помощью программ TILIA и TGview 1.7.16 (Grimm, 1991). Процентное содержание таксонов в пыльцевом спектре рассчитывали от суммы деревьев, трав и спор, исключая водные растения и сфагновые мхи. Микроугли в образцах специально не учитывались, но содержащие микроугли прослойки были визуально отмечены при отборе образцов в поле и при анализе эта информация была проверена. Радиоуглеродный анализ выполнен в Радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН (Волкова и др., 2017). Данные, представленные в таблице, откалиброваны в программе CalPal (http://www.calpal-online.de). Для построения хронологической шкалы на палинологической диаграмме использован калиброванный возраст образцов, который для глубины более 640 см экстраполирован с помощью программы TGView.

## Результаты

### *Формирование залежи и смены локальной растительности болота по данным анализа макроостатков в торфе*

Болото «Быковка» (Тульская обл.), согласно созданной в программе TGView возрастной модели с линейной экстраполяцией для нижней части разреза, образовалось около 4000 лет назад (Суббореальный период голоцена) в карстовой депрессии глубиной более 10 м. Начальные этапы заболачивания, согласно результатам ботанического анализа торфа (рис. 2), характеризовались отсутствием обильного увлажнения, что запустило первую стадию формирования болота в виде древесно-травяной палеорастительности

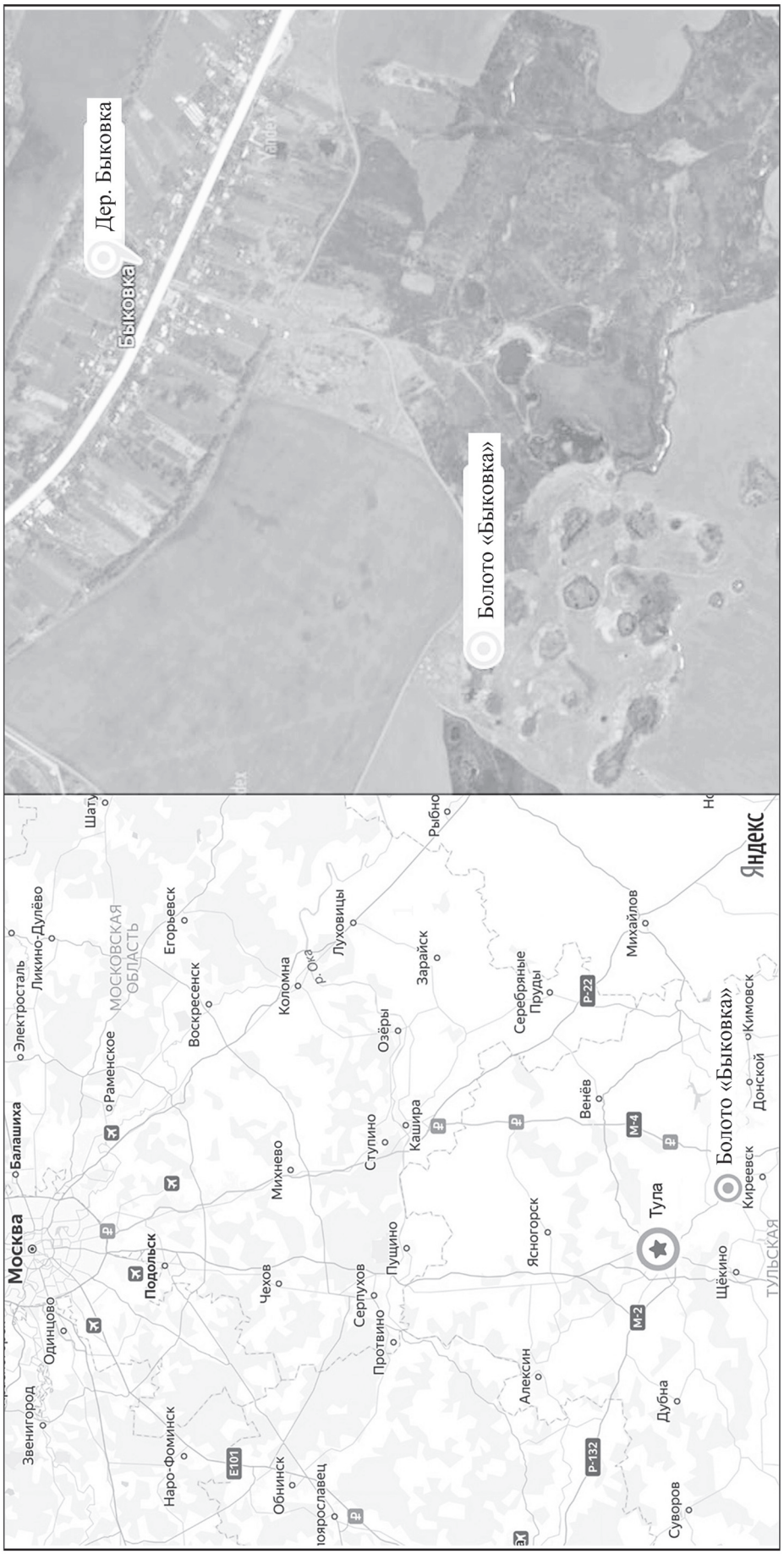


Рис. 1. Местоположение болота «Быковка» (Киреевский р-н, Тульская обл.) на карте (©Yandex)

Таблица 1

**Результаты радиоуглеродного анализа образцов торфа болота «Быковка» (Тульская обл.)**

| Лаборатория № ИГ РАН | Материал | Глубина, см | Радиоуглеродный возраст, $^{14}$C л.н. | Интервал калиброванного возраста (1σ), кал. л.н. | Вероятность |
|---|---|---|---|---|---|
| 4507 | торф | 90–100 | 260±80 | 348–457 | 0,46 |
| 4508 | торф | 140–150 | 300±70 | 347–460 | 0,72 |
| 4509 | торф | 290–300 | 540±100 | 505–570 | 0,50 |
| 4510 | торф | 340–350 | 1130±80 | 962–1090 | 0,75 |
| 4505 | торф | 390–400 | 1470±70 | 1297–1414 | 0,98 |
| 4511 | торф | 440–450 | 1600±80 | 1395–1566 | 1,0 |
| 4514 | торф | 480–490 | 1720±70 | 1553–1709 | 1,0 |
| 4504 | торф | 570–580 | 1910±70 | 1777–1930 | 0,92 |
| 4512 | торф | 630–640 | 2230±70 | 2154–2272 | 0,77 |

(с участием *Salix* sp.) (Волкова и др., 2017). Однако накопление выклинивающихся грунтовых и стекающих поверхностных вод способствовало переходу к травяно-гипновым палеоценозам, в том числе с тростником и рогозом. Выше по разрезу формировались травяные и шейхцериевые палеоценозы (2–3-я стадия). На 4-й стадии богатое водно-минеральное питание обусловливает эвтрофный характер шейхцериево-сфагнового палеосообщества. Скорость прироста торфа увеличивается до 4,4 мм в год. Выше по разрезу происходит переход к мезотрофному этапу развития (5-я стадия), сначала со снижением скорости прироста до 1,4 мм/год, затем (300–500 л.н.) при формировании осоково-сфагновых сообществ и сохранении мезотрофного характера залежи происходит увеличение скорости прироста до 7,1–7,3 мм/год. Позже (150–200 л.н.) в составе палеоценозов появляется клюква и олиготрофные сфагновые мхи, происходит переход к олиготрофному этапу развития (8-я стадия, О-этап). В этот период скорость вертикального прироста торфа составляет 2,7 мм/год. В настоящее время на верховом торфе образовано сообщество *Carex rostrata – Sphagnum fuscum + S. magellanicum*.

### Палинологический анализ

Построенная по результатам палинологического анализа диаграмма (рис. 3) была разделена на 6 зон, согласно изменению процентного соотношения компонентов в спектрах. Мы обращали особое внимание на присутствие скоплений пыльцевых зерен, которые с большой вероятностью указывают на локальное произрастание таксона. Зоны с I по IV содержат ярко выраженные лесные спектры с преобладанием пыльцы мелколиственных и широколиственных деревьев. Зоны V и VI демонстрируют увеличение антропогенного воздействия и уменьшение участия древесных пород вследствие сведения лесов в регионе.

**Зона I (910–790 см).** Преобладает пыльца *Betula* (до 30%) и широколиственных пород (Quercetum mixtum – далее QM). Значительно участие травянистых пыльцевых таксонов (Poaceae, Cyperaceae), а также таких, которые можно характеризовать как сорняки увлажненных богатых субстратов – *Urtica, Humulus* / *Cannabis, Rumex*. В этой и последующих зонах спектры носят очевидно лесной характер, доля пыльцы деревьев и кустарников в них не ниже 70%, лишь на глубине 345–585 см этот показатель снижается до 65–70%, восстанавливаясь затем до прежних значений. Для хвойно-лесной зоны это невысокие значения, но в интересующем нас регионе, очевидно, в растительности преобладают широколиственные таксоны, обладающие невысокой пыльцевой продуктивностью, за счет чего процентные соотношения изменяются в пользу пыльцы трав.

**Зона II (790–725 см).** Участие пыльцы *Betula* увеличивается, участие QM, напротив, снижается. Увеличивается участие папоротников Polypodiaceae (присутствуют скопления спор), в частности *Thelypteris*. Уменьшается участие пыль-

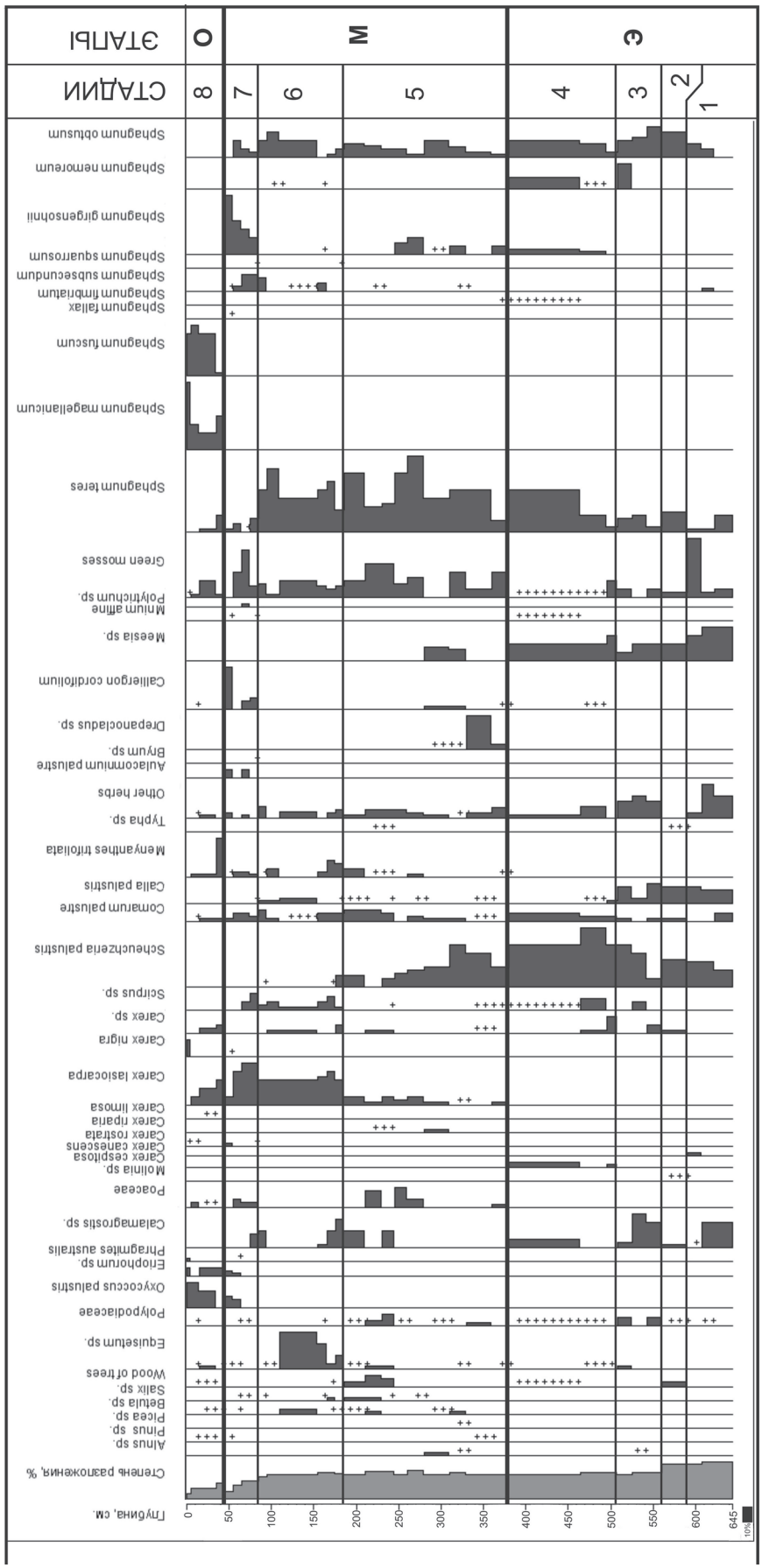


Рис. 2. Стратиграфическая диаграмма ботанического состава торфа и стадии развития болота «Быковка» (Э-этап: 1 – травяно-гипновая (с тростником и рогозом), 2 – травяная (с гипновыми и сфагновыми мхами), 3 – шейхцериево-сфагновая, 4 – шейхцериево-сфагновая; М-этап: 5 – шейхцериево-сфагновая, 6 – осоково-сфагновая (с хвощом); 7 – осоково-сфагновая; О-этап: 8 – сфагновая


Рис. 3. Палинологическая диаграмма залежи болота «Быковка» (Киреевский р-н Тульской обл.). Пунктирной линией отмечен уровень первого появления культурных злаков, серым цветом обозначены богатые микроуглями слои торфа

цы трав, однако среди них возрастает участие Chenopodiaceae, Cichorioidea и общее разнообразие луговых травянистых таксонов увеличивается.

**Зона III (725–475 см).** Показатели для березы и широколиственных пород возвращают свои значения к прежним уровням. В одном из образцов этой зоны встречено скопление пыльцевых зерен *Tilia*, что свидетельствует о произрастании этой породы непосредственно по краю болота. Появляется и укрепляет свои позиции пыльца *Salix*. Около 2000 л.н. впервые в спектрах появляются культурные злаки (Cerealia) и одновременно вследствие увеличения площади отрытых пространств растет участие сопутствующих им сорняков и травянистых растений – антропогенных индикаторов (АИ). Содержание пыльцы травянистых растений достигает 20–25%. Этот уровень на диаграмме (рис. 3) показан пунктирной линией, поскольку сопровождается кратковременным снижением некоторых широколиственных таксонов почти до нуля, а в целом зона характеризуется постепенным поступательным снижением участия пыльцы древесных таксонов.

**Зона IV (475–350 см).** Увеличивается участие *Betula* до 40–50% при очевидном снижении участия QM (кроме *Quercus*). Встречены скопления пыльцы *Betula* и спор Polypodiaceae. Повышается участие *Salix* и *Alnus*, а также *Urtica* и влажнолуговых трав, таких как *Filipendula*, Apiaceae и *Thalictrum*. Стабильно участие пыльцы Ericaceae, что, вероятно, обусловлено постепенным обеднением минерального питания. После датировки 1000 л.н. происходит увеличение участия и встречаемости пыльцы культурных злаков, но параллельно снижается участие и разнообразие других АИ. В верхней части зоны повышается участие березы.

**Зона V (350–100 см).** Фаза быстрого накопления торфа, которая занимает временной промежуток от 500 до 200 л.н. и совпадает с Малым ледниковым периодом. Встречены скопления пыльцы *Betula.* Происходит кратковременное увеличение участия пыльцы широколиственных таксонов на глубине 200–250 см с одновременным пиком участия спор *Thelypteris* и снижением участия спор *Sphagnum*. В целом залесенность продолжает снижаться, а участие травянистых таксонов и АИ возрастать. В нижней части зоны наблюдается высокое участие Cyperaceae и *Urtica*, а на глубине 100 см снижение участия АИ.

**Зона VI (100–0 см).** Зона отражает последние 200–300 лет. Здесь наблюдается минимальное участие древесной пыльцы (постепенное снижение до 42–44 %), главным образом, за счет снижения почти до нуля содержания пыльцы широколиственных пород, а участие пыльцы трав становится максимальным (51–52%). Почти исчезает пыльца *Acer* и *Fraxinu*s, но немного увеличивается присутствие пыльцы *Pinus* (возможно, за счет культивации в последнее столетие), а присутствие пыльцы *Picea* снижается, поскольку пыльца ели в этом регионе заносится преимущественно с севера, а в северных регионах доля еловых насаждений также снижается в последние 100–150 лет за счет распашки и вырубок. Возрастает участие спор сфагновых мхов (происходит олиготрофизация) и снижается участие папоротников (в связи с обеднением минерального питания). Встречены скопления пыльцы *Betula* и *Centaurea cyanus*, а также спор Polypodiaceae. В верхней части разреза графики содержания Cerealia, *Secale, Humulus* / *Cannabis* и сопутствующих им сегетальных, пасквальных и рудеральных таксонов, становятся непрерывными.

## Обсуждение

Результаты палинологического анализа показывают, что 4000–3200 лет назад, в период формирования нижней части торфяной залежи, на изучаемой территории преобладали широколиственные леса и их сукцессионные серии. Значительное участие в спектрах пыльцы березы связано как с ее участием в составе зональной растительности на плакорах, так и с локальным произрастанием в пределах исследованного и соседних с ним болот. Обводненные карстовые воронки в начальной стадии часто покрыты древесной растительностью с преобладанием березы, ивы и ольхи (Волкова и др., 2017). Древесный характер растительности подтверждается присутствием спор Polypodiaceae. Участие пыльцы трав в диаграммах, достигающее 15%, показывает, что открытые участки растительности существовали на окружающей территории, а возможно и вблизи болота. Расположение объекта в зоне экотона (переходной зоны между широколиственными лесами и лесостепью) предполагает возможность существования достаточно устойчивых участков открытой растительности в случае, если их возникновение обусловлено внешними причинами, а также при условии смещения температуры и увлажнения в сторону, неблагоприятную для быстрого восстановления древесной растительности. Например, таким образом трансформировал среду зубр, формируя в пределах широколиственных и хвойно-широколиственных лесов участки с открытой и полуоткрытой растительностью (Смирнова, 2004).

В спектрах этого периода времени присутствуют индикаторы нарушений (*Artemisia*, Chenopodiaceae, Asteroidea, *Plantago major, P. lanceolata*) и индикаторы богатых почвенных условий (*Humilus* / *Cannabis, Rumex, Urtica*), что может свидетельствовать как о влиянии на растительность крупных фитофагов (зубр, благородный олень, кабан, бобр), так и об умеренном влиянии антропогенного фактора, каковым в это время могла быть деятельность скотоводческих племен поздняковской культуры.

Выше по разрезу, на глубине 725–790 см, соответствующей времени 3200–2750 кал. л.н., на диаграмме наблюдаются изменения, позволяющие предположить смену режима существования самого болота, а также изменения окружающей растительности. При сохранении регионального преобладания широколиственных лесов произошло снижение участия *Alnus, Ulmus, Fraxinus, Corylus* при одновременном увеличении участия *Betula*, а также трав влажных (*Filipendula, Galium*) и сухих (*Centaurea*, Cichorioidea) лугов. Обращает на себя внимание высокое участие папоротников, особенно *Thelypteris,* и сфагновых мхов. Все вместе позволяет предположить, что произошло изменение гидрологических условий болота с образованием сплавины и влажных лугов вокруг болота (возможно, в результате повышения уровня грунтовых вод на территории), климатические изменения (начало похолодания рубежа Суббореального и Субатлантического периодов), а антропогенное воздействие повлияло на состав окружающих болото лесов. Против последней версии, однако, свидетельствует снижение участия и разнообразия индикаторов скотоводства (*Rumex, Urtica*), которое позволяет предположить перерыв антропогенной активности на территории.

Следующий период развития растительности территории (2750–1600 л.н.) соответствует началу Субатлантического периода голоцена по периодизации Блитта–Сернандера и железному веку по археологической периодизации. В течение этого времени сохраняется лесной ландшафт, но происходит некоторое снижение площади и поступательные изменения видового состава лесов – снижается участие большинства широколиственных пород, повышается участие ольхи и ивы. Начиная с времени 2500 л.н., ландшафт становился более открытым, а затем (2000 л.н.) на территории, очевидно, появилось земледелие. В конце железного века на территории, вероятно, уже присутствовали племена, использовавшие подсечно-огневые технологии. На глубине 600–650 см (возраст 2000–2300 лет) встречаются трилетные споры папоротников (вероятно, *Pteridium* – индикатора послепожарной сукцессии, что свидетельствует в пользу существования здесь подсечно-огневого земледелия в позднем железном веке. Слои торфа на глубине 620–630 и 660–670 см содержат визуально определяемые угольные прослойки, что дополнительно подтверждает предположение о подсечно-огневом земледелии в этот период и, возможно, несколько раньше.

В период с 1600 до 1000 л.н. при очевидном снижении доли широколиственных лесов, а также увеличении участия в растительности березы и ольхи (в том числе, возможно, и за счет их локального произрастания) несколько снижается доля открытых пространств. Увеличение участия травянистых таксонов в верхней части зоны происходит, главным образом, за счет осок и злаков, что позволяет сделать предположение о локальном характере этого явления. Отсутствие культивируемых таксонов и снижение участия прочих АИ указывают на возможный перерыв в хозяйственной деятельности или на ее экстенсивный характер. В пользу последнего свидетельствует присутствие в спектрах *Artemisia* и *Urtica*.

В период после 1000 л.н. с приходом славянских земледельческих племен воздействие на лесную растительность становится более значимым: участие широколиственных лесов резко снижается, а мелколиственных возрастает. Началу этого периода соответствует серия содержащих угли прослоек в торфе на глубине 300–330 см. После перерыва вновь появляются признаки пашни – культурные злаки и сорняки (Asteraceae, *Plantago*), однако суммарное содержание пыльцы трав невысоко (<15%) и остается таковым вплоть до периода 500 л.н., после чего временно увеличивается за счет Cyperaceae. В это же время (500–300 л.н.) происходит некоторая ремиссия широколиственных лесов на территории, что можно объяснить похолоданием Малого ледникового периода и смещением баланса увлажнения на границе лесостепной зоны, а также социально-экономическими катастрофами на рубеже XV–XVI вв. и последовавшей за ними депопуляцией.

В период 1000–300 л.н. подсечная и переложная системы земледелия обусловили сочетание открытых пространств (пашен, пастбищ, покосов, залежей) с мелколиственными лесами разного возраста и широколиственными лесами на площадях больших, чем в настоящее время. Облик ландшафта сохранялся преимущественно лесным.

Около 300 лет назад окончательно формируется привычная нам картина ландшафта на границе лесной и лесостепной зон. Выше уровня 130 см (около 300–400 л.н., согласно калиброванным датам) участие микроуглей в составе торфа становится стабильно высоким, а сведение лесной растительности – наиболее интенсивным. Площадь лесов резко уменьшается, при этом широколиственные леса снижают свое участие особенно заметно. Сохраняются мелколиственные леса по балкам, прибрежным полосам и залежам. Около 100 лет назад появляются посадки хвойных пород (увеличивается содержание пыльцы *Pinus*). Ближайшие водораздельные леса (Тульские Засеки в районе Ясной поляны) расположены относительно недалеко (12–15 км) от болота «Быковка». Эти леса, вероятно, пополняют пыльцевые спектры верхней части разреза летучей пыльцой *Betula*. В верхней части разреза участие пыльцы трав достигает 50% и более. Участие антропогенных индикаторов максимально, что соответствует современному состоянию растительности – открытый агроландшафт с балочными, в основном, мелколиственными лесами и лесополосами. Антропогенное воздействие достигает максимальной интенсивности и разнообразия, о чем можно судить по содержанию и составу антропогенных индикаторов. Состав культивируемых таксонов свидетельствует о выращивании хлебных злаков, гречихи, конопли и капусты. Пасквальные сорняки (*Plantago lanceolata, Galium*, Asteroidea), а также растения богатых и нарушенных субстратов (*Urtica, Rumex,* Chenopodiaceae, *Artemisia*) свидетельствуют о выпасе и наличии сбитых, вытаптываемых и унавоженных мест.

Отдельно следует сказать о такой составляющей спектров, как дальнезаносная пыльца (long-distance transport – LDT). Это распространенное явление в разрезах европейской части России. К сожалению для палинологов, мы можем выявить лишь те LDT-таксоны, которые очевидно не произрастают и не произрастали на изучаемой территории. Мы не можем вычленить, например, пыльцу березы и сосны, принесенную из хвойно-лесной зоны, а равно и большинство трав, принесенных со степных регионов. В разрезе «Быковка» встречена пыльца *Fagus, Abies, Carpinus* и *Ephedra*. Первые три пыльцевых таксона, вероятно, попали в залежь путем воздушного переноса (расстояние до ближайших точек их современных естественных ареалов не менее 1000 км). Что касается единичного пыльцевого зерна *Ephedra*, встреченного в нижней части залежи, есть предположение, что это результат переотложения плейстоценовых или раннеголоценовых отложений.

Обращает на себя внимание присутствие пыльцы *Ambrosia* в залежи на глубине 285 и 465 см. Это интересно в свете недавней публикации Е.П. Кудрявцевой с соавторами (2018), где обсуждается возможность того, что на Дальнем Востоке *Ambrosia artemisiifolia* является «угасшим археофитом», вновь заселившим Старый Свет уже в XX в. Вопрос остается дискуссионным, но регулярное появление этого таксона в голоценовых отложениях европейской части России подтверждает версию, предложенную в упомянутой статье.

## Заключение

Таким образом, высказанная нами гипотеза подтверждается. Согласно полученным результатам, лесостепной характер ландшафта на исследуемой территории вторичен. Зональным типом растительности являются широколиственные леса, именно они преобладали на плакорах вплоть до второй половины II тыс. н.э. В период 4000–2000 л.н. в сложении растительности участвовали разные варианты мелколиственных и смешанных лесов, небольшие по площади открытые участки – поляны и луговины, а также пастбищные леса, сформированные при участии крупных диких фитофагов, а возможно, также и домашнего скота поздняковских племен, населявших эту территорию. Признаки производящего хозяйства (скотоводства) в палинологических спектрах этой территории появляются в конце Бронзового века, а индикаторы земледелия – в железном веке (около 2000 л.н.). Следующий значимый этап антропогенной трансформации растительности происходили 1000 л.н. с приходом практиковавших более интенсивное пахотное земледелие славянских племен и 300 л.н., когда по всей территории европейской части России, а особенно в регионах к югу от Оки, ранее граничивших с Дикой степью, происходит быстрое сведение лесов под пашню и увеличение площадей сельскохозяйственных угодий. В это время формируется современный лесостепной ландшафт на месте, прежде занятом широколиственными лесами.

В течение последних 2500 лет на эту, по сути, экотонную территорию влияли два разнонаправленных драйвера: похолодание Субатлантического периода, смещавшее равновесие в пользу лесной растительности и хозяйственная деятельность человека, который преднамеренно (подсека, выпас) или непреднамеренно (неконтролируемые

палы) увеличивал долю открытых пространств. Нахождение территории вблизи границы широколиственных лесов и лесостепи способствовало тому, что в полном согласии с правилом предварения Алехина, наиболее прогреваемые и сухие участки (например, на южных склонах), формируясь естественным образом или под действием нарушений, могли оставаться длительное время или постоянно безлесными.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19–44-710001 р_а «Растительный покров Куликова поля и его динамика под действием природных и антропогенных факторов как основа для разработки подходов по сохранению и восстановлению ландшафтного и биологического разнообразия лесостепных регионов Европейской России»и договора № ДС/201 с правительством Тульской области, а также (частично) госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№ 18-118021490111-5). Авторы выражают благодарность коллективу музея-заповедника «Куликово поле» за поддержку и всестороннюю помощь, а также благодарят за помощь в отборе проб и подготовке материала О.И. Бойкову, Д.В. Зацаринную и А.А. Собину.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
## [REFERENCES]

*Благовещенская Н.В.* Взаимоотношения леса и степи на юге Приволжской возвышенности в голоцене // Экология. 2020. № 1. С. 36–42 [*Blagoveshhenskaya N.V.* Vzaimootnosheniya lesa i stepi na yuge Privolzhskoi vozvyshennosti v golotsene // Ekologiya. 2020. №. 1. S. 36-42].

*Волкова Е.М., Новенко Е.Ю., Носова М.Б., Зацаринная Д.В.* Динамика развития водораздельных болот на южной границе леса в Европейской России // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2017. Т. 122. Вып. 1. С. 47–59 [*Volkova E.M., Novenko E.Ju., Nosova M.B., Zatsarinnaya D.V.* Dinamika razvitiya vodorazdel'nykh bolot na yuzhnoi granitse lesa v Evropeiskoi Rossii // Byul. MOIP. Otd. Biol. 2017. T. 122. Vyp. 1. S. 47–59].

*Воронцов А.М.* Культурно-хронологические горизонты памятников II–V веков на территории Окско-Донского водораздела. Тула, 2013. 173 с. [*Vorontsov A.M.* Kul'turno-khronologicheskie gorizonty pamyatnikov II-V vekov na territorii Oksko-Donskogo vodorazdela. Tula: Gosudarstvennyi muzei-zapovednik "Kulikovo pole", 2013. 173 s.].

*Григорьев Г.А.* Славянское население водораздела Оки и Дона в конце I – начале II тыс. н.э. Тула, 2005. 207 с. [*Grigor'ev G.A.* Slavyanskoe naselenie vodorazdela Oki i Dona v kontse I – nachale II tys. n.e. Tula: Gos. muzei-zapovednik «Kulikovo pole», 2005. 207 s.].

*Гроссет Г.Э.* Колебания границ между лесом и степью в голоцене в свете учения о смещении зон // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 1975. Т. 66. Вып. 2. С. 65–84 [*Grosset G.E.* Kolebaniya granits mezhdu lesom i step'yu v golotsene v svete ucheniya o smeshchenii zon // Byul. MOIP. Otd. Biol. 1975. T. 66. Vyp. 2. S. 65–84].

*Евстигнеев О.И., Солонина О.В.* Зубр и поддержание биоразнообразия лугов (на примере заповедника Брянский лес) // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2016. Т. 121. Вып. 2. С. 59–65 [*Evstigneev O.I., Solonina O.V.* Zubr i podderzhanie bioraznoobraziya lugov (na primere zapovednika Bryanskii les) // Byul. MOIP. Otd. Biol. 2016. T. 121. Vyp. 2. S. 59–65].

*Екимов Ю.Г.* Абашевские памятники на северной периферии Донской лесостепи // Бронзовый век Восточной Европы: характеристика культур, хронология и периодизация. Самара, 2001. С. 413–417 [*Ekimov Ju.G.* Abashevskie pamyatniki na severnoi periferii Donskoi lesostepi // Bronzovyi vek Vostochnoi Evropy: kharakteristika kul'tur, khronologiya i periodizatsiya. Samara, 2001. S. 413-417].

*Екимов Ю.Г.* Этнокультурная ситуация в верховьях Дона в конце позднего бронзового века (по материалам по селения Мельгуново 1) // Куликово поле: исторический ландшафт. Природа. Археология. История. Т. I. Природа. Археология. Музейная педагогика. Тула, 2003. С. 256–280 [*Ekimov Ju.G.* Etnokul'turnaya situatsiya v verkhov'yakh Dona v kontse pozdnego bronzovogo veka (po materialam poseleniya Mel'gunovo 1) // Kulikovo pole: istoricheskii landshaft. Priroda. Arkheologiya. Istoriya. T. I. Priroda. Arkheologiya. Muzeinaya pedagogika. Tula, 2003. S. 256–280].

*Кутенков С.А.* Компьютерная программа для построения стратиграфических диаграмм состава торфа «Korpi» // Тр. Карельского научного центра Российской академии наук. 2013. № 6. С. 171–176 [*Kutenkov S.A.* Komp'yuternaya programma dlya postroeniya stratigraficheskikh diagramm sostava torfa «Korpi» //Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2013. № 6.S. 171–176].

*Милов Л.В.* Великорусский пахарь и особенности российского исторического процесса. М., Российская политическая энциклопедия, 2006. 568 с. [*Milov L.V.* Velikorusskii pakhar' i osobennosti rossiiskogo istoricheskogo protsessa. M., Rossiiskaya politicheskaya entsiklopediya, 2006. 568 s.].

*Новенко Е.Ю.* Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и

переходные этапы климатических макроциклов. М., 2016. 228 с. [*Novenko E.Ju.* Izmeneniya rastitel'nosti i klimata Tsentral'noi i Vostochnoi Evropy v pozdnem pleistotsene i golotsene v mezhlednikovye i perekhodnye etapy klimaticheskikh makrotsiklov. M., 2016. 228 s.].

*Новенко Е.Ю., Гласко М.П., Волкова Е.М., Зюганова И.С.* Динамика ландшафтов и климата бассейна Верхнего Дона в среднем и позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. Геогр. 2013. № 2. С. 68–82 [*Novenko E.Yu., Glasko M.P., Volkova E.M., Zuganova I.S.* Dinamika landshaftov i klimata basseina Verkhnego Dona v srednem i pozdnem golotsene// Izv. RAN. Ser. Geogr.2013. № 2. S. 68–82].

*Новенко Е.Ю., Зюганова И.С., Дюжова К.В., Волкова Е.М.* Динамика растительности на южной границе зоны широколиственных лесов Восточно-Европейской равнины в среднем и позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. Геогр. 2017. № 5. С. 82–94 [*Novenko E.Yu., Ziuganova I.S., Diuzhova K.V., Volkova E.M.* Dinamika rastitel'nosti na yuzhnoi granitse zony shirokolistvennykh lesov Vostochno-Evropeiskoi ravniny v srednem i pozdnem golotsene //Izv. RAN. Ser. Geogr. 2017. № 5. S. 82–94].

*Носова М.Б., Волкова Е.М.* 850-летняя динамика растительности внутренней части лесного массива в пределах «Засечной черты» (зона широколиственных лесов, Тульская область) // Бюл. МОИП. Сер. Биол. 2014. Т. 119. Вып. 6. С. 49–56 [*Nosova M.B., Volkova E.M.* 850-letnyaya dinamika rastitel'nosti vnutrennei chasti lesnogo massiva v predelakh «Zasechnoi cherty» (zona shirokolistvennykh lesov, Tul'skaya oblast') // Byul. MOIP. Ser. Biol. 2014. T. 119. Vyp. 6. S. 49–56].

*Одум Ю.* Основы экологии. М., 1975. 740 с. [*Odum Y.* Osnovy ekologii.M., 1975. 740 s.].

*Смирнова О.В.* Реконструкция состава и структуры популяционных мозаик эдификаторов и формирующихся на их основе биогенных мозаик ассектаторов // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1. М., 2004. С. 27–43 [*Smirnova O.V.* Rekonstrukciya sostava i struktury populiatsionnyh mozaik edifikatorov i formiruyushhihsya na ih osnove biogennyh mozaik assektatorov // Vostochnoevropeiskie lesa: istoriya v golocene i sovremennost'. Kn. 1. M., 2004. S. 27–43].

*Смирнова О.В., Турубанова С.А., Бобровский М.Е., Коротков В.Н., Ханина Л.Г.* Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблемы поддержания биологического разнообразия // Успехи современной биологии. 2001. Т. 121. № 2. С. 144–159 [*Smirnova O.V., Turubanova S.A., Bobrovskij M.E., Korotkov V.N., Hanina L.G.* Rekonstruktsiya sostava i struktury populyatsionnykh mozaik edifikatorov i formiruyushchikhsya na ikh osnove biogennykh mozaik assektatorov // Vostochnoevropeiskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost'. Kn. 1. M., 2004. S. 27–43].

*Столяров Е.В.* Этнокультурная ситуация на окско-донском водоразделе в эпоху раннего железного века // V (XXI) Всероссийский археологический съезд [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. / АлтГУ; отв. ред.: А.П. Деревянко, А.А. Тишкин. Барнаул: АлтГУ, 2017. 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). ISBN 978-5-7904-2196-9. № гос. регистрации 0321703484. [*Stolyarov E.V.* Etnokul'turnaya situatsiya na oksko-donskom vodorazdele v epokhu rannego zheleznogo veka // V (XXI) Vserossiiskii arkheologicheskii s"ezd [Elektronnyi resurs]: sb. nauch. tr. / AltGU ; otv. red.: A.P. Derevyanko, A. A. Tishkin. Barnaul: AltGU, 2017. 1 el. opt. disk (DVD-ROM). ISBN 978-5-7904-2196-9. № gos. registratsii 0321703484].

*Тюремнов С.Н.* Торфяные месторождения. М., 1976. [*Tyuremnov S.N.* Torfyanye mestorozhdeniya. M., 1976. S. 488].

*Erdtman G.* The acetolysis method // Svensk. Bot. Tidskr. 1960. Vol. 54. P. 561–564.

*Grimm E.C.* TILIA and Tilia graph: Springfield, U.S.A., Software available from Illinois State Museum. 1991.

*Ogureeva G.N., Leonova N.B., Emelyanova L.G., Buldakova E.V., Kadetov N.G., Arkhipova M.V., Ignatov M.S.* A Map "Biomes of Russia," Scale 1: 7500000. Moscow: Fin // Org. Konsalting. 2015.

*Novenko E.Y., 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. № 4–5. P. 337–352.

*Novenko E.Y., Glasko M.P., Burova O.V.* Landscape-and-climate dynamics and land use in Late Holocene forest-steppe ecotone of East European Plain (upper Don River Basin case study) // Quaternary International. 2009. Vol. 203. № 1–2. P. 113–119.

*Novenko E.Y., Tsyganov A.N., Rudenko O.V., Volkova E.V., Zuyganova I.S., Babeshko K.V., Mazei Y.A.* Mid-and late-Holocene vegetation history, climate and human impact in the forest-steppe ecotone of European Russia: new data and a regional synthesis // Biodiversity and conservation. 2016. Vol 25. № 12. P. 2453–2472.

*Ponomarenko E.V., Ershova E.G., Stashenkov D.A., Ponomarenko D.S., Kochkina A.F.* Tracing land use history using a combination of soil charcoal and soil pollen analysis: An example from colluvial deposits of the Middle Volga region // J. Archaeological Science: Reports. 2020. Vol. 31. P. 102–269.

*Vyazov L.A., Ershova E.G., Ponomarenko E.V., Gajewski K., Blinnikov M. S., Sitdikov A.G.* Demographic changes, trade routes, and the formation of anthropogenic landscapes in the middle Volga region in the past 2500 years // Socio-Environmental Dynamics along the Historical Silk Road. Springer, Cham, 2019. P. 411–452.

Поступила в редакцию / Received 02.06.2020
Принята к публикации / Accepted 16.12.2020

# VEGETATION TRANSFORMATION IN THE BROADLEAVED FOREST ZONE DURING THE LAST 4000 YEARS BASED ON PALYNOLOGICAL DATA FROM PEATBOG "BYKOVKA" (TULA REGION)

*M.B. Nosova*[1], *E.M. Volkova*[2], *E.V. Stolyarov*[3]

The peatbog Bykovka (910 cm, 4000 cal. BP) was investigated on the territory of district Kireevsky, Tula Region. New palaeobotanical and palynological data on local and regional vegetation dynamics during Late Holocene is presented. It has shown that broadleaved forest prevail on the territory till the end of Middle Ages, but patches of open vegetation existed during all this time as a result of boundary position of the territory between forest and forest-steppe belts. Anthropogenic impact intensified throughout this time, and main stages of vegetation transformation have started: more than 4000 cal. BP (husbandry), 1900–2000 cal. BP (slash-and-burn cultivation), 1000 cal. BP (Slavic colonization and plow cultivation) and 300 cal. BP (intensification of agriculture and formation of a modern landscape).

**Acknowledgement.** This study was funded by Russian Foundation for Basic Research, project № 19-44-710001 «The vegetation cover of the Kulikovo Field and its dynamics under the influence of natural and anthropogenic factors as a basis for the development of approaches to the conservation and restoration of landscape and biological diversity of forest-steppe regions of European Russia» and by the contract № ДС/201 with Govenment of Tula Region, as well as partly by the institutional research project of Main Botanical Garden RAS «Biodiversity of natural and cultural flora: fundamental and applied aspects of investigation and conservation» (№ 18–118021490111-5).

**Key words:** palynology, Holocene, Tula region, broadleaved forests, peatbog, anthropogenic impact, vegetation history.

[1] Nosova Maria Borisovna, Main Botanical Garden RAS (mashanosova@mail.ru); [2] Volkova Elena Mikhailovna, Tula State University (convallaria@mail.ru); [3] Stolyarov Evgehiy Vasilievich, Head of Department of Archaeology, State Museum and Reserve "Kulikovo Pole" (stolyarov@kulpole.tula.net).