

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

на правах рукописи

СИМАКОВА Александра Николаевна

**РАЗВИТИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
РУССКОЙ РАВНИНЫ И ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ
В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ – СРЕДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ (33-4,8 тыс. л.н.)
(по палинологическим данным)**

Специальность 25.00.02 – Палеонтология и стратиграфия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва, 2008

Работа выполнена в Геологическом институте РАН

Научный руководитель доктор геолого-минералогических наук **А.Е.Додонов**

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук
(Биологический факультет МГУ)

П.И. Токарев

Кандидат геолого-минералогических наук
(РМСК)

С.М. Шик

Ведущая организация:

Географический факультет Московского Государственного
Университета им. М.В. Ломоносова

Защита диссертации состоится 14 мая 2008 г. в 14³⁰ час.

на заседании диссертационного совета Д.002.215.03 по
палеонтологии и стратиграфии в Геологическом институте РАН
по адресу: Москва 119017, Пыжевский пер., 7.

С диссертацией можно ознакомиться в отделении
Геологической литературы Библиотеки по естественным
наукам РАН (Старомонетный пер., д. 35)

Автореферат разослан « » 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук

М.П. Долуденко

Введение

Актуальность работы

Сведения по истории растительности в позднем неоплейстоцене и голоцене, получаемые с помощью палинологического метода, содержат большой объем информации, необходимой для понимания развития палеоландшафтных систем и их реакции на климатические изменения. Переход от плейстоцена к голоцену характеризовался заметными перестройками биоты Земли. Они ярко проявились в северном полушарии, в том числе и на территории Европы. В настоящей работе по палинологическим данным реконструированы палеофитоценозы и проанализирована динамика растительного покрова по отдельным временным интервалам как для территории Русской равнины, так и для всей Европы в течение 33-4,8 тыс. л.н. – интервале существования геохронологического контроля на базе радиоуглеродного датирования. С помощью этих реконструкций прослежена эволюция растительного покрова и выявлены особенности географического распространения основных типов палеорастительности на Европейском субконтиненте, а также установлены этапы основных ландшафтных перестроек, отражающие наиболее заметные изменения палеоклимата за последние 33 тыс. лет. Представленные в работе реконструкции палеофитоценозов важны для решения комплексных задач палеогеографии, климатологии и стратиграфии. Это приобретает большую актуальность в связи с повышенным вниманием ученых разных направлений к исследованию современных тенденций в изменении климатических параметров и экологической обстановки на больших пространствах суши и морских акваторий. Подобные реконструкции позднего неоплейстоцена и голоцена дадут теоретическую и фактологическую основу при прогнозировании развития биоты Восточной Европы в результате антропогенных или естественных климатических изменений.

Цели и задачи исследований

Основная цель исследований – прослеживание и оценка изменений в растительном покрове Восточной Европы во второй половине позднего неоплейстоцена – среднем голоцене, связанных с разномасштабными изменениями климата.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- проведение палинологического анализа по 13 разрезам позднеплейстоцен-голоценовых отложений в различных растительных зонах на территории Русской равнины;
- создание палинологического банка данных «Paleoflora» для территории Европы и построение серии электронных карт распространения индикаторных видов растений и растительных сообществ по разным временным срезам;

- построение карт основных типов растительности по семи временным срезам для территории Русской равнины и Европы;
- выявление специфики и географической дифференциации растительных сообществ Европы в позднем неоплейстоцене – среднем голоцене.

Основные защищаемые положения

1. На основании палинологических данных для последовательных временных срезов, отражающих наиболее заметные изменения климата позднего неоплейстоцена – среднего голоцена (33 – 4,8 тыс. л.н.), восстановлен растительный покров территории Западной и Восточной Европы на время брянского межстадиального потепления (BR), последнего ледникового максимума (LGM), позднеледниковья (LGT), межстадиальных потеплений бёллинг-аллерёд (BAIC), позднего дриаса (YD), раннего голоцена (PB-BO) и оптимума атлантического периода голоцена (AT3).

2. Прослежена эволюция основных типов растительности в Европе при переходе от последнего оледенения к современному межледниковью. Границы распространения основных типов растительности были более отчетливо выражены в теплые эпохи и ослабевали в холодные. Показано, что усиление дифференциации растительного покрова Западно-Европейского и Восточно-Европейского секторов проявлялось во время холодных этапов.

3. Установлено, что перестройки палеофитоценозов происходили за счет сокращения лесных элементов и миграции тундровых и степных таксонов. Наибольшие трансформации в растительных сообществах имели место в Европе севернее 50° с.ш.

4. Реконструирована перигляциальная зональность растительного покрова в межстадиальные потепления бёллинг-аллерёд, в растительных сообществах которой сосуществовали представители разных экологических и зональных групп.

5. Выявлена унаследованность рефугиумов лесной флоры, в которых сосуществовали виды различной экологической природы. В теплые климатические интервалы эти рефугиумы являлись центрами биоразнообразия.

Научная новизна

В настоящей работе проведены реконструкции палеорастительности по пяти хронологическим срезам для территории всей Европы, а также по двум временным срезам для территории Русской равнины. Выделенные интервалы отражают наиболее заметные изменения климата на протяжении последнего макроцикла и включают как этапы похолодания, так и потепления разного ранга. Реконструкции растительного покрова в переходный интервал от последнего оледенения к голоцену позволили проследить динамику

растительных сообществ и выявить особенности географической дифференциации в развитии растительного покрова.

Впервые был осуществлен совместный анализ результатов палеотериологических данных (по материалам А.К. Марковой – Маркова и др., 2002, 2003, 2008) и палеоботанических исследований, что позволило построить карты экосистем Европы для основных временных интервалов конца неоплейстоцена – среднего голоцена. Ранее реконструкции биологических компонентов экосистем конца последнего оледенения – начала голоцена осуществлялись либо для отдельных районов, либо для одного временного интервала.

Практическая ценность работы

Полученные реконструкции палеосреды в различные климатические этапы позднего неоплейстоцена и голоцена могут быть использованы в качестве прогностических моделей изменения биоты Европы при возможных климатических изменениях в будущем.

Материалы и методы

Проведен палинологический анализ поздненеоплейстоцен-голоценовых отложений из тринадцати разрезов, которые расположены на территории Русской равнины в современных растительных зонах от лесотундры до степи по меридиональному трансекту (45-65° с.ш. и 30-40° в.д. Одиннадцать разрезов имеют радиоуглеродные даты. Для территории Европы создан палинологический электронный банк данных «Paleoflora» (948 разрезов - 3899 образцов). Возраст отложений подтвержден радиоуглеродным датированием. Собранный материал послужил основой при составлении серии электронных карт на разные временные интервалы: ареалов индикаторных видов растений и палеорастительности. Построение карт проводилось с помощью картографической программы MAPINFO. Анализ палинологических данных включал как традиционные методы интерпретации пыльцевых спектров, так и математические приемы, позволяющие характеризовать конкретные экосистемы в целом.

Апробация работы

Основные результаты исследований были доложены на X Палинологической конференции (Москва, 2002); на всероссийских совещаниях по изучению четвертичного периода (Смоленск, 2002; Сыктывкар, 2005); на Международной конференции «Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий», (Азов, 2005); на международных конференциях INQUA – SEQS (Subcommission on European Quaternary Stratigraphy) (Киев, 2001; Уфа, 2002; Берн, 2005; Милан, 2006); на международных конференциях: «Reconstruction of Quaternary Paleoclimate and Paleoenvironments and their abrupt changes» (Варшава, 2004), «Molluscs, Quaternary, faunal changes and environmental dynamics» (Prague, 2005), «Black Sea – Mediterranean Corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation» (Одесса, 2006), «Open Meeting of the European Pollen Database»

(Арбуа, 2007). По теме работы опубликовано 38 работ: 19 тезисов и материалов совещаний, 17 статей, 2 коллективные монографии (одна монография в печати).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы (327 наименований) и приложения; она содержит 176 страниц текста, 105 рисунков и 8 таблиц.

Работа выполнена в Геологическом институте РАН под руководством доктора геолого-минералогических наук А.Е. Додонова в Лаборатории стратиграфии четвертичного периода. Автор приносит глубокую благодарность А.Е. Додонову, Э.А. Вангенгейм, А.К. Марковой за постоянную помощь при выполнении данной работы, а также всему коллективу Лаборатории за помощь и внимание. Автор благодарен М.А. Ахметьеву и Н.Ю. Филипповой за консультации и обсуждение результатов. Творческое сотрудничество с А.К. Марковой и А. Ю. Пузаченко способствовало получению важных результатов. Автор признателен А.Е. Додонову, С. А. Сычевой, А.В. Панину и Н.Е. Зарецкой за предоставление образцов на спорово-пыльцевой анализ; Г. Н. Александровой и С. В. Гришину за помощь в мацерации образцов. Искренняя благодарность всем коллегам, любезно предоставившим свои материалы.

Глава 1. История исследований

Первая работа в нашей стране, посвященная пыльцевому анализу опубликована В.С. Докторовским (1923), в которой были изложены основные принципы метода и выведена формула пыльцевого спектра для разреза торфа. Впервые пыльцевые диаграммы были представлены Л. Постом (Von Post, 1916). С 30-х годов прошлого века пыльцевой метод начинает применяться в области стратиграфии, палеогеографии, истории флоры и климатологии (Сукачев, 1926; Нейштадт, 1939, 1940; Пыльцевой анализ, 1950; Марков и др., 1965). Анализ субрецентных спектров позволил объединить их в группы, характеризующие основные типы растительности (Гричук, Заклинская, 1948; Гричук, 1959). Начиная с 50-х годов, количество работ по стратифицированным отложениям с палинологическими характеристиками на Русской равнине резко возрастает. В результате применения радиоуглеродного датирования к изученным спорово-пыльцевым методом отложениям история растительности в позднем неоплейстоцене и голоцене была существенно детализирована как для отдельных территорий Русской равнины – Белоруссии (Махнач, 1971), Украины (Артюшенко, 1970), так и для всей Восточной Европы в целом (Нейштадт, 1957; Хотинский, 1977; Гричук, 1982, 1989). Наиболее поздним потеплением среднего валдая, предшествующим поздневалдайскому ледниковому максимуму, является брянский межстадиал (Арсланов и др., 1972; Величко, 1973; Пашкевич, 1977, 1987; Чичагова, 1982; Гуртовая, 1985; Спиридонова, 1991; Болиховская, 1993, 1995; Лаврушин, Спиридонова, 1998;

Gerasimenko, 2001). Несмотря на сравнительно высокую детализацию временной последовательности фаз растительности брянского межстадиала, обобщения пространственного развития палеорастительности на этот интервал до сих пор предложено не было. Были проведены реконструкции растительности и биомов для максимума последнего оледенения (LGM) Русской равнины (Герасимов, Величко, 1984; Гричук, 1989, 2002) и Европы в целом (Гричук, 1982; Zagwijn, 1992; Adams, Faure, 1997; Prentice et al., 2000). Реконструкции растительности позднего дриаса были представлены В.П. Гричуком (1982) для территории Европы. Детальный эколого-ценотический анализ флор позднего дриаса для зоны перигляциальных степей Восточной Европы (Борисова, 1994) позволил охарактеризовать степень пространственной дифференциации растительного покрова в среднеширотной области Европы. Наиболее полные описания растительного покрова Европы для потепления аллерёд выполнены Э.М. Зеликсон (1994).

Для голоцена проведены реконструкции растительных зон бореального периода – карты растительности территории СССР (Хотинский, Климанов, 2002) и растительного покрова Европы (Atlas of paleovegetation – www.esd.ornl.gov/projects/qen/adams1.html), а также оптимума атлантического периода голоцена (6-4,8 тыс. л.н.) территории Русской равнины (Нейштадт, 1956; Климанов, 1982; Нейштадт и др., 1982; Серебрянная, 1980; Серебрянный, Хропов, 1995; Хотинский, Серебрянная, 2002).

В последние годы в Европе для исследуемого нами интервала (33-4,8 тыс. л.н.) появилось большое количество детальных палинологических характеристик, опирающихся на радиоуглеродные датировки и геологические данные.

На основании обобщения опубликованных палинологических материалов с привлечением новых данных впервые были проведены реконструкции основных типов растительности брянского межстадиала для территории Русской равнины (Маркова и др., 2002) и межстадиалов бёллинг-аллерёд для территории Европы (Simakova, Puzachenko, 2005). Выполнены детальные реконструкции растительности LGM, YD, H1 для Западной Европы и Северного Средиземноморья (Маркова и др., 2007).

Изучение динамики зональной структуры растительности в прошлом связано с проблемами устойчивости биосферы. Закон широтной зональности был сформулирован в трудах В.В. Докучаева (1948) и его последователей – Л.С. Берга (1947), В.В. Алехина (Алехин и др., 1957), А.А. Григорьева (1960), А.М. Будыко (1984). Исследования по эволюции структуры растительного покрова и его реакции на изменения окружающей среды актуальны в связи с усилившимся антропогенным воздействием на природу. По этой причине большое внимание обращено на изучение изменчивости ландшафтной зональности во время последнего макроцикла (оледенение – межледниковье) (Гитерман, 1963;

Вангенгейм, Равский, 1965; Волкова, 1966; Гитерман и др., 1968; Палеогеография Европы..., 1982; Девяткин, 1997; Изменения климата..., 1999; Динамика ландшафтных компонентов..., 2002).

Все построения, выполненные автором на основе палинологических данных, были сопоставлены с палеофаунистическими реконструкциями, проведенными А.К. Марковой для Br, LGM, LGT, BAIC и AT3 и П.А. Косинцевым для PB-BO (Маркова и др., 2002, 2003, 2008; Косинцев и др., 2008). В итоге, на основании комплексного анализа были реконструированы экосистемы по названным выше временным срезам (см. аббревиатуру на стр.1 и рис. 1).

Глава 2. Характеристика основных возрастных подразделений позднего неоплейстоцена – среднего голоцена: стратиграфия и палеогеография

В рамках данного исследования выбраны семь временных интервалов в течение 33-4,8 тыс. л.н., начиная с брянского межстадиала и заканчивая атлантическим оптимумом (рис. 1).

1. Брянский межстадиал (BR) – 33-24 тыс. л.н. – соответствует поздней фазе средневалдайского потепления. По комплексу данных средний валдай относится к третьей изотопно-кислородной стадии и выделяется в качестве ленинградского мегаинтерстадиала (Чеботарева, Макарычева, 1974; Шик и др., 2006). В брянское время существовал небольшой ледниковый щит в Скандинавии, а также отмечается существенная ледовитость океана в приполярных секторах и широкое распространение многолетней мерзлоты (Величко, 1973; Van Andel, Tzedakis, 1996). Этому потеплению на Русской равнине отвечают брянская (Россия), дубновская (Беларусь), витачевская (Украина) ископаемые почвы. Эти погребенные почвы были установлены в лёссово-почвенных покровных образованиях Русской равнины от ~ 60° с.ш. до Причерноморья (~ 46° с.ш.). В Западной Европе брянскому межстадиалу соответствует потепление Штилфрид В, = Денекамп = Гранд Буа (van Andel, Tzedakis, 1996). В перигляциальной области Восточной Европы с севера на юг реконструированы мерзлотно-глеевые, дерновые надмерзлотно-глеевые иллювиально-карбонатные и дерновые карбонатно-иллювиальные почвы BR (Величко, Морозова, 2002). По данным Б. Френцеля, годовые температуры брянского времени в сравнении с современными на севере Русской равнины понижались на 8°C, в центре Русской равнины – на 6°C, в Причерноморье, Приазовье и на Нижней Волге – на 2-4°C (Frenzel et al., 1992).

2. Эпоха поздневалдайского ледникового максимума (LGM) – 24-17тыс. л.н. – является заключительным этапом позднего неоплейстоцена – времени с наиболее суровым климатом в течение всего четвертичного периода (Величко, 1973). Начало временного интервала LGM совпадает с границей между изотопными стадиями 3 и 2 $\delta^{18}\text{O}$ (MIS 3/2 – 24 тыс. л.) (Svendssen et al., 1999). Он начинается около 24 тыс. л.н., после формирования брянской

ископаемой почвы, и завершается с началом деградации покровного оледенения, около 17 тыс. л. н. В перигляциальной зоне наблюдалось лёссовобразование: на севере Франции, юге Германии и Польши и в южной части Восточной Европы (Палеогеография Европы..., 1982; Динамика..., 2002; Mangerud *et al.*, 2002; Köster, 2005). На Русской равнине сплошное распространение мерзлоты ограничивалось 57-58° с.ш., в то время как ее очаги отмечались к югу до побережий Черного и Каспийского морей (48-49° с.ш.) (Величко и др., 1982; Velichko, Zelikson, 2005). Согласно палеорекострукциям, проведенным по палеофлористическим данным, установлено, что среднегодовые температуры LGM снижались до -30°C в приледниковой области и до -10 ÷ -5° С в южных областях Европы (Величко, 1982, 2002).

Отдел	Подотдел	Звено	Возраст тыс. лет	Теплые интервалы	Холодные интервалы	Стадии $\delta^{18}O$
Голоцен			5	AT3		1
			10	PB-BO		
Плейстоцен	Неоплейстоцен	Верхнее	10		YD	2
			15	BAIC		
			15		LGT	
			20		LGM	
			25			
			30	BR		3
			35			

Рис. 1. Стратиграфическая схема терминального плейстоцена и голоцена: BR – брянский межстадиал, LGM – максимальное похолодание последнего оледенения, LGT – позднеледниковье, BAIC – межстадиальные потепления бёллинг-аллерёд, YD – поздний дриас, PB-BO – пребореал-бореал, AT3 – оптимум атлантического периода голоцена.

3. Третий из рассматриваемых интервалов – позднеледниковье (LGT) – 17-12,4 тыс. л.н. – соответствует фазе разрушения и отступления ледника во второй половине поздневалдайского оледенения и включает стадиальное похолодание раннего дриаса (Bos *et al.*, 2001). В LGT по всей Европе наблюдается деградация области распространения многолетней мерзлоты, усиление аридности климата, расширение площади песчаных массивов и лёссовых покровов

(Mangerud et al., 2002; Velichko et al., 2004). Отложения LGT представлены осадками водно-ледникового происхождения и перигляциальными – озерно-аллювиальными, озерно-болотными, песчаными и лёссово-почвенными образованиями (Величко, Морозова, 1972; Gozhik et al., 2001). Палеоклиматические реконструкции на основе палеопедологических и палинологических данных показывают, что январские температуры были ниже современных примерно на 7-11°C, а июльские – на 2-9°C (Величко, Морозова, 1982; Kutbash et al., 1998).

4. В межстадиальные потепления бёллинг-аллерёд (ВАИС) – 12,4-10,9 тыс. л.н. – Скандинавский ледниковый щит сильно деградировал. Ото льда освободились впадины Онежского и Ладожского озер и южная часть Белого моря (Lundqvist, 1986; Saarnisto, Saarinen, 2001). В интервале ВАИС выделяются межстадиальное потепление бёллинг (12,4 – 12,0 тыс. л.н.), похолодание среднего дриаса (12,0-11,8 тыс. л.н.) и потепление аллерёд (11,8-10,9 тыс. л.н.) (Хотинский, 1997; Bos, 1998). Для этого времени характерно интенсивное торфонакопление и развитие почвенного покрова на значительной части Европы (Hammen, Wijmstra, 1971; Late Quaternary..., 1994; Mol, 1997). На севере Центральной Европы январские температуры опускались по сравнению с современными на 7-13°C, а летние температуры – на 1-2°C (Зеликсон, 1994; Velichko et al., 1997; Кременецкий и др., 1998).

5. Поздний дриас (YD) – 10, 9-10,2 тыс. л.н. – относительно короткий интервал похолодания и возврата климатических условий, характерных для оледенения (Палеогеография Европы..., 1982). Перигляциальные явления были широко распространены в YD (Isarin, 1997). Ледяные клинья и морозобойные трещины фиксируются в приледниковой области. Активизировались эоловые процессы, которые привели к развитию дюнных полей и песчаных массивов на севере Европы. В северо-западных областях Европы температуры июля были ниже современных на 6°C, в центральных областях Европы – на 4°C (Климанов, 1994, 2002; Isarin, Bohncke, 1999). Самые низкие зимние температуры (более чем на 14°C ниже современных) были на севере Европы, вблизи Скандинавского ледникового щита (Климанов, 1994).

6. Ранний голоцен (РВ-ВО) – 10,2-8 тыс. л.н. – охватывает начало современного межледникового потепления. Ледниковый щит в Скандинавии исчез примерно 8,5 тыс. л.н. (Lundqvist, 1986). Проявления многолетней мерзлоты в отложениях рассматриваемого интервала не обнаружены. С этим временем связано формирование лесного пояса. К раннему голоцену относятся пребореальный (10,2-9,0 тыс. л.н.) и бореальный (9,0-8,0 тыс. л.н.) периоды, климатическая обстановка которых имела сложный и пульсирующий характер (Хотинский, 1977; Спиридонова, 1991; Зерницкая и др., 2001; Величко и др., 2002, Van der

Plicht et al., 2004). Температуры июля были ниже современных до 3°C. На севере Европы отрицательные отклонения январских температур составляли 6-9°C, южнее – 3-6°C (Савина, Хотинский, 1985; Величко и др., 2002; Zagwijn, 1994; Coore et al., 1998; Heikkilä, Seppä, 2003; Davis et al., 2003;).

7. Оптимум атлантического периода голоцена (АТ3) – 6,0-4,8 тыс. л.н. – характеризуется максимальными температурными показателями современного межледниковья (Нейштадт и др., 1982; Хотинский, 1977, 1982). В это время шло формирование аллювиальных, озерно-болотных, почвенных и балочных отложений. В центральных и северных областях Русской равнины среднегодовые температуры превышали современные на 1-2°C и оставались близкими к современным на юге России (Климанов, 1982; Бурашникова и др., 1982; Елина, Антипов, 1992; Кременецкий и др., 1998; Величко, 2002).

Глава 3. Методика исследований и материалы

Получены палинологические характеристики по отложениям разрезов, расположенных на территории Русской равнины в современных растительных зонах от лесотундры до степи по меридиональному трансекту (30-40° в.д. и 45-65° с.ш.) (рис. 2).

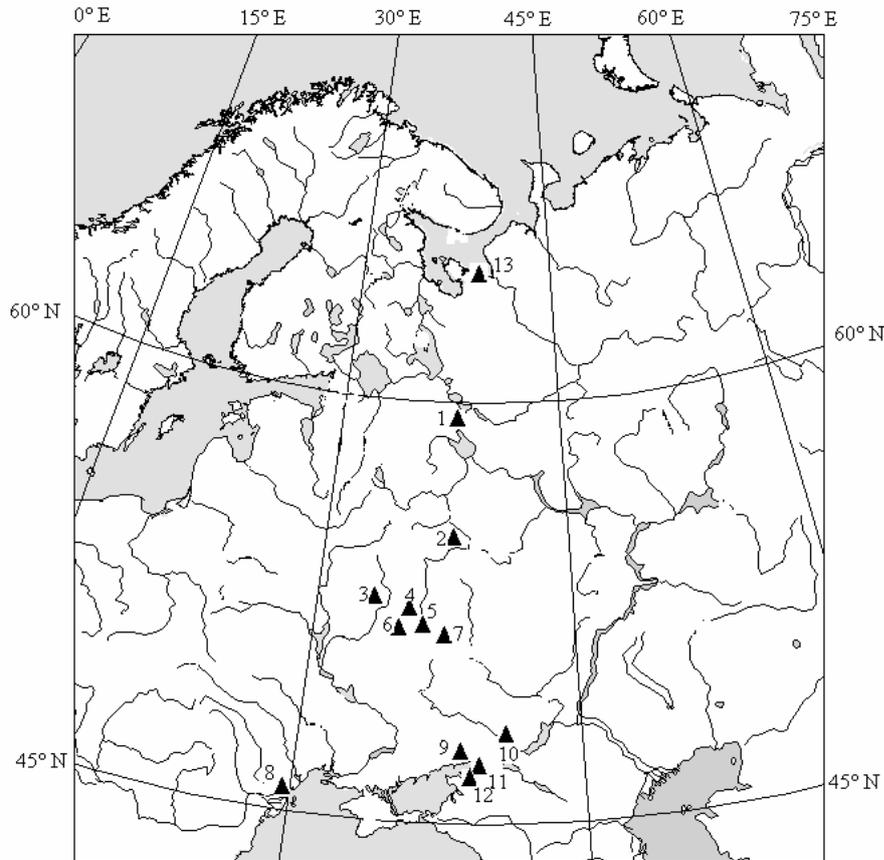


Рис. 2. Местоположение изученных разрезов: 1 – Щетинское; 2 – Подолье; 3 – Севск; 4 – Александровский карьер; 5 – Сеновая; 6 – Крамской лог; 7 – Покровка; 8 – Роксоланы; 9 – Беглиця; 10 – Бирючья балка; 11 – Семибалки; 12 – Порт-Катон; 13 – Рикасиха.

Наиболее северным является разрез Рикасиха, находящийся в дельте Северной Двины, а самые южные разрезы расположены на побережье Северо-Восточного Приазовья (Семибалки, Беглица, Порт–Катон). Большинство разрезов представляет собой обнажения лёссово-почвенных образований. Брянская погребенная почва и перекрывающие ее лёссы или лёссовидные суглинки были исследованы в таежной зоне – разрез Щетинское, лесостепной – разрез Александровский карьер и степной – разрезы Роксоланы, Беглица, Семибалки, Бирючья балка. Межстадиальные субаэральные образования бёллинг-аллерёд изучены в разрезах Александровский карьер и Севск. Голоценовый интервал исследован в аллювиально-балочных отложениях центра Русской равнины (Подолье, Сеновая, Покровка, Крамской лог) и в торфянике на севере Русской равнины (Рикасиха). Одиннадцать разрезов имеют радиоуглеродные даты, а два (Семибалки, Беглица) имеют геологическое обоснование возраста, являясь лёссово-почвенными образованиями.

Для анализа палеорастительности Восточной и Западной Европы в позднеплейстоцен – голоценовое время (33-4,8 тыс. л.н.) автором составлен электронный банк данных (БД) «Paleoflora» (**948 разрезов - 3899 образцов**). Этот банк данных «Paleoflora» послужил основой для построения серий электронных карт как для индикаторных видов растений, характеризующих определенные растительные ценозы, так и для растительных сообществ, определяющих ландшафт в целом. Созданная автором палинологическая база включает литературные данные, материалы из Европейской базы данных (European pollen database /EPD/:www.ncdc.noaa.gov/paleo/epd) и оригинальные материалы Ш. Бохнке, Т.А. Серебрянкой и автора. Построение карт проводилось с помощью картографической программы MAPINFO. Анализ собранного материала включал в себя как традиционные методы интерпретации палиноспектров, так и новые математические подходы, позволяющие характеризовать конкретные экосистемы.

Глава 4. Реконструкция палеорастительности по меридиональному трансекту для Русской равнины

На основании изученных объектов и опубликованных палинологических материалов по основным разрезам, имеющим радиоуглеродные даты и расположенным на Русской равнине между 45-65° с.ш. и 30° и 40° в.д., был восстановлен растительный покров позднего неоплейстоцена – среднего голоцена по данному меридиональному трансекту В брянский межстадиал субарктические виды флоры – *Armeria*, *Dryas*, *Rubus chamaemorus*, *Alnus fruticosa*, *Selaginella selaginoides*, *Lycopodium appressum*, *Lycopodium pungens* были распространены в северных и центральных областях Русской равнины. Индикаторы степной флоры – *Ephedra*, *Kochia*, *Eurotia ceratoides* и др. в брянское время отмечены вплоть до 61°

с.ш. Тундростепные растительные ассоциации с сосново-березовым редколесьем простирались на юг до 56-57° с.ш. Ассоциации темнохвойной тайги с *Picea*, *Pinus sibirica*, *Abies*, *Larix* в брянское время имели островное распространение. Сосна и береза являлись основными лесообразующими породами разреженных перигляциальных лесов. Разреженные березовые, сосновые и еловые леса в сочетании с формациями луговых степей, тундровых группировок и галофильных группировок степного характера с участием *Lonicera*, *Rhamnus*, *Cornus*, *Lycopodium clavatum*, *Pteridium* произрастали между 54° и 59° с.ш. (рис. 3).

Перигляциальные лесостепи, где в формировании ландшафтов участвовали луговые степи с формациями сосново-березовых лесов с незначительным содержанием дуба, липы, лещины, располагались между 49° и 54° с.ш. Южнее доминировали степные растительные сообщества.

Во время последнего ледникового максимума валдайского оледенения на севере трансекта, в приледниковой области, были распространены кустарничковые тундры и тундро-лесостепи с участками степной и редкими «островами» березово-сосновой растительности. Тундровые и лесотундровые растительные группировки с *Alnus fruticosa*, *Betula nana*, *Selaginella selaginoides*, *Lycopodium appressum*, *Lycopodium pungens* произрастали в максимальное похолодание валдайской эпохи к северу от 48° с.ш. Представители степных фитоценозов – *Ephedra*, *Eurotia*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae* – входили в ассоциации перигляциальных тундростепей, лесостепей и степей, продвигаясь на север до 62° с.ш. На средних широтах ареалы *Larix*, *Pinus sibirica*, *Picea*, *Pinus*, *Betula* в составе лесостепных и лесотундровых растительных ассоциаций достигали 53° с.ш. Мозаичные ландшафты степных и тундровых ассоциаций в сочетании с сосново-березовым редколесьем простирались на юг до 49° с.ш. В LGM на Русской равнине происходила деструкция лесной зоны и перестройка существовавших растительных сообществ брянского времени севернее 52° с.ш.

Во второй половине поздневалдайского оледенения южные границы ареалов *Alnus fruticosa*, *Betula nana*, *Picea*, *Larix*, *Pinus sibirica*, *Selaginella selaginoides* постепенно смещались на север, более, чем на 300 км по сравнению с LGM. Лесные фитоценозы играли более заметную роль в составе лесотундровой и лесостепной растительности. Представители широколиственных пород постепенно расширяли свои ареалы. Кустарничковые тундры максимума валдайского оледенения трансформировались в лесотундры, а тундро-лесостепи – в лесо-тундростепи. Основные границы растительных провинций фактически не менялись по сравнению со временем последнего ледникового максимума.

В межстадиальные потепления бёллинг-аллерёд проявляется природная зональность на территории Русской равнины. Потепление выразилось в расширении лесных сообществ и

сокращении тундровых и степных ассоциаций на средних широтах трансекта. Лесотундры позднеледниковья трансформировались во время интерстадиальных потеплений в лесотундростепи и хвойно-мелколиственные леса. Перигляциальная лесотундростепь располагалась между 61° и 63° с.ш. меридионального профиля. Здесь биоценозы представляли собой сочетание участков кустарниковых тундр, сосново-березовых лесов и тундростепных растительных ассоциаций, в состав которых входили *Rosaceae*, *Rumex*, *Armeria*, *Onagraceae*, *Lycopodiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra* и *Saxifragaceae*. Разреженные сосново-березовые леса и сосново-елово-березовые леса с участками степных и тундровых сообществ располагались южнее до 54° с.ш. Далее на юг произрастали хвойно-широколиственные леса с примесью дуба и липы, чередовавшиеся с полынно-злаковыми степями и кустарниковыми тундрами. Перигляциальная лесостепь расширяла свои ареалы на юге Русской равнины и достигала 47° с.ш. Ландшафты представляли собой комбинацию разнотравных степей с *Artemisia*, *Centaurea*, *Armeria*, *Roaceae*, *Cichoriaceae*, болотных ассоциаций, а также островных сосново-березовых лесов, с широколиственными породами. На самом юге Русской равнины доминировали маревые и злаково-разнотравные степи.

В похолодание позднего дриаса на севере Русской равнины были широко развиты сообщества кустарниковых тундр и березово-сосновые леса с участками тундростепных сообществ. Сосново-березовые леса предшествующего потепления трансформировались в лесотундры, а территории, занятые хвойно-широколиственными фитоценозами, – в лесостепные растительные ассоциации. В позднем дриасе расширялись и территории открытых ландшафтов. Леса становились разреженными, а растительный покров носил мозаичный характер.

В раннем голоцене сократились ареалы тундровых и степных ценозов. За счет увеличения площадей лесных сообществ северная граница лесотундры продвинулась на север до 69° с.ш. На севере трансекта преобладали сосново-березовые леса, а в средних широтах – сосново-широколиственные леса с участием *Tilia*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Quercus* и *Carpinus* (на месте сосново-березовых лесов позднего дриаса). Границы лесостепной и степной зон оставались такими же, как и в позднем дриасе.

В оптимум атлантического периода голоцена территорию от побережья Белого моря до 65° с.ш. занимали таежные фитоценозы – сосново-березовые и лиственничные леса с участием *Picea*, *Abies* и незначительным присутствием *Alnus*, *Tilia*, *Corylus*, *Ulmus*. К югу распространялись сосново-еловые леса, в составе которых присутствовали *Tilia*, *Corylus*, *Carpinus orientalis*, *Quercus*. Смешанные леса были представлены хвойно-широколиственными и широколиственными лесами с *Quercus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Ulmus*,

В Северном Причерноморье была распространена лесостепь ксерофильного типа с чередованием полынно-злаковых степей, широколиственных лесов и сосновых колок.

По меридиональному трансекту в позднем неоплейстоцене и голоцене установлен принципиально разный состав межледниковой – голоценовой и межстадиальной растительности. В первом случае в каждой растительной зоне преобладали рисующие ей растительные сообщества – тундровые, лесные, степные. В межстадиальные потепления валдайской ледниковой эпохи фитоценозы включали виды разных природных зон, прежде всего виды тундры и степи. Во время брянского межстадиала и поздневалдайского оледенения до 12,4 тыс. л.н. отсутствовала сплошная лесная зона. Во время потеплений бёллинг-аллерёд и похолодания позднего дриаса в составе перигляциальных лесов участвовали тундростепные растительные ассоциации. В оптимум голоценового межледниковья сформировалась обширная зона лесов – таежных, смешанных и широколиственных, занимавшая всю северную и центральную часть Русской равнины. Примыкающая к ней южнее 53° с.ш. лесостепная зона достигала берегов Черного моря. Наиболее существенные отличия растительности оптимума атлантического периода в сравнении с современностью заключаются в отсутствии зоны тундры и лесотундры на севере Восточной Европы; расширении к северу таежной зоны и существенном продвижении на юг лесостепи.

Глава 5. Характеристика растительности Русской равнины и Западной Европы во второй половине позднего неоплейстоцена – среднем голоцене

5 а. Растительность Русской равнины в брянский межстадиал (BR) (33-24 тыс. л.н.)

Ландшафты брянского межстадиала дают представление об умеренно-холодном климате этой эпохи, во время которой субарктические виды флоры и фауны были распространены не только в северной, но и в центральной части Русской равнины. Лесные ценозы сохранялись фрагментарно и были приурочены, главным образом, к территориям с сильно расчлененным рельефом: возвышенностям, горным системам и речным долинам (рис. 4). На Русской равнине были распространены различные варианты перигляциальных лесостепей и лесотундростепей, а также разные типы «смешанных» фаунистических комплексов млекопитающих, не имеющих аналогов в настоящем (Маркова и др., 2002; Симакова, Пузаченко, 2005). Границы выделенных типов растительности в восточных областях Русской равнины смещались к северу, что является отражением усиления континентальности климата с запада на восток в ледниковые эпохи.

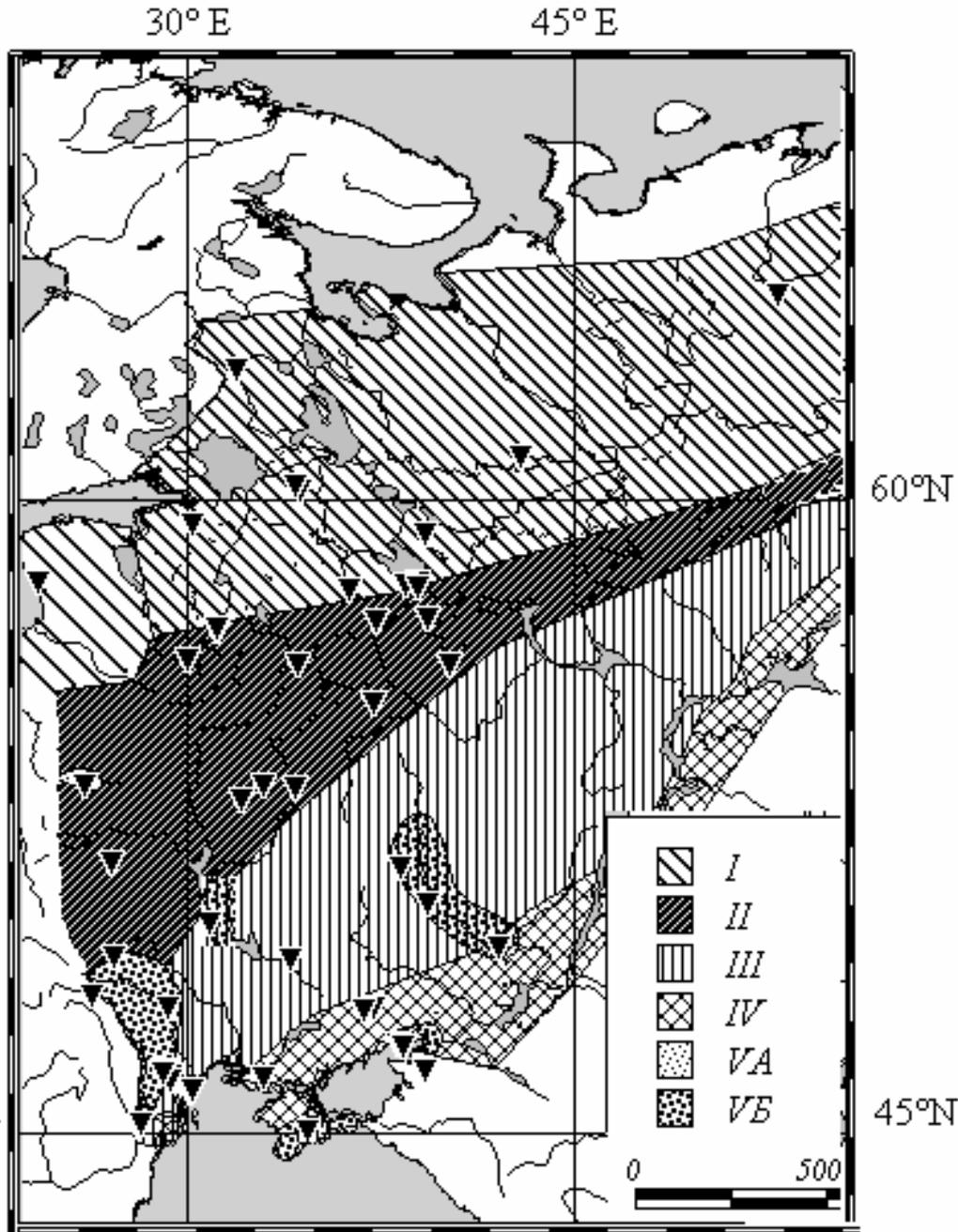


Рис. 4. Растительность Русской равнины в период брянского потепления (33-24 тыс. л.н.): I-лесотундра; II-перигляциальная лесо-тундростепь; III-перигляциальная лесостепь; IV-перигляциальная степь; V- лесостепь равнин (А), гор и возвышенностей (Б); ▼разрезы с палинологическими характеристиками.

5 б. Растительность Европы в максимальное похолодание последнего оледенения (LGM) (24-17 тыс. л.н.)

Во время поздневалдайского ледникового максимума отмечается экспансия арктических и северо-таежных видов на юг и юго-восток вплоть до 47° с.ш. Ареалы степных растений расширились на север и северо-запад до 62° с.ш. Произошла деструкция

лесной зоны и перестройка ранее существовавших растительных сообществ, особенно севернее 50-54° с.ш. На Восточно-Европейской равнине заметную роль играли тундростепные растительные ассоциации. Ареалы лесных ценозов были шире в Западной Европе. Граница между растительными сообществами на равнинных территориях проходила примерно по 23° в.д. Степные и полупустынные ландшафты доминировали на юге и юго-востоке Восточной Европы. Похолодание LGM в меньшей степени отразилось в Северном Средиземноморье. В последний ледниковый максимум установлена дифференциация растительного покрова на Западно-Европейскую, Восточно-Европейскую и Северо-Средиземноморскую провинции. Рефугиумы лесной растительности существовали на Подольской (южная часть), Московской и Среднерусской возвышенностях, на Донецком кряже, в долинах Днестра, Днепра и Дона, в Альпийско-Карпатской горной области, в Крымских горах, на юге Апеннинского и Пиренейского полуостровов, в среднегорной области юго-восточной Франции.

Направленное усиление континентальности климата LGM с запада на восток отразилось в географической дифференциации состава палеофитоценозов на равнинах Европы. Различия между основными типами растительности в пределах выделенных провинций слабо проявлялись, так как практически во всех из них присутствовали субарктические и степные таксоны млекопитающих и растений. В незначительном количестве отмечены виды лесной экологии, более требовательные к тепло- и влагообеспеченности.

5 в. Растительность Европы в позднеледниковье (LGT) (17-12,4 тыс. л.н.)

В позднеледниковье на юге и юго-востоке Европы вплоть до 47° с.ш. продолжали существовать арктические и северо-таежные виды растений. Представители степных ценозов были широко представлены на всей территории Европы (рис. 5). На севере Западной Европы расширялись ареалы тундростепных растительных ассоциаций. В восточном Средиземноморье произошло остепнение растительного покрова. В то же время фиксируется увеличение лесных и лесостепных ценозов в горах и на возвышенностях Пиренейского и Апеннинского полуостровов. Таежная растительность играла заметную роль в составе лесотундровой растительности в северных и центральных областях Европы и проникала по долинам рек в лесостепную зону. Широколиственные породы расширяли В позднеледниковье основные границы растительных провинций фактически не изменились по сравнению со временем последнего ледникового максимума. Однако к концу позднеледниковья началась перестройка фитоценозов в пределах ранее существовавших биомов. Различия между основными типами растительности в позднеледниковье на равнинах Европы стали более заметными.

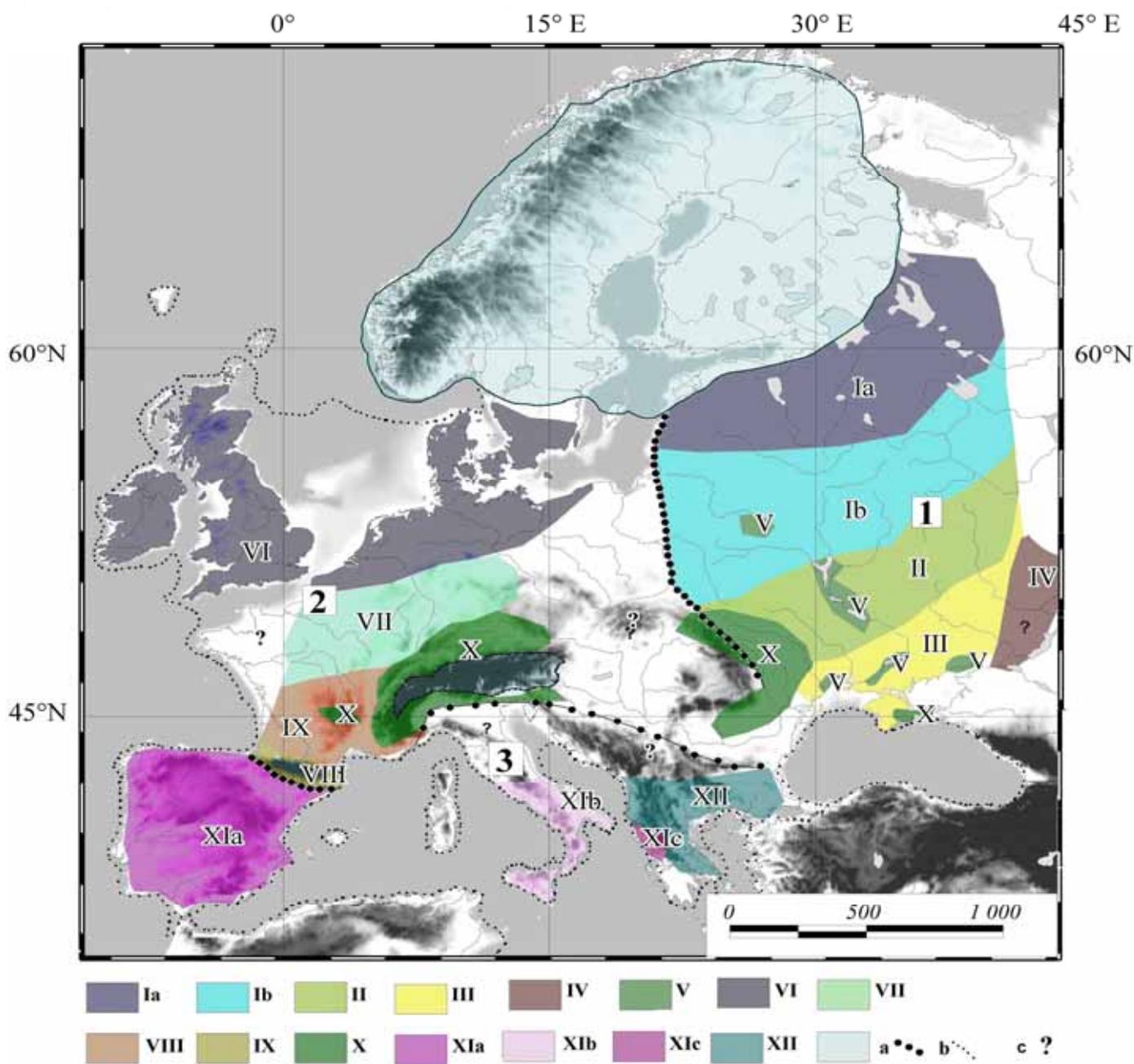


Рис. 5. Растительность позднеледникового (17-12,4 тыс. л.н.): Ia - кустарниковая тундра и сосново-березовые редколесья с участием тундростепных и пионерных растительных сообществ; Ib - разреженные сосново-березовые и сосново-еловые леса с участками тундровых и луговых ценозов; II - перигляциальная лесостепь; III - перигляциальная степь с участками тундровых растительных группировок; IV - перигляциальная полупустыня; V - перигляциальные леса; VI - перигляциальная лесотундра; VII - перигляциальная лесотундростепь; VIII - перигляциальные разреженные сосновые леса с участием луговых и лугово-степных ценозов; IX - перигляциальные горные лесостепи; X - перигляциальные горные хвойные леса с участием широколиственных пород; XIa - сосново-дубовые леса в сочетании со злаково-разнотравными и полынными степями; XIb - широколиственные леса в сочетании со злаковыми степями; XIc - сосново-пихтово-широколиственные леса в сочетании со злаково-полынными степями; XII - степи с участками хвойно-широколиственных лесов; 1 - Восточно-Европейская провинция; 2 - Западно-Европейская провинция; 3 - Северо-Средиземноморская провинция; a - граница растительных провинций; b - ледниковый покров; c - граница суши; ? - отсутствие данных.

5 г. Растительность в период межстадиальных потеплений бёллинг-аллерёд (ВАИС) (12,4-10,9 тыс. л.н.)

Анализ палинологического материала показал, что межстадиальные потепления ВАИС были весьма значительными. Лесные фитоценозы существенно расширяли свои ареалы. Еловые леса играли заметную роль в составе палеорастительности Центральной и Восточной Европы (рис. 6). Тундровые и степные сообщества продолжали участвовать в составе перигляциальной флоры. Отмечено сокращение степных ассоциаций на территории Западной Европы, в Средиземноморье и в центральных областях Восточной Европы. Гипоарктические элементы были распространены на севере Европы и в горных областях.

На севере Западной Европы в небольших количествах встречены пыльцевые зерна *Quercus*, *Ilex*, *Corylus*, *Acer*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Rhamnus*, на западе Русской равнины – *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus* и *Carpinus*, а в центре Русской равнины – пыльца *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus*. В Карпатской горной области и в южных Альпах произрастали *Tilia*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Carpinus* и *Ulmus*. В долине Днепра были распространены сосново-березовые леса с участием *Quercus*, *Tilia*, *Corylus*, *Acer*, *Ulmus*. На юго-востоке Русской равнины произрастали сосново-широколиственные леса с *Quercus*, *Acer* и *Ulmus*. В Средиземноморье широколиственные породы участвовали в составе ксерофитных лесов Апеннинского полуострова, а также в составе лесостепных сообществ на территории Пиренейского и Балканского полуостровов. Географическое положение палеофитоценов указывает на существование зональности растительного покрова во время потеплений бёллинг-аллерёд, когда в растительных сообществах присутствовали представители разных экологических и зональных групп.

5 д. Растительность Европы в стадийное похолодание позднего дриаса (YD) (10,9-10,2 тыс. л.н.)

Кратковременное похолодание YD повлекло заметные изменения в растительном покрове Европы. В это время произошла деструкция растительных сообществ, сформировавшихся во время предшествующих потеплений ВАИС. В связи с увеличением континентальности климата образовались новые типы растительности, включавшие в себя более разнообразные фитоценозы, чем в ВАИС (рис. 7). На северо-западе Европы были широко развиты сообщества кустарниковых тундр, сменяющиеся на севере Центральной и Восточной Европы березово-сосновыми лесами с участками тундростепных сообществ. Южнее были распространены разреженные сосново-березовые леса; на западе Русской равнины и в Центральной Европе они включали ель и незначительно широколиственные породы (*Quercus*, *Tilia*, *Alnus*). Далее к югу доминировали лесостепные сообщества,

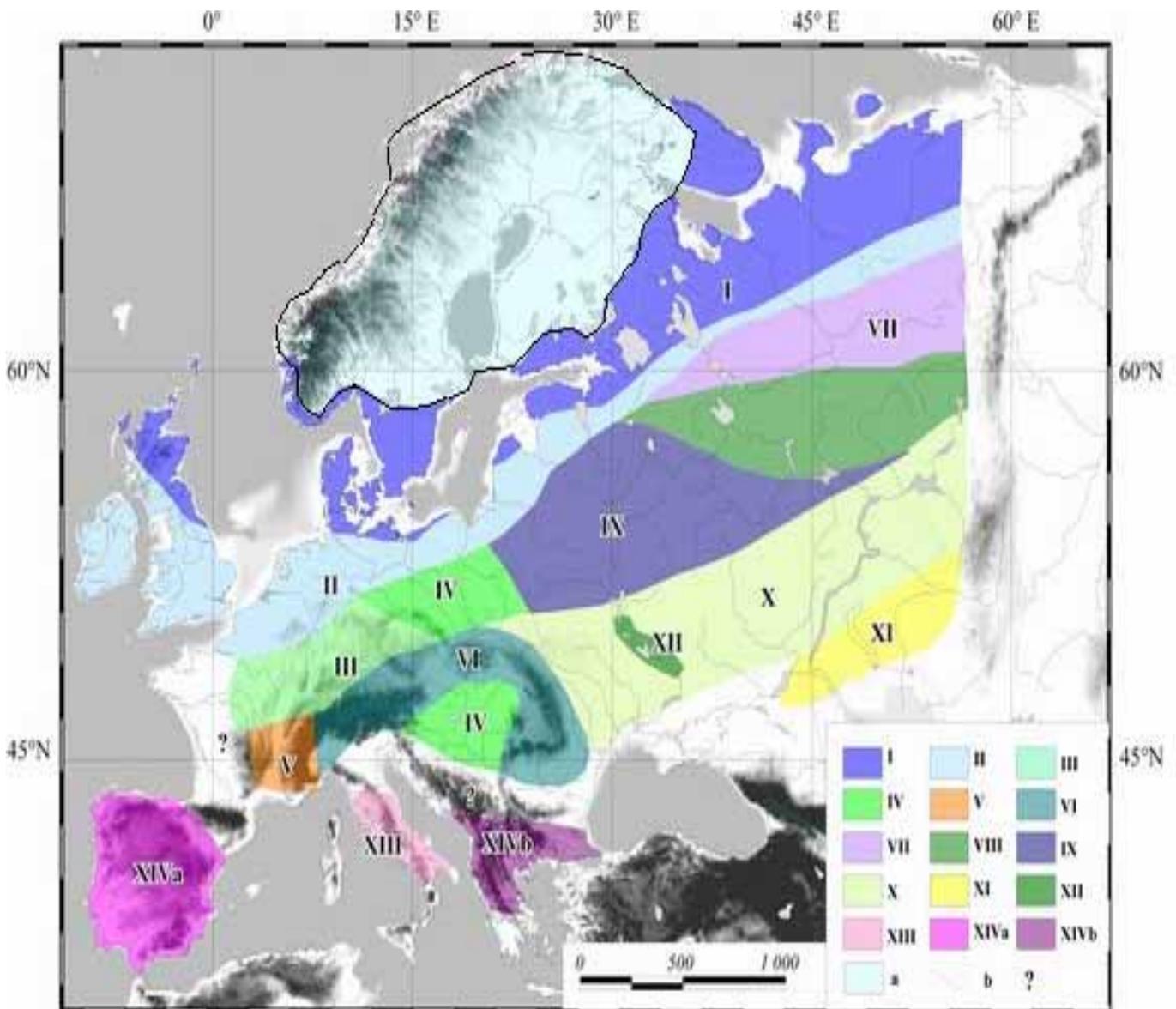


Рис. 6. Растительность межстадиальных потеплений бёллинг-аллерёд (12,4-10,9 тыс. л.н.): I – перигляциальная кустарниковая тундра; II – перигляциальная лесо-тундростепь; III – перигляциальные березовые леса с элементами тундростепи; IV – перигляциальные сосново-березовые леса; V – перигляциальная предгорная и среднегорная лесостепь; VI – горные леса; VII – перигляциальные северо-таежные сосново-березовые леса с участием тундровых и тундростепных растительных ассоциаций; VIII – перигляциальные еловые и сосново-березовые леса с участками степных ценозов; IX – перигляциальные сосново-березовые и еловые леса с небольшим участием неморальных элементов в сочетании с участками полынно-типчачовых степей и кустарниковых тундр; X – перигляциальная лесостепь; XI – перигляциальная степь; XII – долинные сосново-широколиственные леса; XIII – сосново-широколиственные и ксерофитные леса; XIV a – широколиственные леса с жестколистными кустарниками и полынно-разнотравные степи; XIV b – ксерофитные леса и полынно-злаковые степи; a – ледниковый покров; b – граница суши; ? – отсутствие материала.

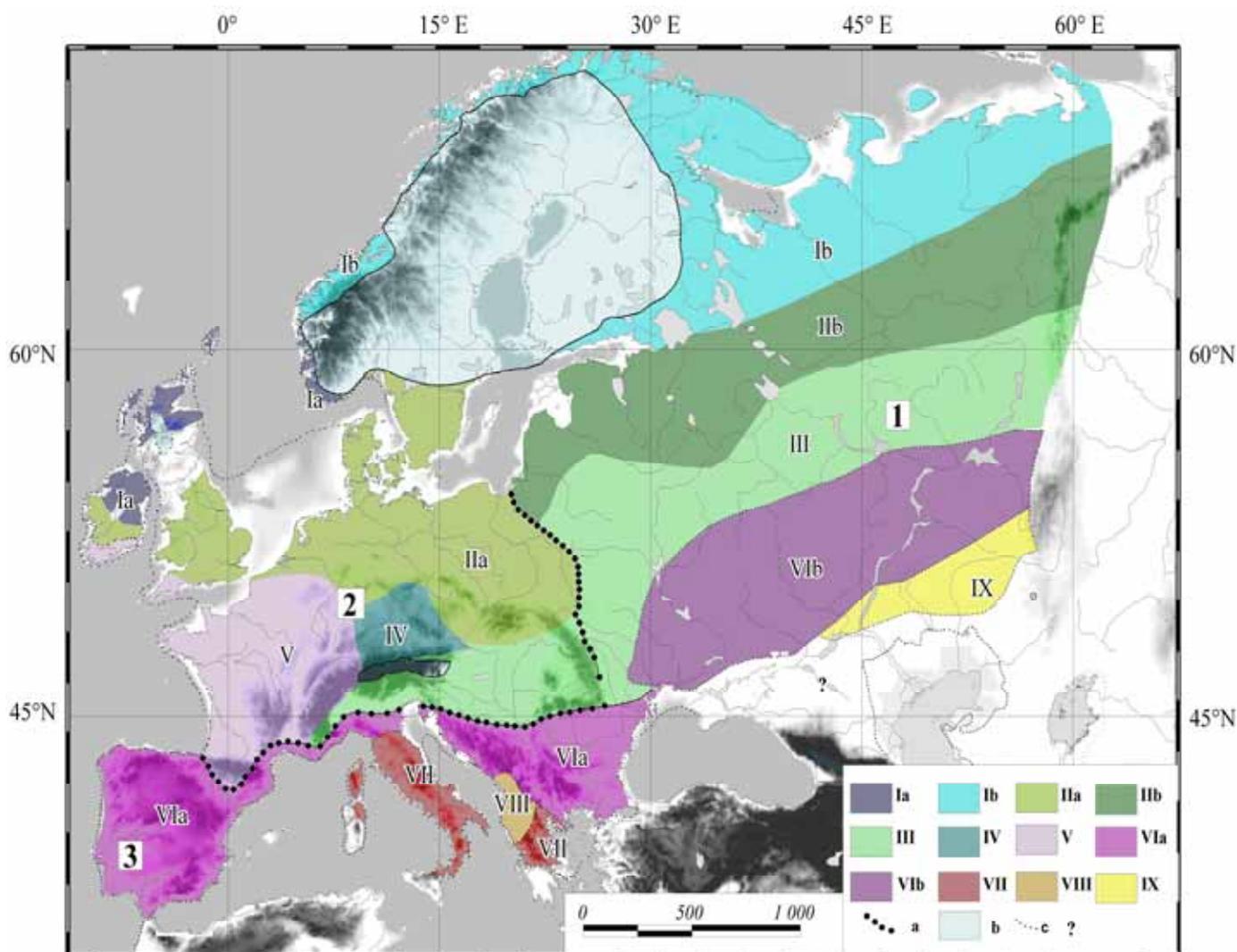


Рис. 7. Растительность в позднем дриасе (10,9-10,2 тыс. л.н.): I а – перигляциальная кустарничковая тундра; I б – кустарничковая тундра с элементами перигляциальной растительности и примитивными сообществами галофитов; II а – перигляциальная кустарниковая тундра с незначительным участием сосны и березы; II б разреженные сосново-березовые леса в сочетании со степными сообществами; III – хвойные леса и с участием широколиственных пород; IV – горные сосновые леса с участием березы и степных растительных ассоциаций; V – кустарниковая тундра с участием ивы, можжевельника и березы; VI а – луговые и злаковые степи в сочетании с сосновыми и березовыми лесами с участием широколиственных пород; VI б – сосновые леса в сочетании со степными сообществами; VII – разреженные широколиственные леса в сочетании со степными сообществами; VIII – злаковые степи; IX – луговые и злаковые степи; 1 – Восточно-Европейская провинция; 2 – Западно-Европейская провинция; 3 – Северо-Средиземноморская провинция; а – ледниковый покров; б – граница суши; ?- отсутствие данных. Карта построена в соавторстве с Ш. Бохнке.

переходящие в степи. Во время похолодания позднего дриаса леса становились более разреженными, и на свободные от лесной растительности участки в северных областях Европы проникали тундровые и на юге Европы – степные растительные ассоциации. Растительность приобрела более мозаичный характер.

5 е. Растительность в раннем голоцене (пребореальный и бореальный периоды) (РВ-ВО) (10,2-8,0 тыс. л.н.)

После окончания ледниковой эпохи тундровые элементы сокращали свои ареалы, а представители широколиственной флоры играли заметную роль в составе лесных фитоценозов. На территории Скандинавского полуострова и на самом севере Европы доминировали тундровые и лесотундровые растительные ассоциации. В средних широтах в раннем голоцене формировался дифференцированный лесной пояс: на севере преобладали биоценозы сосново-березовых лесов, южнее – биоценозы сосново-широколиственных лесов. В составе лесных палеоценозов принимали участие реликтовые элементы последнего оледенения и лесной растительный пояс раннего голоцена носил переходный характер между перигляциальными лесными и лесостепными биомами позднеледниковья и лесными межледниковыми комплексами оптимума голоцена. Лесостепные ландшафты разных типов были широко распространены на юге Западной и Центральной Европы, а также в Средиземноморье. Южные территории Русской равнины были покрыты злаково-полынной и полынно-маревой степной растительностью.

Таким образом, в раннем голоцене на территории Европы началось формирование природных биомов, положение которых имело зональный характер.

5 ж. Растительность Русской равнины оптимума атлантического периода голоцена (АТЗ) (6,0-4,8 тыс. л.н.)

В оптимум атлантического периода голоцена тундры на Русской равнине отсутствовали. Северо-таежные леса в это время были распространены вплоть до морского побережья. Лесостепные ценозы господствовали южнее 53° с.ш. Сосново-широколиственные леса с участием степных ценозов занимали территории, которые сейчас заняты формациями широколиственных лесов. На юге Русской равнины, были распространены лесостепные ценозы с участками луговых и дерновинно-злаковых и разнотравно-злаковых степей. Центры биоразнообразия на территории Русской равнины были приурочены к Донецкому кряжу, Крымским горам и возвышенностям – Валдайская, Среднерусская, Московская, Неманская, Подольская.

Глава 6. Развитие растительного покрова Русской равнины и Западной Европы во второй половине позднего неоплейстоцена – среднем голоцене (33-4,8 тыс. л.н.)

В этой главе прослежена развитие растительного покрова в течение рассмотренных ранее временных интервалов и характеризуются особенности изменения границ и структуры основных типов растительности на Русской равнине и в Западной Европе.

Брянское межстадиальное потепление

В это время на всей территории Русской равнины отсутствовали аналоги современных природных зон. Севернее 59°с.ш. были широко представлены лесотундровые ландшафты (сочетание тундровых и степных группировок растений с сосново-березовым редколесьем). Своеобразная зона перигляциальных лесо-тундростепей с участками лесной растительности, а также формациями луговых степей, тундровых группировок и галофильных группировок степного характера располагалась в центральных областях Русской равнине между 54° и 59°с.ш. Отдельные лесные массивы располагались южнее – в Приднестровье, на Подольской возвышенности, на Среднерусской возвышенности и Донецком кряже, в Крымских горах, а также в крупных речных долинах. Разнотравные и разнотравно-маревые степи были распространены в брянское время в Северном Причерноморье южнее 49-50°с.ш.

Палеорастительность Русской равнины в брянское время обладала характерными чертами, свойственными для этапов сравнительно небольшого потепления, причем западная часть Русской равнины находилась под влиянием более теплого климата, чем центральная и восточная. Для брянского межстадиала характерно широкое распространение различных вариантов перигляциальной растительности.

Максимум похолодания последнего оледенения

В приледниковой области – севернее 52° с.ш. в Западной Европе и севернее 55-56°с.ш. в Восточной Европе – доминировали ценозы кустарниковых тундр. Ландшафты кустарниковых тундр в Восточной Европе были более мозаичными. Здесь тундровые растительные ассоциации перемежались с небольшими участками лесотундровых и степных ценозов. Южнее – между 50° и 52°с.ш. в Западной Европе и между 51° и 58°с.ш. в Восточной Европе – преобладали сообщества перигляциальной лесотундры и тундро-лесостепи, представлявшей собой сочетание разреженных сосново-березовых лесов, кустарниковых тундр, луговых и степных фитоценозов. Роль лесной составляющей в палеофитоценозах тундро-лесостепи уменьшалась с запада на восток.

На юге Западной Европы, между 43°и 50°с.ш, и в северном Причерноморье, между 49° и 51°с.ш. доминировали перигляциальные лесостепные ландшафты. На территории Пиренейского и севере Апеннинского полуостровов ксерофитные хвойно-

широколиственные леса перемежались с участками луговой и степной растительности. Лесостепные ландшафты Русской равнины представляли собой комбинации из сосново-березовых редколесий с ассоциациями разнотравных степей, а также луговых и тундростепных растительных сообществ. На территории Дунайской низменности участки хвойно-широколиственных лесов сочетались со злаково-полынными и полынно-маревыми степями. В северном Причерноморье и в Приазовье (45-49°с.ш.) были широко развиты полынно-маревые степи с участием тундровых видов и элементов полупустынной растительности. По долинам рек встречались заросли с *Pinus*, *Betula*, *Quercus* и *Carpinus*. Роль представителей степных ценозов в ландшафтах Восточной Европы была значительнее, чем в Западной Европе.

Хвойные леса с неморальными элементами сохранялись в горных областях. На равнинах рефугиумы лесной растительности были приурочены к территориям с расчлененным типом рельефа и к крупным речным долинам (Днепр, Волга, Дон и др.).

Позднеледниковье

В позднеледниковье на освобожденных от ледника пространствах и на территории, занимаемой во время LGM палеоценозами кустарниковых тундр, преобладала перигляциальная лесотундровая растительность. На территории Западной Европы, севернее 51°с.ш., лесотундра представляла собой сочетание кустарниковых тундр с участием березы, ивы, можжевельника и участков сосново-березовых редколесий. В западных и центральных областях Восточной Европы, севернее 55°с.ш., доминировали кустарниковые тундры в сочетании с сосново-березовыми редколесьями и участками тундростепной растительности.

Южнее 53-56°с.ш. на Русской равнине на месте ранее существовавшей тундролесостепи стали превалировать лесо-тундростепи – разреженные сосново-березовые и сосново-еловые леса с тундровыми и лугово-степными ценозами.

Перигляциальная лесостепь в центре Русской равнины располагалась между 49° и 53°с.ш., представляя собой сочетание сосново-березовых редколесий с ассоциациями разнотравных и полынно-маревых степей, а также луговых и тундростепных растительных сообществ. В Западной Европе, между 49° и 50°с.ш. произрастали сосново-березовые редколесья в сочетании с ценозами кустарниковых тундр и тундростепных растительных ассоциаций. Южнее (между 43° и 49°с.ш.) доминировали сосновые леса с участием луговых и лугово-степных фитоценозов.

В северном Причерноморье в позднеледниковье продолжали преобладать полынно-маревые степные ассоциации с участием тундровых элементов.

Таким образом, в LGT по сравнению с LGM уменьшилось участие степных таксонов в палеофитоценозах на севере и арктических – на юге субконтинента. Лесотундровая

растительность расширяла свои ареалы на север, где ранее в LGM, господствовали ценозы кустарниковых тундр. В позднеледниковье постепенно возрастало участие широколиственных элементов в лесных ценозах горных областей и в рефугиумах равнин Европы.

По сравнению с LGM на территории Русской равнины северная граница лесостепной зоны продвинулась на север примерно на 250-300 км, а северная граница степи примерно на 50 км. В Западной Европе изменение состава существовавшей в период LGM перигляциальной лесостепи выразилась в увеличении роли лесных ценозов в структуре палеоландшафтов. Границы между ареалами основных типов растительности стали более отчетливыми. В позднеледниковье сохранилась заметная дифференциация растительного покрова на Восточно-Европейскую и Западно-Европейскую флористические провинции.

Межстадиальные потепления бёллинг-аллерёд

В ВАИС на освобожденных от ледника территориях формировались ценозы перигляциальных кустарниковых тундр. На севере Европы (севернее 55-60° с.ш.) были распространены преимущественно кустарниковые тундры. Небольшие участки сосново-березовых редколесий реконструируются в южных областях Скандинавского полуострова. Лесо-тундростепь сформировалась в ВАИС на месте существовавшей в конце оледенения лесотундры севернее 49-51° с.ш. в Западной Европе и между 59° и 63° с.ш. в Восточной Европе. Здесь существовала мозаичная структура фитоценозов, представлявшая собой сочетание сосново-березовых лесов, кустарниковых тундр и тундростепных растительных ассоциаций. Южнее на месте существовавших в Европе в LGT перигляциальных лесотундростепных ландшафтов сформировались перигляциальные разреженные сосново-березовые леса с участками степных и тундровых сообществ. В Западной Европе (между 47° и 49° с.ш. и западнее 15° в.д.) господствовали березовые леса с элементами тундростепи, а в Центральной Европе (между 50° и 52° с.ш.) – сосново-березовые северо-таежные леса. Разреженные сосново-березовые леса с участием тундровых и тундростепных растительных ассоциаций доминировали на Русской равнине между 60° и 62° с.ш. Сосново-березовые и еловые леса с небольшим участием неморальных элементов в сочетании с участками полынно-типчаковых степей и кустарниковых тундр преобладали в западных и центральных районах Русской равнины (50-57° с.ш.).

Южнее лесной зоны во время межстадиальных потеплений в Европе доминировали перигляциальные лесостепи. На Русской равнине ландшафты представляли собой комбинации разнотравных степей и тундровых ассоциаций с «островами» сосново-березовых лесов. В Западной Европе лесостепь представляла собой сочетание сосновых лесов с участием широколиственных пород и разнотравно-злаковых степей.

В Причерноморье злаково-разнотравные степные сообщества сменили полынно-маревые палеофитоценозы LGT. По долинам рек произрастали ива, береза, сосна, ольха и облепиха.

Хвойно-широколиственные леса были характерны для биотопов горных областей. Потепление климата ВАИС в Средиземноморском регионе выразилось в увеличении доли лесных ценозов в палеоландшафтах, представлявших собой сочетание хвойно-широколиственных лесов и жестколистных кустарников с участками ксерофитных травянистых сообществ.

Стадиальное похолодание позднего дриаса

В позднем дриасе приатлантические тундры с участием формаций субарктических лугов были распространены на севере о-ов Великобритания и Ирландия, а также по северо-западному побережью Скандинавии. На приморских низменностях Центральной Европы, на юге Скандинавии и на возвышенностях Британии лесо-тундростепи ВАИС сменились на тундро-лесостепи, которые представляли собой сочетание кустарниковых тундр с участками сосново-березовых редколесий. Почти вся территория Франции и южные районы о. Ирландия были заняты фитоценозами кустарниковых тундр. Ранее (в ВАИС) на этой территории были развиты перигляциальные березовые леса. В Восточной Европе в позднем дриасе (севернее 62°с.ш.), как и в ВАИС, были развиты кустарниковые тундры с участками тундростепей и лиственнично-березовых редколесий, а по долинам рек – сосново-еловые леса. Между 58 и 62°с.ш. перигляциальные сосново-березовые леса с участками тундр и тундростепных растительных ассоциаций ВАИС трансформировались в позднем дриасе в лесотундры. Южнее (до 53°с.ш.) в Восточной Европе в YD простирались разреженные сосново-березовые леса, а на западе Русской равнины и в Центральной Европе (восточнее р. Одер) – в их состав входили ель и широколиственные породы. Южная граница этих перигляциальных лесов смещалась на север примерно на 300 км по сравнению с ВАИС, уступая место лесостепным и степным сообществам YD.

На Среднедунайской низменности и на юге Балканского полуострова была распространена растительность степного типа, сменившая лесные и лесостепные палеофитоценозы предшествующих межстадиальных потеплений. В горных областях Западной Европе, между 45° и 49°с.ш., в YD преобладали сосновые леса в сочетании с луговыми и полынно-разнотравными степными растительными ассоциациями. На территории Пиренейского полуострова доминирующим типом ландшафта оставались лесостепи, а леса Италии и Греции приобрели более ксерофитный облик за счет расширения степных ценозов.

В позднем дриасе тундровые и степные сообщества вновь расширили свои ареалы соответственно в северных и южных областях субконтинента. При ухудшении климата вновь имела место дифференциация растительного покрова на Западно- и Восточно-Европейскую провинции, но и не столь выраженная, как во время максимума последнего оледенения.

Ранний голоцен (пребореальный и бореальный периоды)

В раннем голоцене началось формирование межледниковой зональности растительного покрова на Европейском субконтиненте после радикальной перестройки палеофитоценозов во время валдайского оледенения. На севере Европы (севернее 58° с.ш. в Западной Европе и севернее 68° с.ш. в Восточной Европе) доминировали кустарниковые тундры с небольшими участками сосново-березовых разреженных лесов.

На месте кустарниковых тундр позднего дриаса в раннем голоцене господствовали лесотундровые растительные ассоциации. Южная граница лесотундры проходила примерно на 300 км севернее, чем в позднем дриасе, в основном за счет увеличения древесных ценозов и сокращения тундровых элементов в составе растительного покрова РВ-ВО на средних широтах. На северо-западе Европы (севернее 53° с.ш.) и на юге Скандинавского полуострова преобладали сосново-березовые леса в сочетании с тундровыми растительными ассоциациями. В восточных областях Европы (между 64° и 68° с.ш.) доминировали сосново-березовые леса с участием ели и тундростепи. Южнее лесотундростепей на территории Европы сформировался лесной пояс. Березовые лесотундры YD в Западной Европе трансформировались в сосново-березовые леса с участием тундровых фитоценозов. На юге о-ов Ирландия и Великобритания, а также на западе Франции на месте кустарниковых тундр позднего дриаса сформировались мелколиственные леса с участием ольхи, ивы, березы и осины. За счет увеличения количества широколиственных пород в составе лесных ценозов, разреженные сосновые леса и сосново-березовые леса YD трансформировались в хвойно-широколиственные леса РВ-ВО. Так, сосновые леса Западной Европы сменились хвойно-широколиственными лесами. В Восточной Европе сосново-березовые леса YD заместились сосново-елово-березовыми лесами с участием широколиственных пород в комбинации с небольшими участками тундростепей.

В раннем голоцене южная граница лесного пояса к концу бореального периода сместилась на юг примерно на 300 км (до 48-50° с.ш. – на западе и до 55° с.ш. – на востоке субконтинента). Среднедунайские и Балканские степи позднего дриаса трансформировались в лесостепные ценозы, представлявшие собой сосново-широколиственные леса с участками разнотравных и полынно-злаковых степей РВ-ВО.

По всему Средиземноморью преобладающим типом ландшафта становится лесостепь. Самые южные области Русской равнины были заняты злаковыми и полынно-маревыми степями.

В начале голоцена северная граница распространения кустарниковых тундр становится близкой к современной. Восстанавливается лесной пояс. Заметно увеличивается роль широколиственных пород в составе лесных сообществ. Происходит формирование зональности растительного покрова в Европе.

Оптимум атлантического периода голоцена

В оптимум атлантического периода голоцена на Русской равнине отсутствовали тундры. Лесотундровые ценозы были лишь фрагментарно распространены на севере Русской равнины и представляли собой ассоциации мохово-кустарниковых тундр и небольших участков разреженной таежной растительности, состоящей в основном из сосново-березовых формаций. Северо-таежные леса в это время были распространены вплоть до северного морского побережья. Лесостепные ценозы господствовали южнее 53°с.ш. Сосново-широколиственные леса с участием степных ценозов расширяли свои ареалы еще больше на север (примерно на 250 км) по сравнению с раннеголоценовым временем. На юге Русской равнины, на месте злаково-полынных и полынно-маревых степей раннего голоцена и современных дерновинно-злаковых степей, были распространены лесостепные ценозы с участками луговых и разнотравно-злаковых степных растительных ассоциаций. Высокая теплообеспеченность оптимума Атлантики обусловили формирование ландшафтов аридных степей и полупустынь в Прикаспии и Нижнем Поволжье.

Наибольшее разнообразие флор выявлено на возвышенностях и в горных системах, которые в ледниковое время играли роль рефугиумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе созданного палинологического банка данных «Paleoflora» для территории Европы составлены карты индикаторных видов растений и карты растительных сообществ по семи временным интервалам (33-4,8 тыс. л.н.).

2. В результате изучения палинологических спектров брянского возраста установлено, что климатическая обстановка межстадиала была умеренно холодной. Субарктические виды флоры были распространены в северной и в центральной частях Русской равнины. Проникновение степных видов далеко на север и запад говорит об отсутствии сплошной лесной зоны. Лесные ценозы сохранялись фрагментарно и входили в состав перигляциальных лесостепей и лесо-тундростепей. В брянское время на всей территории Русской равнины отсутствовали аналоги современных природных зон.

3. Показано, что во время межстадиальных потеплений бёллинг-аллерёд лесные фитоценозы существенно расширяли свои ареалы, формируя мозаичный перигляциальный лесной пояс. Лесостепные экосистемы занимали в это время обширные территории в Западной Европе и в центральных областях Восточной Европы. Тундровые и степные сообщества входили в состав перигляциальной флоры.

4. В раннем голоцене установлено развитие разреженного лесного пояса, который трансформировался в среднем голоцене в хвойно-широколиственный лесной пояс. В оптимум атлантики лесостепные ценозы расширяли свои ареалы в центральных и южных областях Русской равнины. Ксерофильные лесостепи были распространены вплоть до побережья Черного и Азовского морей. На севере Русской равнины доминировала среднетаежная растительность, вытеснив тундровые и лесотундровые сообщества раннего голоцена.

5. Различия между западноевропейскими и восточноевропейскими флорами в ледниковую эпоху заключались в большем присутствии степных и полупустынных видов в Восточно-Европейской провинции. Южная граница перигляциальных флор на равнинах Европы, на которые оледенение оказало максимальное воздействие, проходила по 50° с.ш.

6. На Русской равнине границы между ареалами основных типов растительности в теплые интервалы времени имели субширотное простирание, а во время холодных этапов трансформировались в меридиональном направлении, что связано с усилением континентальности климата с запада на восток в ледниковую эпоху.

7. Представители лесной флоры в холодные этапы сохранялись в рефугиумах, расположенных в горах, на возвышенностях и в долинах рек. Эти территории в межледниковые эпохи характеризовались наибольшим таксономическим разнообразием флор.

Список работ по теме диссертации.

1. Markova A.K., Smirnov N.G., Kozharinov A.V., **Simakova A.N.**, Kitaev L.M. 1995. Late Pleistocene distribution and diversity of mammals in Northern Eurasia (PALEOFAUNA database) // *Paleontologia and Evolucio*. Vol. 28/29. P. 1-143.

2. Маркова А.К., **Симакова А.Н.** 1998. Распространение индикаторных видов млекопитающих и растений во второй половине валдайского оледенения // *Известия РАН. Сер. Геогр.* № 3. С. 49-61.

3. Dodonov A.E., Tchepalyga A.L., Mihailescu C.D., Zhou L.P., Markova A.K., Trubikhin V.M., **Simakova A.N.**, Konikov E.G. 2000. Last interglacial records from central Asia to the

northern Black Sea shoreline: stratigraphy and correlation // *Journal of Geosciences*. V. 79. № 2/3. P. 303-311.

4. **Симакова А.Н.** 2001. Динамика индикаторных видов и палеорастиельность Русской равнины в брянское время (33-24 тыс. л.н.) // *Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции*. СПб. С. 186-188.

5. Маркова А.К., Смирнов Н.Г., Китаев Л.М., Косинцев П.А., Хензыхенова Ф.И., **Симакова А.Н.**, Алексеева Н.В., Кожаринов А.В. 2001. Зоогеография голоценовых млекопитающих северной Евразии // *Известия АН. Сер. Геогр.* 2001. № 2. С. 41-49.

6. Болиховская Н.С., Гунова В.С., Каревская И.А., **Симакова А.Н.**, Фаустов С.С. 2001. Закономерности развития плейстоценовой перигляциальной растительности в разных районах Северной Евразии // *Вестн. МГУ. Сер. Геогр.* № 6. С. 62-68.

7. Панин А.В., Лизунков Д.В., **Симакова А.Н.**, Сапожников Ю.А. 2001. Изменение режима балочного осадконакопления под влиянием естественных и антропогенных факторов // *Санкт-Петербургский университет водных коммуникаций. 16 пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и сообщения*. С. 167-168.

8. **Simakova A.N.** 2001. The vegetation and mammoth distribution during the second half of the Late Pleistocene on the Russian plain (33–17 ka) // *The World of Elephants. Proceeding of the 1st International Congress*. Roma. P. 355-358.

9. **Simakova A.N.** 2001. The vegetation during the second half of the Late Pleistocene on the Russian plain (33-17 ka). *The Ukraine Quaternary Explored: the Middle and Upper Pleistocene of the Middle Dnieper Area and its importance for the East-West European correlation*. Abstracts. Kyiv. P. 86.

10. Dodonov A.E., Markova A.K., **Simakova A.N.**, Tchepalyga A.L., Trubikhin V.M. 2001. Middle-Upper Pleistocene climatic and bio-magnetic records of the Northern Black Sea coastal area. *The Ukraine Quaternary Explored: the Middle and Upper Pleistocene of the Middle Dnieper Area and its importance for the East-West European correlation*. Abstracts. Kyiv. P. 21.

11. Markova A.K., Smirnov N.G., Kosintsev P.A., Khenzykhenova F.I., **Simakova A.N.**, Alexeeva N.V., Kitaev L.M., Kozarinov A.V. . *Zoogeography of Holocene mammals in Northern Eurasia* // *Praha. Lynx*. 2001. Vol.32. P. 233-245.

12. Markova A.K., **Simakova A.N.**, Puzachenko A.Yu., Kitaev L.M. 2001. Eastern European mammoth distribution and environments during the Middle Valdai Briansk Interstade (33-24 BP) // *The World of Elephants. Proceeding of the 1st International Congress*. Roma. P. 299-304.

13. Пузаченко А.Ю., **Симакова А.Н.** 2002. Новые подходы и методы при реконструкции позднеплейстоценовой растительности на Русской равнине (33-18 тыс. лет назад). Методические аспекты палинологии. Материалы X палинологической конференции. ИГиРГИ. С. 208-210.
14. Маркова А.К., **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю., Китаев Л.М. 2002. Природа Русской равнины во время Брянского потепления (33-24 тыс. лет назад) // Известия АН. Сер. Географ. 2002. №4. С. 45-57.
15. Маркова А.Н., **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю. 2002. Экосистемы Восточной Европы в эпоху максимального похолодания валдайского оледенения по флористическим и териологическим данным // Доклады АН. Сер. Геогр. Т. 386. № 5. С. 681-685.
16. Markova A.K., **Simakova A.N.**, Kitaev L.M. 2002. Environments of the Russian Plain during the Middle Valdai Briansk Interstade (33-24 yr B.P.) indicated by fossil mammals and plants // Quaternary Research. № 57. P. 391-400.
17. **Simakova A.N.** 2002. New pollen records from the key section Roxolany (Southwestern Russian Plain) and its correlation with Central Asia. Upper Pliocene and Pleistocene of the Southern Urals region and its significance for correlation of the Eastern and Western parts of Europe // Volume of Abstracts. Ufa. P. 78-79.
18. Маркова А.К., **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю. 2003. Экосистемы Восточной Европы в эпоху оптимума атлантического потепления голоцена по флористическим и териологическим данным // Доклады АН. Сер. Геогр. Т. 391. № 4. С. 545-549.
19. Markova A.K., Puzachenko A.Yu and **Simakova A.N.** 2003. Eastern European ecosystems in the optimum of Atlantic period of Holocene indicated by mammals and plants // 4th European Congress of Mammology. Brno Czech Republic, July 27-August 1. P.163.
20. **Simakova A.N.** 2004. Dynamics of paleovegetation during the Last Glacial Maximum–the Late Glacial time in Europe (24,0–10,9 ka B.P.) // Reconstruction of Quaternary Paleoclimate and Paleoenvironments and their abrupt changes. Abstracts. Polish Geological Institute. Warsaw. P. 41-42.
21. **Симакова А.Н.** 2004. Динамика палеорастительности Русской равнины во второй половине позднего неоплейстоцена-голоцена // Экология антропогена и современности: природа и человек. Материалы конференции Волгоград-Астрахань. Гуманистка. СПб. 2004. С. 162-167.
22. Маркова А.К., Кольфсхотен Т., **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю., Белоновская Е.А. Экосистемы Европы в период позднеледникового потепления Бёллинг-Аллерёд (10,9–12,4 тыс. лет назад) по палинологическим и териологическим данным // Известия РАН. Сер. Геогр. № 1. С. 15-25.

23. **Симакова А.Н.** 2005. История развития растительности юга Русской равнины в позднем неоплейстоцене – голоцене. Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий. Материалы международной конференции. Ростов–на–Дону, Азов. С. 87-88.

24. **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю. 2005. Палеорастительность Европы в начале голоцена по палинологическим данным // Квартер-2005. IV Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. Сыктывкар. Геопринт. С. 393-396.

25. Маркова А.К., **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю. 2005. Динамика позднеплейстоценовых экосистем Русской равнины по данным млекопитающих и растений // Эволюция жизни на Земле. Материалы III Межд. симп. Томск. С. 359-361.

26. Корка М.А., Русаков А.В., Керзум П.П., **Симакова А.Н.** 2005. Брянская ископаемая почва опорного разреза Щетинское (Вологодская область) и ее палеогеографическое значение // Квартер-2005. IV Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. Сыктывкар. Геопринт. С. 191-193.

27. **Симакова А.Н.**, Пузаченко А.Ю. 2005. Реконструкции растительного покрова Русской равнины второй половины позднего неоплейстоцена и среднего голоцена // Биосфера. Экосистемы. Биота. Наука. С. 404-433.

28. **Simakova A.N.** 2005. Late Pleistocene and Holocene vegetation by the materials of the Southern Russian Plain // Molluscs, Quaternary, faunal changes and environmental dynamics. A symposium on occasion of 80th birthdays of Vojen Lozek. Prague. P. 29-30.

29. **Simakova A.N.**, Puzachenko A.Yu. 2005. Paleovegetation of Europe during the Bölling–Alleröd interstadial complex warming (10,9–12,4 ka BP). Polish Geological Institute, Special Papers. V. 16. P. 116-123.

30. **Simakova A.N.** 2005. Paleovegetation cover of Europe and its reorganization during the Late Glacial Maximum – the Early Holocene. INQUA – SEQS. The Quaternary Record of Switzerland. Bern. P. 50-51

31. Додонов А.Е., Тесаков А.Ю., Титов В.В., Трубихин В.М., Иноземцев С.А., **Симакова А.Н.** 2006. Новые данные по био-, климато- и магнитостратиграфии плейстоцена Азово-Кубанского региона // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны. Азов. Ростов–на–Дону. С. 62-68.

32. **Simakova A. N.** 2006. The vegetation during the Briansk Interstadial by the materials of the Southern Russian Plain // Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation. Odessa. P. 155-156.

33. **Simakova A.N.** 2006. The vegetation during the Last Interglacial – Glacial cycle based on the palynological materials of the Southern Russian Plain // INQUA – SEQS Subcommittee on

European Quaternary Stratigraphy: Quaternary Stratigraphy and Evolution of the Alpine Region in the European and global framework. Milano. P. 121-123.

34. **Simakova A.N.** 2006. The vegetation of the Russian Plain during the second part of the Late Pleistocene (33-18 ka) // *Quaternary International*. V. 149. P. 110-114.

35. Maschenko E.N., Gablina S.S., Tesakov A.S., **Simakova A.N.** 2006. The Sevsk woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) site in Russia: Taphonomic, biological and behavioral interpretations // *Quaternary International*. V. 142-143. P. 147-165.

36. Dodonov A.E., Zhou L.P., Markova A.K., Tchepalyga A.L., Trubikhin V.M., Aleksandrovskii A.L., **Simakova A.N.** 2006. Middle-Upper Pleistocene bio-climatic and magnetic records of the Northern Black Sea Coastal Area // *Quaternary International*. V. 149. P. 44-54.

37. Rusakov A.V., Korkka M.A., Kerzum P.P., **Simakova A.N.** 2007. Paleosols in the moraine-mantle loam sequence of northeastern Europe: The memory of pedogenesis rates and evolution of the environment during OIS3 // *Catena*. V. 71. P. 456–466.

38. Маркова А.К., Кольфсхотен Т. ван, Бохнке Ш., Косинцев П.А., Мол И., Пузаченко А.Ю., **Симакова А.Н.**, Смирнов Н.Г., Верпоорте А., Головачев И.Б. 2008. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л.н.). М.: КМК – в печати.