

УДК [630*182.1:551.793.9/794](470.333)

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПОДЕСЕНЬЯ НА РУБЕЖЕ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЯ И ГОЛОЦЕНА (по данным изотопного состава почв)

Н. О. Ковалева¹, Е. М. Столпникова², И. В. Ковалев¹

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12*

E-mail: natalia_kovaleva@mail.ru

² *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 119071, Москва, Ленинский просп., 33*

E-mail: opallada@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.05.13 г.

Палеоэкологическая реконструкция природной среды Подесенья на рубеже позднеледниковья и голоцена (по данным изотопного состава почв). – Ковалева Н. О., Столпникова Е. М., Ковалев И. В. – Обсуждаются особенности палеоэкологии позднеледниковья на территории Подесенья. Переходный период от позднеледникового климата к межледниковому голоценовому сопровождался различными климатическими флуктуациями, информация о которых записана в интерстадиальных погребённых почвах, а также педоседиментах. Выявлены и описаны два интерстадиала возрастом 16500 ± 230 и 12930 ± 170 , а также три погребённые почвы голоцена, маркирующие этапы развития климата в межледниковье. Используются наиболее информативные для палеоэкологической реконструкции почвенные свойства-индикаторы, такие как изотопный состав углерода, групповой состав фосфора, свойства гумуса почв, магнитная восприимчивость.

Ключевые слова: палеоэкология, палеопочва, лёссово-палеопочвенные серии, поздний плейстоцен, интерстадиальные палеопочвы, Подесенье, Трубчевское ополье.

Paleoecological reconstruction of the natural medium of the Podesenie region on the late pleistocene–holocene boundary (by the carbon isotopic soil composition). – Kovaleva N. O., Stolpnikova E. M., and Kovalev I. V. – The paper discusses features of the Late Pleistocene paleoecology in the Trubchevsk district (Bryansk region). The transition from the Late Pleistocene glacial climate to the warm Holocene period was accompanied by various climatic fluctuations which information has been recorded in the interstadial buried soils and pedosediments. Two interstadials aged as 16500 ± 230 and 12930 ± 170 years BP, and three Holocene buried soils marking the stages of Holocene climate were identified and described. Most informative paleoclimatic indicators, such as carbon isotopic composition, phosphorus group composition, and magnetic susceptibility, were applied.

Key words: paleoecology, buried soils, loess-paleosol series, Late Pleistocene, interstadial paleosols, Podesenie, Trubchevsk Opolie.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что заключительная стадия валдайской ледниковой эпохи на рубеже плейстоцена и голоцена стала периодом самого сурового и континентального климата для Восточно-Европейской равнины за всю историю плейстоцена и кайнозоя в целом (Величко, 1973; Алифанов и др., 2010). Ледниковый покров достигал границы, проходящей субширотно от Вильнюса к Смоленску, далее на северо-

запад к Рыбинскому водохранилищу и через оз. Кубенское на северо-восток (Алифанов и др., 2010). Южная граница пояса многолетней мерзлоты достигала Ростова и Волгограда – 46 – 48° с.ш. (Величко, 1973), а мощность многолетнемёрзлых пород на широте Москвы составляла 300 м.

Особенности этой эпохи глобальной перестройки климатической системы планеты зафиксированы в строении лёссово-почвенных серий, общим свойством которых является наличие толщ лёссов, разделяющих брянскую ископаемую почву позднего плейстоцена и современную дневную почвенную толщу. Однако исследованиями последних лет (Болыховская, 1995; Величко и др., 1996; Ковалева и др., 2013 *а, б*) обнаружено, что лёссовые горизонты позднего валдая неоднородны и во многих стратиграфических разрезах разделяются гумусовыми и глеевыми горизонтами слабо развитых почв, маркируя региональные особенности климатических флуктуаций в промежутке между 17 – 10.2 тыс. лет назад. Часто горизонты этих палеопочв поглощены современным почвообразованием, либо они совпадают с культурными слоями палеолитических стоянок, что затрудняет определение их естественных палеопочвенных свойств.

Однако отсутствие физико-химических данных о свойствах этих погребенных почв и надежных биоклиматических маркеров даже на фоне существующих противоречий в радиоуглеродных датировках заставляют многих исследователей относить горизонты слабо развитых почв к брянскому интервалу почвообразования и считать их радиоуглеродные даты омоложенными. Между тем сам факт наличия палеопочвенных уровней с различными характеристиками является свидетельством периодов относительно мягких климатических условий или интерстадиалов.

Поэтому целью данного исследования стало уточнение региональной климатической обстановки рубежа позднеледниковья и голоцена для хорошо изученного с палеогеографической точки зрения региона Подесенья на основе изучения свойств погребенных в лёссово-почвенных сериях почвенных горизонтов. Лёссово-почвенные серии в целом и погребённые в них почвы представляют собой надёжный архив палеоклиматической информации об изменении среды обитания всего живого. Ранее нами было показано (Ковалева, 2009), что наиболее информативными характеристиками для восстановления особенностей палеоэкологической обстановки природной среды являются такие свойства почв, как изотопный состав углерода гумуса, характеристики органического вещества (биомаркеры), магнитная восприимчивость и возраст почв.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты нашего исследования располагаются в Брянской области на территории Трубчевского ополья, где на поздневалдайских лёссах развиты серые лесные почвы со вторыми гумусовыми горизонтами в микропонижениях, серые лесные почвы без вторых гумусовых горизонтов на микроповышениях и на территории полесья, сложенной песчаными отложениями с дерновыми почвами в Неруссо-Деснянском заповеднике.

Правобережье Десны относится к области островного распространения лёссов на Русской равнине. В районе средней Десны выделяются три лёссовых массива – Брянский, Трубчевский и Новгород-Северский (Величко и др., 1977). Однако ис-

следуемые позднеледниковые последовательности отложений содержат в себе не только лёссы и почвы, но также и мощные песчаные отложения со следами солифлюкции и оглеения. Поэтому эти объекты можно назвать лёссово-песчано-почвенными сериями.

Трубчевское ополье расположено на высоком правобережье среднего течения р. Десны (на водоразделе рек Десна и Судость) к северу от г. Трубчевска в средних широтах Русской равнины. Среднегодовая температура в районе исследований – 5,4°C. Количество осадков – 550 – 590 мм (Тюрюканов, Быстрицкая, 1971).

Территория Трубчевского ополья с давних времен распаханна, естественная растительность оказалась практически полностью уничтоженной, район ополья ныне полностью безлесен. В доагрикультурный период естественная растительность была представлена широколиственными лесами с господством дуба черешчатого в сочетании с остепненными лугами (Величко и др., 1996). Близость к дневной поверхности на долинных и балочных склонах карбонатных пород влияет на формирование здесь лугово-степных ассоциаций, которые по флористическому составу близки к северным луговым степям (Булохов, 1991). В западинах произрастают ива, берёза, дуб, осина (Федотов, 2000).

Исследуемый район также интересен большим количеством археологических объектов: стоянок древнего человека, городищ и курганных комплексов более позднего времени. По имеющимся в литературе археологическим данным, средний участок Подесенья был заселён людьми около 140 тыс. лет назад перед началом последнего оледенения (Падин, 2004).

Таким образом, объектами нашего исследования стали: 1) лёссово-песчано-почвенные серии позднеледниковья и голоцена, представленные в отложениях карьеров у д. Красное и д. Телец; 2) агросерые почвы микроповышений и микрозападин Трубчевского ополья с горизонтами погребённых почв; 3) погребённые почвы прикурганного ровика в археологических заказниках Большое Жерено Неруссо-Деснянского полесья и Некрополь Трубчевска вблизи городища Кветунь или Старый Трубчевск. Исследуемые на этих объектах погребённые почвы и педоседименты формировались во временной промежуток от 20000 л.н. (верхний плейстоцен) до 1000 – 1200 л.н. (X – XII вв.).

Для исследования погребённых почв и педоседиментов были использованы методы общей химии почв (измерение pH, содержания Ca и Mg, CaCO₃), также был проведён групповой анализ соединений фосфора, позволяющий отделить фосфор из органических компонентов от фосфора неорганического генезиса (Макаров, 1997). Органическое вещество изучалось методом анализа группового состава углерода по Пономарёвой, Плотниковой (Орлов, Гришина, 1981). Величины магнитной восприимчивости почв измерялись капнометром КТ-5. Удельную магнитную восприимчивость образцов рассчитывали с использованием эталона (соль Мора, $\chi_3 = 32,5 \cdot 10^{-6}$ СГСМ): $\chi_0 = \chi_3 \cdot (\kappa_0 / \kappa_3) \cdot (m_3 / m_0)$, где κ_0 и κ_3 – показания КТ-5, m_0 , m_3 – массы для образца и эталона в бюксе с фиксированным объемом соответственно.

Изотопный состав углерода был измерен на масс-спектрометре ThermoFinnigan Delta V Plus IRMS и элементном анализаторе Thermo Flash1112. Очистка

почвы от карбонатов была проведена по методике D. Harris с соавторами (2001) путём разложения карбонатов парами концентрированной соляной кислоты – фумигирования почвы. Навески растёртой в пудру карбонатной почвы (30 мг) помещают в открытые стеклянные бюксы и смачивают 50 мкл дистиллированной воды. Затем бюксы с навесками, а также стакан со 100 мл концентрированной HCl помещают в закрытый эксикатор. Через 24 ч фумигации образцы высушиваются в течение 4 ч при 60°C или на воздухе. Возраст почв определялся методом радиоуглеродного датирования (Радиоуглеродная лаборатория Института геохимии окружающей среды г. Киев, Украина).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Отложения эпохи последнего оледенения на изучаемой территории Подесенья, вскрытые карьерами у д. Красное (первая надпойменная терраса) и д. Телец (вторая надпойменная терраса), приурочены к протянувшейся с северо-запада на юго-восток ложбине стока, впадающей в р. Десну, и закономерно представлены супесями, песками и опесчаненными лессами. По данным А. А. Величко (1977), вторая надпойменная терраса р. Десны формировалась в первую половину валдайской эпохи, а первая – во вторую половину валдая. Исследуемый нами этап позднего валдая (24 – 10.2 тыс. л.н.) соответствует изотопной стадии MIS 2 (25 – 10 тыс. л.н., по J. I. Svendsen с соавторами (2004)).

Собственно брянская палеопочва, сформированная 32 – 24 тыс. л.н, предположительно вскрыта нами на глубине 7.5 и 10 м в карьере у д. Телец (стенки карьера возвышаются над днищем лога на 10 – 15 м). Палеопочва выделяется серым цветом, остатками неясно выраженной структуры, повышенным содержанием органического вещества и обменных оснований, увеличением значений магнитной восприимчивости и утяжелением величин $\delta^{13}\text{C}$ гумуса до -25.7‰. Несмотря на ограниченность полученных данных, подобные характеристики являются свидетельством умеренного климата лесной или лесотундровой зоны (Ковалева и др., 2013 а, б). Причем нижнюю почву отличают более автоморфные условия формирования, нежели более оглеенную верхнюю (надмерзлотно-глеевую).

Большинство исследователей считают, что почвообразование во время брянского интервала происходило в холодных континентальных условиях. Основной фон почвенного покрова составляли оглеенные мерзлотно-почвы, иногда с карбонатным горизонтом (Морозова, 1981). По мнению Н. С. Болиховской (1995), обстановка оптимума была сравнительно тёплой и влажной, на Русской равнине произрастали широколиственные деревья (дуб, липа, граб). На стоянке Сунгирь (Владимирская область) брянская почва соответствует времени проживания древнего человека. Общий ландшафт региона напоминал лесотундру с характерным составом животных: северный олень, копытный лемминг, пеструшка, песец, мамонт (Гугалинская, 1982). При формировании брянской почвы в долине верхней Оки преобладали берёзовые леса с примесью ели и сосны с подлеском из кустарниковой берёзы и ольховника, что свидетельствует о холодных климатических условиях (Гугалинская, 1982). Формирование брянской почвы в районе г. Новгород-Северский (разрез у с. Араповичи) в долине р. Десны в условиях перигляциальных

тундро-степей подтверждают микротериологические данные, полученные А. К. Марковой. Здесь обнаружены остатки степной пеструшки, большого тушканчика, суслика, узкочерепной полёвки, сурка и копытного лемминга – животных, обитающих ныне в лесостепи, степи, полупустыне, тундре и лесотундре. Исходя из температур, характерных для обитания этих видов, средняя температура января была $-16 - -18^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $+18 - +20^{\circ}\text{C}$, годовая сумма осадков $- 80 - 380$ мм (Болеховская, 1995).

Противоречия в характеристиках условий формирования брянской почвы могут объясняться её формированием в разные отрезки среднего валдая на разных территориях. Н. С. Болеховская (1995) отмечает, что на Волини (Волинская возвышенность) этот горизонт сформировался в одно из похолоданий среднего валдая, в ряде районов Малого Полесья (Подберёзцы и др.) – на протяжении наиболее тёплого средневалдайского межстадиала и предшествующего и последующего похолоданий, а на севере Подольской возвышенности в разрезе Изяслав дубновская почва (сопоставляемая с брянской) датируется концом самого тёплого средневалдайского межстадиала и следующим похолоданием. Об этом говорит и большой спектр датировок брянской почвы от 32 до 24 тыс. л.н., сам по себе включающий в себя различные климатические колебания. Почва близкого генезиса, но с более развитым карбонатным горизонтом выделяется в пределах Тамбовской и Окско-Донской равнин, Подольской возвышенности и центральной части Приднепровской низменности. Севернее и северо-восточнее эта почва характеризуется усилением в ней процессов оглеения (Болеховская, 1995).

Вскрытая нами брянская палеопочва была нарушена мерзлотными деформациями последующего владимирского криогенного этапа и перекрыта толщей деснинского лёсса.

Перекрывающие описанную почву лёссы в изученных нами разрезах содержат две синлитогенные почвы, сформированные на песчаных отложениях. Для них были получены радиоуглеродные датировки 16500 ± 230 Ки-17414 и 12930 ± 170 Ки-17413 л.н., что соответствует двум интерстадиалам последней стадии вюрмского оледенения, синхронным интерстадиалам Ласко Вюрм IV и Бёллинг Вюрм IV (MIS2). Они обладают различными свойствами и диагностируют два интерстадиальных потепления.

Исходя из морфологических и химико-физических исследований почв можно сделать вывод, что в позднеледниковье происходили активные процессы замерзания-оттаивания грунта. В это же время шло накопление мощных песчаных отложений, которые имеют слоистую текстуру, следы солифлюкционных процессов, содержат ожелезнённые ортзандовые горизонты. Обе почвы имеют ряд общих признаков: оглеенность всего профиля, ожелезнение, наличие железисто-марганцевых ортштейнов, пониженные значения магнитной восприимчивости, относительное повышение содержания гумуса, органического фосфора, карбоната кальция.

Самым известным из послебрянских интерстадиальных почв является трубчевский горизонт (уровень оглеения), выделенный А. А. Величко недалеко от района нашего исследования и датируемый им интервалом 16.5 – 15 тыс. л.н. (интерстадиал Ласко) (Величко и др., 1996). Этот горизонт разделяет лёссовую толщу на

две пачки – лёсс II (деснинский) и лёсс III (алтыновский) – и залегает в разрезе у д. Голубча на глубине 3.8 – 4.0 м. Горизонт описан как уровень слабого потемнения, имеет пылеватый суглинистый состав, карбонаты и пятна органики по порам, включения песчаного материала. На глубине 30 см от верхнего контакта есть признаки гидроморфизма – пятна ожелезнения и сизоватый оттенок толщи. Существуют и иные взгляды на датировку трубчевского уровня оглеения позднеплейстоценовой лёссовой толщи. А. А. Чубур (1997) считает, что трубчевский горизонт оглеения, соотносящийся с хотылёвской почвой, соответствует не интерстадиалу Ласко (по Величко), а гмелинскому интерстадиалу (Тюрсак), имевшему место непосредственно перед последним ледниковым максимумом.

В нашем случае близкий к трубчевскому горизонт залегает на глубине 2.5 – 2.8 м и представляет собой лёгкий суглинок с тонкими прослоями песка, карбонатами по порам и Fe – Mn-стяжениями, ниже залегает более тяжёлый по гранулометрическому составу карбонатный горизонт В (2.8 – 3.0 м), который подстилается песчаным карбонатным горизонтом ожелезнения (3.5 – 4.2 м). Возможно, исследуемый горизонт венчает уровень мерзлоты, в котором происходили надмерзлотное подтягивание карбонатов и ожелезнение. Выше расположенный лёсс (лёсс III, алтыновский) имеет среднесуглинистый гранулометрический состав, затёки гумуса и Fe – Mn-стяжения, не вскипает от соляной кислоты.

Палеопочва с возрастом 16500 л.н. вскрыта в карьере у д. Телец. Она состоит из нескольких горизонтов (Bb-BCb-BCfe,b-Gb-C2) и пространственно хорошо выражена. Верхний горизонт Bb имеет слабощелочную реакцию среды, обеднён гумусом (0.5%) и не содержит органического фосфора, содержит 6.0% CaCO₃ (табл. 1 – 3). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Горизонт BCb содержит 5.6% CaCO₃, утяжелен по гранулометрическому составу, обогащен гумусом (0.7%) и фосфором (68.0 мг/кг P₂O₅), имеет более высокие значения магнитной восприимчивости. Нижележащий песчаный ортзандовый горизонт BCfe,b обогащён карбонатом кальция (10.6%), слабогумусирован, содержит 44.5 мг/кг P₂O₅ органического.

Результаты измерения изотопного состава органического углерода свидетельствуют об умеренно-гумидных условиях формирования палеопочвы и нижележащих отложений ($\delta^{13}\text{C} = -25.6 - -26.7\text{‰}$). Также они указывают на аридизацию климата в период последующего накопления лёссовидного суглинка C1, перекрывающего вышеописанную палеопочву и сформированного, вероятно, в период ярославской криогенной стадии валдайского оледенения (алтыновский лёсс) 13 – 14 тыс. л.н. ($\delta^{13}\text{C} = -23.1 - -24.5\text{‰}$) (рисунок). Алтыновский лёсс является почвообразующей породой для почв голоцена.

Погребённая почва интерстадиала Бёллинг с возрастом 12900 л.н. вскрыта в карьере у д. Красное. Исследуемая палеопочва в отличие от описанной выше носит деформированный характер, не имеет пространственной выраженности и выделяется в линзах гумусированного суглинистого материала в толще песчаных ортзандовых прослоек. Она имеет профиль Vca b-BCsa,fe b-Gb.

Горизонт Bb содержит повышенное количество гумуса (0.7%) и общего фосфора (409.7 мг/кг P₂O₅), что соответствует современному пахотному гумусовому горизонту агросерой почвы. Почва имеет более высокие значения магнитной вос-

приимчивости, объясняющиеся повышенным содержанием гумуса. Возможно, она формировалась в периоды стабилизации поверхности в более автоморфных условиях. О более сухих условиях формирования почвы говорят и результаты измерения изотопного состава органического углерода ($\delta^{13}\text{C} = -24.9\%$), и высокое содержание карбоната кальция (39.1%) (см. табл. 1, 3). Выше и ниже лежащие горизонты не обогащены карбонатом кальция. Органическое вещество погребённой почвы насыщено гуминовыми кислотами и не содержит легкорастворимых фульвокислот (см. табл. 2).

Таблица 1

Некоторые химические свойства почв Подесенья

Местоположение разреза	Возраст горизонта	Горизонт, глубина, см	pH _{ксл}	Ca+Mg, ммоль(+)/100 г	Mg, ммоль (+)/100 г	Гумус, %	CaCO ₃ , %
Карьер (д. Телец), микроповышение	16500±230	Ap 0–30	5.8	24.0	12.8	2.1	–
		Ae 30–35	5.4	16.7	6.8	0.7	–
		Eb 35–46	5.6	23.5	14.0	0.4	–
		Bc 46–65	5.7	13.0	7.3	0.3	–
		C 65–85	6.5	15.7	8.7	0.4	–
		Ab 85–99	7.2	–	–	0.6	16.7
		C2 99–120	7.4	–	–	0.5	46.0
		C3 120–...	7.3	–	–	0.4	41.3
		C1 100–250	7.0	68.5	14.7	0.8	–
		Bb 250–275	7.4	–	–	0.5	6.0
		Bcb 275–300	7.2	–	–	0.7	5.6
		BCfe, b 350–420	7.2	–	–	0.5	10.6
		G 770–970	6.5	4.0	–	0.2	–
Карьер (д. Красное), микропонижение	2180±60	Ap 0–30	6.7	50.0	25.3	2.5	0
		Ae 30–50	5.4	36.0	14.6	1.9	0
		Ab 50–85	4.5	23.2	10.7	2.6	0
		Aeb 85–100	4.4	21.0	6.3	1.8	0
		Eb100–125	4.1	25.0	15.8	0.6	0
		Eb124–140	4.1	34.0	12.3	0.4	0
		Bb 140–175	3.9	16.7	5.4	0.3	0
		C 175–270	4.0	18.0	8.4	0.2	0
		C3, fe, l 445–470	6.9	35.8	11.4	0.4	–
	12930±170	Bb 470–495	7.3	–	–	0.6	39.1
		BCfe, b2 495–500	6.4	22.0	10.5	0.2	–
		G 500–510	6.6	29.4	9.1	0.3	–
		BCfe, b3 510–520	6.6	12.5	4.5	0.2	–
		C4 520–570	6.7	13.6	–	0.2	–
Большое Жерено (прикурганый ровик)	5000–7000	Ad 0–17	3.9	2.7	0.7	1.1	0
		C 17–22	3.8	3.6	3.0	0.7	0
		Ab1 22–37	3.6	4.2	0	1.4	0
		B 37–51	3.8	2.3	0	0.5	0
	>7000	Ab2 51–75	3.8	1.7	1.6	1.7	0
Кветунь (курган)	X–XIII вв. н.э.	A 0–30	4.5	23.3	6.5	3.5	0
		Ab 30–50	4.6	30.9	11.1	3.7	0
		AB 50–70	4.2	23.3	9.8	1.8	0
		B 70–80	4.1	20.7	16.3	1.0	0

Таблица 2

Характеристика органического вещества почв Подесенья

Местоположение	Возраст	Горизонт, глубина, см	С _{орг. общ.} , %	С _{ГК-2} , %	С _{ФК-2} , %	С _{ГК} /С _{ФК}	%ГК-2 от С _{общ}
Карьер, д. Телец	16500±230	C1 100–250	0.26	0.00	0.07	—	—
		Bb 250–275	0.07	0.04	0.01	5.8	49.5
		BCb 275–300	0.16	0.06	0.03	2.0	37.3
Карьер, д. Красное	12930±170	Bb 470–495	0.21	0.08	0	GA	36.8
Большое Жерено (прикуранный ровик)	5000–7000	Ad 0–17	0.35	0.14	0.10	1.47	41.40
		C 17–22	0.45	0.00	0.08	0.05	0.90
		Ab1 22–37	0.38	0.18	0.06	3.03	47.33
		B 37–51	0.23	0.04	0.03	1.44	15.62
	>7000	Ab2 51–75	0.46	0.10	0.00	GA	21.46
Трубчевское ополье, микропонижение	2180±60	Ap 0–30	1.19	—	—	0.92	—
		AE 30–50	1.43	—	—	0.82	—
		Ab 50–85	1.36	—	—	1.08	—
		AEb 85–143	1.25	—	—	0.54	—
Кветунь (курган)	X–XIII вв. н.э.	A 0–30	0.94	0.63	0.28	2.25	66.8
		Ab 30–50	1.09	0.60	0.49	1.22	55.1
		AB 50–70	0.64	0.10	0.15	0.67	14.8
		B 70–80	0.48	0.03	0.09	0.33	6.60
Микроповышение		Ap 0–30	1.63	—	—	0.69	—
		AE 30–35	0.69	—	—	0.95	—

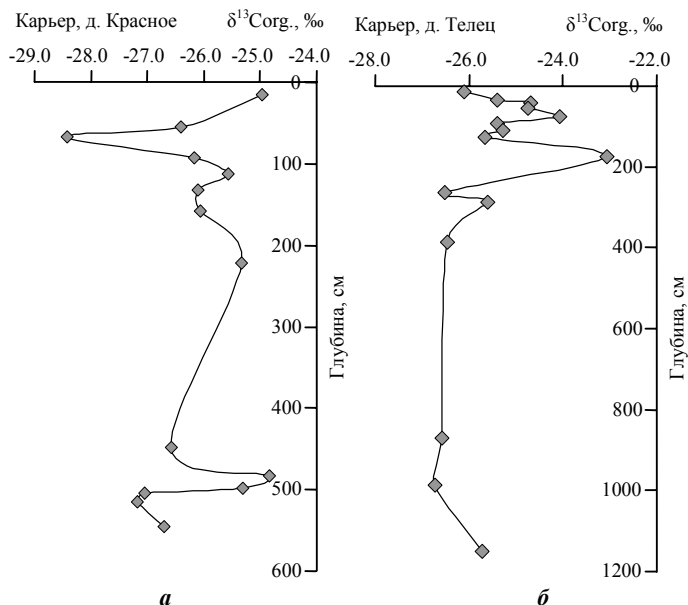
Таким образом, для интерстадиала Бёллинг характерен более сухой климат, чем для Ласко (трубчевского интерстадиала). Большее количество фосфора органического вещества, возможно, связано с большей биологической продуктивностью ландшафта.

Из более поздних почв А. А. Величко (1977) выделил тимоновскую ископаемую почву, сформированную на лёссе III. Она оказалась близка, как считают авторы, по генезису к дерново-подзолистым почвам зоны хвойно-широколиственных лесов. Почва сформирована в условиях остаточного-мерзлотного микрорельефа с сетью канавообразных расплывчатых понижений, т.е. является посткриогенной. Её гумусовый горизонт смыкается с нижней частью современного гумусового горизонта, но отличается от него повышенным содержанием гумуса (до 35%). Авторы относят тимоновскую почву к первой половине – середине голоцена и высказывают предположение о том, что почвы с дифференцированным профилем начали формироваться ещё во время хорошо выраженного потепления аллерёд.

По нашему же мнению, начало голоцена отличало катастрофическое изменение климата, растительности и химического состава атмосферы, которые прослеживаются по низким величинам изотопного отношения органического углерода – до -28.4‰ – во вторых гумусовых горизонтах агросерых почв. Концентрация углекислого газа в атмосфере резко увеличивалась. С-3 растения развили в отличие от своих предшественников мощные корневые системы во влагонасыщенных грунтах. Преобладание хорошо развитой подземной биомассы привело к возникновению новых типов почвообразования – лугово-болотных и лугово-чернозёмных.

Наиболее древние палеопочвы голоцена, изученные нами, вскрыты в прикуранным ровике в урочище Большое Жерено на территории Неруссо-Жеренского

заказника и датированы археологическими находками эпохой неолита (около 5 – 7 тыс. л.н.), т.е. атлантическим периодом голоцена. Почвы залегают в песчаных отложениях, на которых сейчас произрастает сосновый бор. Морфологически и по максимумам содержания гумуса выделяются два погребённых горизонта – Ab1



Изотопные кривые обнажений: *a* – карьер у д. Красное; *б* – карьер у д. Телец

ском веществе горизонта Ab2 обнаружена P_g-фракция, свидетельствующая также об обводнённости территории. Органическое вещество погребённых почв насыщено гумусовыми кислотами фракции 2.

Середину голоцена характеризуют и вторые гумусовые горизонты современных агросерых почв в микропонижениях ландшафтов ополья. Их радиоуглеродный возраст, по данным А. А. Величко (1996), составил 5930 ± 130 лет. Вторые гумусовые горизонты отличается чёрная окраска, слабоокислая реакция среды, относительно высокое содержание гумуса (4.0%), большее, чем в современном пахотном горизонте (3.1%). Погребённая почва характеризуется также высоким содержанием фосфора, в том числе накоплением его органических соединений (635.8 мг/кг P₂O₅), в то время как количество органического фосфора в современном гумусовом горизонте равно 178.7 мг/кг P₂O₅. На фоне низких величин магнитной восприимчивости выделяется небольшой максимум, вызванный накоплением гумуса во втором гумусовом горизонте. Изотопный состав органического углерода также выделяет исследуемую погребённую почву наиболее лёгкими значениями: $\delta^{13}C$ – -28.4 – -29.5‰. Таким образом, для начала и середины голоцена характерен влажный гумидный климат с более благоприятными условиями накопления органиче-

(1.4% гумуса) и Ab2 (1.7% гумуса). Эти горизонты не содержат органического фосфора и отличаются низкой гумусированностью в силу своего лёгкого гранулометрического состава. Тем не менее, низкие величины магнитной восприимчивости и соотношения изотопов органического углерода ($\delta^{13}C$ = -26.6‰ и -27.4‰ соответственно) диагностируют достаточно увлажнённые гумидные условия периодов их формирования (см. рисунок, табл. 3). В органиче-

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ского вещества по сравнению с современным. В то время на месте серых лесных почв формировались чернозёмные и лугово-чернозёмные почвы под луговой растительностью С-3 типа фотосинтеза. Аккумуляция устойчивых высококонденсированных молекул органического вещества во вторых гумусовых горизонтах современных почв, по-видимому, является реликтом черноземной стадии почвообразования.

Таблица 3

Изотопный состав почв Подесенья и некоторые палеоэкологические индикаторы

Местоположение	Радиоуглеродный возраст, лет назад	Горизонт, глубина, см	C _{орг} , %	P ₂ O ₅ орг, мг/кг	δ ¹³ _{C_{орг}} , ‰	δ ¹³ _{C_{карб}} , ‰	δ ¹⁵ N, ‰	χ×10 ⁻⁶ , СГСМ	P ₂ O ₅ неорг, мг/кг
Карьер, д. Теллец, микроповышение	16500±230	Ap 0–30	1.2	115.0	-26.1	—	—	31.5	325.7
		AЕ 30–35	0.4	17.8	-25.4	—	—	31.5	253.4
		ЕВ 35–46	0.2	18.4	-24.7	—	—	21.1	205.2
		BC 46–65	0.2	10.6	-24.7	—	—	19.5	186.4
		C 65–85	0.2	0.0	-24.1	—	—	16.8	232.0
		Ab 85–99	0.4	97.2	-25.4	-13.5	3.6	17.1	258.7
		C2 99–120	0.3	83.9	-25.3	-10.0	—	13.2	261.4
		C3 120–...	0.2	38.9	-25.7	-8.3	—	9.6	258.7
		C1 100–250	0.5	29.9	-23.1	—	—	12.0	118.03
		Bb 250–275	0.3	0.0	-26.5	-22.3	—	2.5	24.48
		BCb 275–300	0.4	68.0	-25.6	-22.4	0.3	23.6	65.08
		ORTZ1 350–420	0.3	44.5	-26.5	-22.0	—	15.3	42.76
		G 770–970	0.1	0.0	-26.6	—	—	2.2	141.74
Карьер, д. Красное, микропонижение	2180±60	C4 970–1000	0.1	0.0	-26.7	—	—	0.0	11.25
		C5 1000–1300	0.2	0.0	-25.7	—	—	6.9	123.96
		Ap 0–30	1.8	178.7	-25.0	—	—	16.1	334.2
		AE 30–50	1.5	311.9	-26.4	—	—	11.3	246.8
		Ab 50–85	2.3	635.8	-28.4	—	—	19.4	421.6
		AEb 85–100	1.3	389.8	-26.2	—	—	13.2	596.4
		Eb 100–125	0.4	125.4	-25.6	—	—	13.9	591.1
		Eb 124–140	0.6	0.0	-26.1	—	—	8.7	712.0
		Bb 140–175	0.3	0.0	-26.1	—	-5.9	11	383.5
		C 175–270	0.2	0.0	-25.3	—	—	1.1	265.4
	12930±170	C3, Fe, 1 445–470	0.2	0.0	-26.6	—	-1.1	8.6	132.26
		Bb 470–495	0.4	106.3	-24.8	-8.8	1.2	13.1	303.42
		BCFe, b2 495–500	0.1	0.0	-25.3	—	—	5.4	101.14
		G 500–510	0.1	0.0	-27.0	—	-1.5	3.1	129.67
		BCFe, b3 510–520	0.1	7.8	-27.2	—	0.8	5.2	62.24
		C4 520–570	0.1	2.6	-26.7	—	—	2.8	77.80
Большое Жерено (прикуранный ровик)	5000–7000	Ad 0–17	0.6	0.0	-27.6	—	2.2	2.6	275.2
		C 17–22	0.4	13.9	-26.9	—	0.1	2.5	382.0
		Ab1 22–37	0.8	0.0	-26.6	—	4.4	0.8	265.0
		B 37–51	0.3	0.0	-26.2	—	—	2.3	373.5
	>7000	Ab2 51–75	1.0	0.0	-27.4	—	3.6	2.5	351.5
Кветунь (курган)	X–XIII вв. н.э.	A 0–30	2.0	242.8	-26.3	—	5.8	22.4	254.8
		Ab 30–50	2.1	291.2	-26.3	—	6.6	22.1	247.2
		AB 50–70	1.1	64.7	-26.5	—	5.9	24.5	265.0
		B 70–80	0.6	54.6	-26.3	—	5.1	23.4	265.0

Атлантическая черноземно-луговая почва и современная серая лесная разделены в профиле подзолистыми горизонтами почв позднего голоцена с датировкой 2180 ± 60 Ki-17415 л.н. (IV – III вв. до н.э.). Ранний железный век в Подесенье отличался распространением лесной растительности, похолоданием климата, о чем свидетельствует уменьшение содержания органического вещества и органического фосфора как индикаторов биологической активности, утяжеление величин изотопных отношений -26%. Ранее (Ковалева, Ковалев, 2002) в обсуждаемых горизонтах нами описаны типичные для древесных мелколиственных пород соотношения лигнинных фенолов.

Глобальный средневековый климатический оптимум в Подесенье характеризуется погребённая почва, вскрытая в разрезе прикурганного ровика археологического комплекса Некрополь Трубчевска (городище Кветунь или Старый Трубчевск), датированная археологическими раскопками X – XIII вв. Именно к этому климатическому периоду приурочено бурное развитие городищ и селищ в долинах рек региона. Погребённая почва отличается зернистой структурой, темной окраской, повышенным содержанием гумуса, обменных оснований, органического фосфора по сравнению с дневными горизонтами. Изотопный состав органического углерода однороден по профилю курганов как в Жеренском заказнике, так и в Некрополе Трубчевска (-26.3 – 26.5‰) и свидетельствует о стабильном умеренном климате последующих веков вплоть до сегодняшнего дня. О некотором антропогенном «остепнении» пахотных агросерых почв можно судить лишь по утяжелению изотопных отношений в пахотных горизонтах почв – до -25‰.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, лессово-песчано-почвенные серии исследованной территории Подесенья являются архивом палеоэкологической информации о перестройке глобальной климатической системы планеты, произошедшей на рубеже позднеледникового и голоцена. Эта перестройка имела пульсирующий характер, сопровождалась резкими колебаниями климата, состава растительности и облика ландшафтов. Для территории Подесенья выявлено, как минимум, два разных интерстадиала последней волны валдайского оледенения, соответствующие двум погребённым почвам: сухой аридный эпизод около 12930 л.н. и умеренно-гумидный – около 16500 л.н. Несмотря на достаточно суровый климат, для исследуемой территории характерно большое количество палеолитических стоянок (Борщево, Хотылёво, Супонево, Тимоновка и др.), которые попадают как во временные промежутки более тёплых интерстадиалов, так и в стадиальные похолодания. Это говорит, с одной стороны, в пользу того, что древний человек ориентировался более на мамонтовую фауну в своих миграциях, а с другой – на то, что климатические условия были пригодны для жизни, в течение года существовали тёплые периоды, в которые успевали сформироваться слаборазвитые почвы.

Резкое усиление гумидности ландшафтов в первой половине голоцена и похолодание во второй носили однонаправленный глобальный характер. С появлением земледелия в голоцене человек начинает воздействовать на облик ландшафтов, вырубая всё больше лесов под пашни, формируя пахотные горизонты современных почв, которые имеют возраст не древнее 2000 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алифанов В. М., Гугалинская Л. А., Овчинников А. Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М. : ГЕОС, 2010. 160 с.
- Болиховская Н. С. Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии. М. : Изд-во МГУ, 1995. 267 с.
- Булохов А. Д. Структура растительного покрова ландшафтов ополей и лёссовых плато // Брянские ополья : природа и природопользование. М., 1991. С. 31 – 49.
- Величко А. А. Природный процесс в плейстоцене. М. : Наука, 1973. 256 с.
- Величко А. А., Морозова Т. Д., Нечаев В. П., Порожнякова О. М. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М. : Наука, 1996. 150 с.
- Величко А. А., Грехова Л. В., Губонина З. П. Среда обитания первобытного человека Тимоновских стоянок. М. : Наука, 1977. 141 с.
- Гугалинская Л. А. Почвообразование и криогенез Центра Русской равнины в позднем плейстоцене. Пушкино : НЦБИ АН СССР, 1982. 204 с.
- Ковалёва Н. О. Горные почвы Евразии как палеоклиматический архив позднеледниковья и голоцена : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2009. 52 с.
- Ковалева Н. О., Ковалев И. В. Ароматические структуры лигнина в органическом веществе серых лесных почв // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17, Почвоведение. 2002. № 2. С. 23 – 29.
- Ковалева Н. О., Добровольский Г. В., Столникова Е. М. Изотопный состав углерода почв в диагностике изменений климата : состояние проблемы и вероятные сценарии // Докл. по экологическому почвоведению. 2013 а. Вып. 19, № 2. С. 64 – 81.
- Ковалева Н. О., Столникова Е. М., Ковалев И. В., Толстова А. П. Изотопный состав углерода органического вещества почв в диагностике изменений климата // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред : тез. докл. Междунар. конф. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 б. С. 98 – 99.
- Макаров М. И. Соединения фосфора в гумусовых кислотах почв // Почвоведение. 1997. № 4. С. 458 – 466.
- Морозова Т. Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. М. : Наука, 1981. 199 с.
- Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М. : Изд-во МГУ, 1981. 272 с.
- Падин В. А. Среднее Подесенье (Трубчевская округа) в VI – V вв. до н.э. – X – XII вв. н.э. по материалам археологических исследований // Очерки по истории археологии Брянской области / Моск. гос. соц. ун-т (фил в г. Брянске). Брянск, 2004. Вып. 2. 150 с.
- Тюрюканов А. Н., Быстрицкая Т. Л. Ополья центральной России и их почвы. М. : Наука, 1971. 239 с.
- Федотов С. В. Деснянские ополья – аналоги среднерусского лесостепного варианта высотной мезозональности карстово-меловых ландшафтов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. География и геоэкология. 2000. № 1. С. 22 – 26.
- Чубур А. А. Расселение верхнепалеолитического человека в центре Русской равнины (географический аспект) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1997. 25 с.
- Harris D., Horwath W.R., Kessel C. van. Acid fumigation of soils to remove carbonates prior to total organic carbon or carbon-13 isotopic analysis // Soil Science Society Amer. J. 2001. Vol. 65, № 6. P.1853 – 1856.
- Svedsen J. I., Alexanderson H., Astakhov V. I., Demidov I., Dowdeswelle J. A., Funderf S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Hubberten H. W., Ingolfsson O., Jakobsson M., Kjør K. H., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J. P., Lysa A., Mangerud J., Matiouchkov A., Murray A., Møller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert C., Siegert M. J., Spielhagen R. F., Stein R. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // Quaternary Science Reviews. 2004. Vol. 23, № 11 – 13. P. 1229 – 1271.