ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2015, № 5, с. 69–82

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

УДК 549.742:552.143:551.583

ПАЛЕОПОЧВЫ КАК ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПОЗДНЕМ И СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ ЦЕНТРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ[1]

© 2015 г. П.Г. Панин

Институт географии РАН, Москва, Россия
e-mail: paleosoil@mail.ru

Поступила в редакцию 14.11.2014 г.

В разрезах лёссово-почвенной серии центральной части Восточно-Европейской равнины палеопочвы микулинского межледниковья формировались по текстурно-дифференцированному типу с преобладанием процессов лёссиважа и возможного оподзоливания в схожих климатических условиях с современным климатом. Палеопочвы каменского межледниковья содержали признаки процессов оглинивания и лёссиважа и формировались в более гумидных условиях, чем палеопочвы микулинского межледниковья. Палеопочвы инжавинского межледниковья формировались под лесной растительностью, где текстурно-дифференцированные палеопочвы формировались по элювиально-иллювиальному типу с участием процесса лёссиважа, но также и с существенным участием процессов поверхностного оглеения или оподзоливания, что говорит о схожих условиях, что и каменские межледниковые почвы, но с более интенсивными процессами гидроморфизма. Интерстадиальные палеопочвы позднего и среднего плейстоцена формировались под травянистой растительностью в семиаридных условиях.

Ключевые слова: микулинское, каменское, инжавинское межледниковья, лёссиваж, оподзоливание, поверхностное оглеение, интерстадиальные палеопочвы.

Введение. Развитие почвенного покрова во времени – одна из наиболее важных проблем эволюционной географии. Палеогеографические исследования показывают, что решение таких актуальных проблем, как прогноз ландшафтно-климатических изменений, не может быть корректно осуществлено без всестороннего анализа закономерностей формирования основных природных компонентов прошлого, в том числе и почвообразования. Территория центра Восточно-Европейской равнины является одним из ключевых районов, где имело место неоднократное чередование межледниковых и перигляциальных обстановок со сложным сочетанием процессов почвообразования, лёссонакопления и криоморфогенеза, которые наиболее чётко отражают особенности природно-климатических изменений в среднем и позднем плейстоцене [3–5].

Исследования проводились на Среднерусской возвышенности в центральной части Восточно-Европейской равнины между 54–56° с.ш. и 36–40° в.д. Ранее здесь были изучены разрезы Ожерелье, Михнево, Суворотино, Гололобово 4-96, в которых фиксировались поздне- и среднеплейстоценовые почвенные комплексы [3, 8, 15, 16, 22]. Под почвенными комплексами понимается совокупность интерстадиальной и межледниковой палеопочв, в ряде случаев разделенных лёссовым горизонтом, который во время почвообразования мог войти в состав профилей этих палеопочв [11, 12, 15, 16]. Согласно хроностратиграфическим данным [7], салынская палеопочва в позднеплейстоценовом мезинском педокомплексе микулинского межледниковья относится к МИС 5е, интерстадиальная крутицкая палеопочва относится к МИС 5с, в среднеплейстоценовых педокомплексах–каменском межледниковье палеопочва относится к МИС 7, интерстадиальная позднекаменская к МИС 6, палеопочва инжавинского педокомплекса в межледниковье относится к МИС 9, интерстадиальная к МИС 8.

Наиболее яркими представителями поздне- и среднеплейстоценовых педокомплексов на территории исследования является лёссово-почвенная серия разреза Гололобово 1-05 (55°03' с.ш. и 38°34' в.д.). Разрез находится в южной части Подольско-

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-31481).

Коломенского ополья в карьере кирпичного завода на водоразделе р. Коломенки и крупной балки, открывающейся в р. Коломенку справа от д. Гололобово.

В лёссово-почвенной серии разреза определены следующие показатели: содержание гумуса, полуторные оксиды железа (аморфное и окристаллизованное), карбонаты, гранулометрический состав, сумма обменных катионов, pH, сделаны детальные микроморфологические описания шлифов и микробиоморфный анализ.

Цель предлагаемой статьи – исследование лёссово-почвенной серии разреза Гололобово 1-05 и сопоставление полученных данных с ранее проведенными работами района центра Восточно-Европейской равнины [8, 15, 16]. На основе полученных характеристик по палеопочвам интерстадиальных и межледниковых эпох проследить изменение климатических условий в которых почвы формировались.

Морфологическое строение разреза Гололобово 1-05 (рис. 1).

Описание разреза проведено д-ром. геогр. наук А.А. Величко, совместно с д-ром. геогр. наук Т.Д. Морозовой, канд. геогр. наук С.Н. Тимиревой и канд. геогр. наук П.Г. Паниным.

Серая лесная почва (голоцен).

Слой 1. Глубина 0.0–0.7 м, суглинок серо-коричневый, пористый, комковатой структуры, отмечаются мелкие осветленные включения пылеватых карбонатов размером 3–5 мм, по порам пятна с повышенным содержанием органического вещества за счет корневых ходов.

Слой 2. Глубина 0.7–1.4 м, чередование суглинка серо-коричневого с буроватым оттенком за счет ожелезнения и суглинка коричневато-сизого, светлого. Их толщина 5–8 см, внутри прослоев отмечается нечеткая слоистость за счет горизонтальных линз толщиной 0.8–1.0 см. Суглинок в целом пористый, структура комковато-глыбистая. Граница нерезкая, заметна по цвету.

Слой 3. Глубина 1.40–2.75 м, тяжелый суглинок (глина) серо-коричневый со слабым сизоватым оттенком, темный, мелкопористый, по порам буроватые пятна ожелезнения, отмечаются также более крупные пятна ожелезнения размером 1.0–1.5 см, также связанные с корневыми ходами. Структура глыбистая. Граница нерезкая, заметна по составу.

Мезинский педокомплекс.

Крутицкая интерстадиальная палеопочва (МИС 5c).

Слой 4. Глубина 2.75–3.10 м, горизонт A1, суглинок коричневый с сероватым оттенком, мелкопористый, внутри отмечаются включения суглинка среднегумусированного размером 0.5–0.8 см, встречаются пятна с повышенным содержанием органического вещества по порам (1.0–2.0 мм), отмечаются светло-бурые пятна ожелезнения. Граница неправильная, нерезкая, кармановидная, на глубине до 12 см в ней отмечаются прожилки светло-палевой супеси толщиной 1.5–2.0 см.

Слой 5. Глубина 3.10–3.47 м, горизонт A2, суглинок средний, коричневато-серый, среднегумусирован, мелкоплитчатой структуры (за счет днепровского лёсса), мелкопористый, по порам слабоожелезненный, отмечаются округлые пятна с повышенным содержанием органического вещества (около 1.5 см), граница нерезкая, заметна по составу и цвету.

Салынская межледниковая палеопочва (МИС 5e).

Слой 6. Глубина 3.47–3.65 м, горизонт AE, слой неоднороден по окраске и составу, преобладает серовато-коричневый суглинок, мелкопористый, с пятнами, с повышенным содержанием органического вещества 0.5–0.8 см, местами преобладает суглинок с коричневатым оттенком, мелкопористый, в слое также отмечаются горизонтально-волнистые линзы светло-палевой супеси, с горизонтальными прожилками внутри сизовато-коричневого суглинка, толщина таких прожилок 1.0–1.5 см. Толщина всей линзы, приуроченной к верхнему контакту, около 5.0 см. Граница неровная, за счет сильно наклонных языков толщиной 8.0–15.0 см. Между основной частью слоя и такими языками внедряется в субгоризонтальном направлении светло-палевая супесь из нижележащего слоя. Все эти текстурные особенности свидетельствуют о смещении слоя, возможно, за счет мерзлотных процессов.

Слой 7. Глубина 3.65–3.75 м, горизонт E, суглинок легкий, светло-палевый до белесого цвета, тонкослоистый за счет того, что слой развит на днепровском слоистом лёссе, слоистость горизонтальная, толщина прослоев 5.0–8.0 мм, местами прослои имеют светло-серую окраску, граница нерезкая, заметна по цвету.

Слой 8. Глубина 3.75–3.82 м, горизонт Bt, развит на днепровском лёссе, поэтому имеет ту же слоистость, что и верхний слой. Окраска бурая, за счет ожелезнения, отмечаются пятна светло-сизой супеси без резких контактов размером 1.0–2.5 см. Граница нерезкая, заметна по цвету.

Днепровский лёсс.

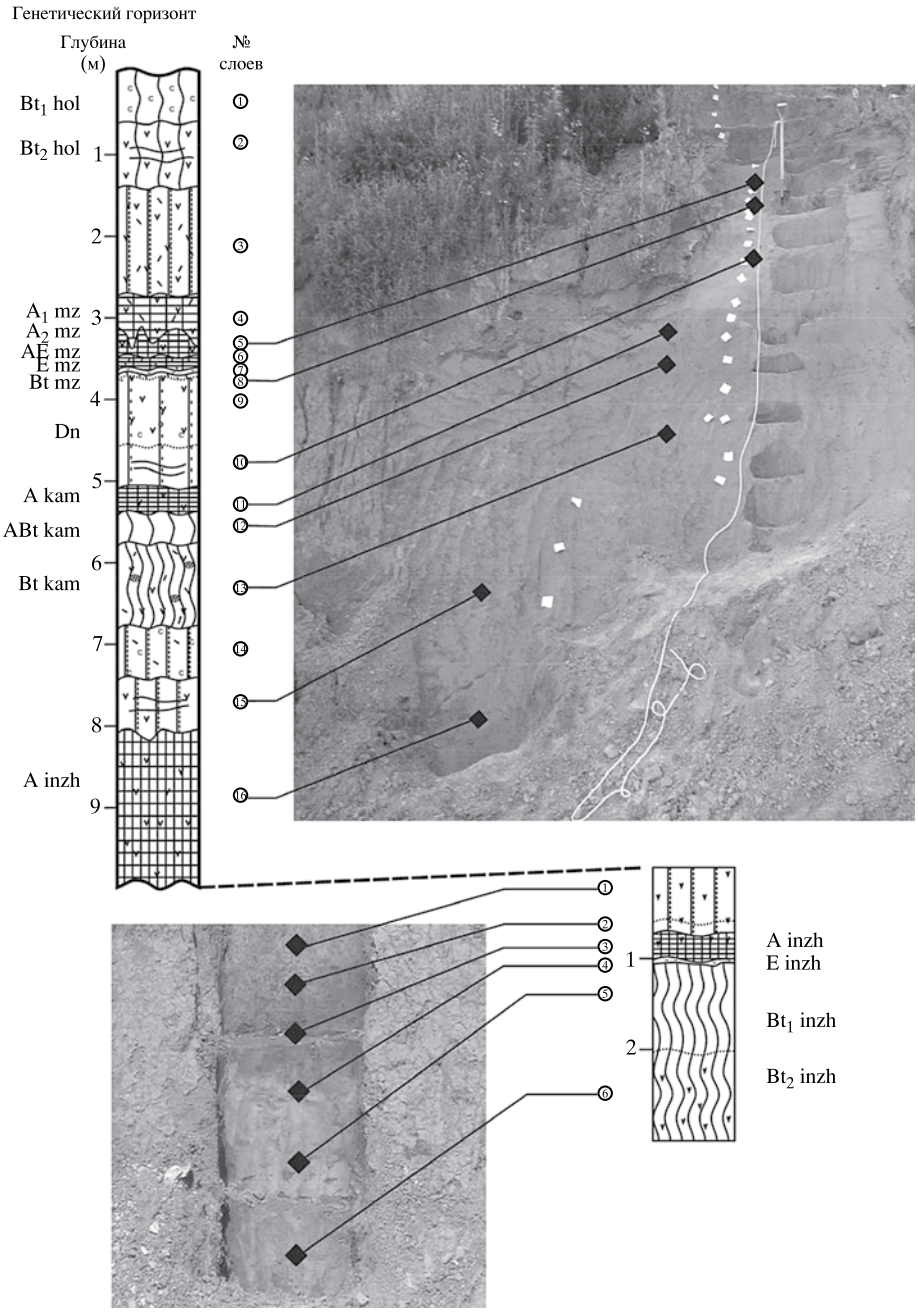


Рис. 1. Морфологическое строение лёссово-почвенно-криогенной серии в разрезе Гололобово 1-05.

Слой 9. Глубина 3.82–4.55 м, супесь светло-палевая, тонкослоистая, имеет очень слабую (“нежную”) окраску светлого ожелезнения, возможно, связанную с Bt горизонтом ископаемой почвы. К нижней части этого слоя приурочены карбонатные конкреции овальной формы. Нижний контакт нерезкий, заметен по слабому изменению цветности, а также по признакам некоторого смещения (древнего сползания) по отношению к нижележащему слою.

Слой 10. Глубина 4.55–5.05 м, супесь легкая, тонкослоистая, преимущественно горизонтально-слабоволнистая. Контакты прослоев нерезкие, толщина 2.0–3.0–5.0 мм. Прослои выделяются за счет цвета – светло-палевого и с коричневатым оттенком. В слое местами последние концентрируются в уровень толщиной 4.0–5.0 см. В нижних 10.0–15.0 см слоистость становится более отчетливой. Слои здесь толщиной 1.0–1.5 см. Нижний контакт четкий, заметен по цвету и составу.

Каменский педокомплекс.

Позднекаменская интерстадиальная палеопочва (МИС 6).

Слой 11. Глубина 5.05–5.40 м, горизонт A, представлен тяжелым суглинком коричневого с сизоватым оттенком цвета, мелкопористый, по порам органические остатки и ожелезнение около 1 мм. По нижнему контакту проходит уровень коричневато-сизого суглинка толщиной 2.0–6.0 см, за счет чего нижний контакт слабоволнистый. Верхний контакт четкий и ровный, что свидетельствует о том, что верхняя часть этого горизонта не сохранилась.

Раннекаменская межледниковая палеопочва (МИС 7).

Слой 12. Глубина 5.40–5.75 м, горизонт ABt, представлен в основном суглинком буровато-коричневого цвета с большим количеством пятен с повышенным содержанием органического вещества, возможно, этот уровень образовался за счет инъекции материала из латеральной части в процессе общего смещения гумусового горизонта и верхней части горизонта Bt. В основании этого слоя залегает прослойка коричнево-сизоватого суглинка толщиной около 8 см, которая слева по простиранию через 1.5 м соединяется с гумусовым горизонтом, образуя языковатый контакт в виде субвертикальных прожилок толщиной вверху 5.0–8.0 см. Характерно также, что в этом переходном слое ABt отмечаются горизонтальные линзы, заполненные материалом нижележащего горизонта Bt, их толщина 2.0–2.5 см.

Слой 13. Глубина 5.75–6.80 м, горизонт Bt, суглинок бурый со слабым красноватым оттенком, мелкокомковатой структуры, с нечеткими включениями светло-палевого суглинка (3.0–5.0 мм). В зоне 15–20 см от верхнего контакта появляются субвертикальные прожилки светло-сизого суглинка. Их ширина в верхней части около 2–3 см. Они четко прослеживаются на глубине около 50–60 см, местами они разветвляются, внутри их отмечаются включения от темно-серого до черного материала, отражая сердцевинную часть прожилок, образовавшуюся за счет корневых ходов в верхних 10–15 см слоя. Отмечаются линзы светло-сизого суглинка, расположенные согласно с контактом вышележащего слоя и образовавшиеся в результате смещения вышележащего слоя. В самом описываемом слое отмечаются кротовины размером в диаметре 3.0–6.0–8.0 см с заполнителем из гумусового горизонта. К низу буровато-оранжевая окраска ослабевает. По нижнему контакту отмечается уровень светло-бурого ожелезнения толщиной 5 см. Нижняя граница четкая, но нерезкая.

Слой 14. Глубина 6.80–7.25 м, суглинок светло-бурый со слабым коричневатым оттенком, нечетко линзовидно-слоистый. Толщина прослоев 5.0–8.0 мм. Структура призмовидная. От верхнего контакта проходят тонкие белесые слабогумусированные прожилки толщиной 1.0–1.5 см, возможно, заполненные пылеватыми карбонатами. Много Fe-Mn примазок. Нижняя граница нерезкая.

Слой 15. Глубина 7.25–8.05 м, суглинок бурый, более светлый, чем вышележащий, с отчетливо выраженными горизонтально-волнистыми прослойками и линзами палевого суглинка толщиной 5–8 см. По нижнему контакту отмечаются мелкие карманы высотой около 15–20 см, их ширина вверху 15 см.

Инжавинский педокомплекс.

Позднеинжавинская интерстадиальная палеопочва (МИС 8).

Слой 16. Глубина 8.05–9.30 м, горизонт A, представлен в верхней части сизым суглинком с коричневатым оттенком, мелкопористым. По порам Fe-Mn примазки. Отдельные языки из вышележащего слоя, помимо указанных карманов, проникают на глубину 30 см. Между такими прожилками суглинок слоя выжимается вверх. С глубины ~0.5 м от верхнего контакта суглинок (глина) приобретает интенсивно-сизый цвет. А с глубины 0.7 м суглинок (глина) становится темно-серым с сизоватым оттенком, более плотным.

Продолжение описания инжавинского полигенетического почвенного комплекса проходит в 20 м от основного разреза. Описание начинается с вышележащего лёссового суглинка, который покрывает позднеинжавинскую интерстадиальную палеопочву (описание провели Т.Д. Морозова и П.Г. Панин).

Слой 1 (соответствует слою 15 в основной расчистке). Глубина 0.0–0.6 м, тяжелый суглинок, светло-бурый, плотный, свежий, глыбистый, неоднородный по окраске, граница волнистая, переход заметный.

Слой 2. Глубина 0.60–0.68 м, переходный горизонт между вышележащим лёссом и интерстадиальной почвой, светло-серый с буроватым оттенком, тяжелый суглинок, плотный, свежий, комковато-глыбистый, граница волнистая, переход резкий по цвету.

Позднеинжавинская интерстадиальная палеопочва (МИС 8).

Слой 3. Глубина 0.68–1.05 м, горизонт А, сизый, тяжелый суглинок, по порам Fe-Mn примазки, комковатой структуры, граница волнистая, переход резкий по цвету.

Раннеинжавинская межледниковая палеопочва (МИС 9).

Слой 4. Глубина 1.05–1.10 м, горизонт Е, светло-серый, белесый, легкий суглинок до супеси, плотный, мелкокомковатый, Fe-Mn примазки, граница волнистая, переход резкий по цвету.

Слой 5. Глубина 1.10–2.05 м, горизонт Bt1, бурый, плотный, свежий, тяжелый суглинок, комковатой структуры, Fe-Mn примазки, переход постепенный.

Слой 6. Глубина 2.05–3.00 м, горизонт Bt2, бурый, плотный, свежий, железистые конкреции и примазки (около 50%), тяжелый суглинок, комковатая структура.

Физико-химические свойства разреза Гололобово 1-05.

Мезинский полигенетический почвенный комплекс (рис. 2).

В разрезе Гололобово 1-05 наблюдается аналогичная картина, как в ранее изученных разрезах Ожерелье и Суворотино [3, 8, 15, 16] – фракции ила максимальны в интерстадиальной почве (32–38%) и минимальны в межледниковой (14–17%), в разделяющем их горизонте Е содержание ила 17%. Другие фракции повторяют распределения частиц вдоль всего профиля мезинского почвенного комплекса, что говорит о схожих процессах иллювиирования и лёссиважа. Различия в содержании фракций незначительны, например, среднее значение количество ила интерстадиальных почв в разрезе Гололобово 1-05 – 36.1%, а в Ожерелье – 31.3%, межледниковых почв – соответственно 16.0 и 19.5%; мелкая пыль в интерстадиальных – 12.3 и 9.2%, в межледниковых – 6.2 и 7.0%. Преобладающей фракцией в разрезах является крупная пыль, её количество в интерстадиальных почвах равна 41.8 и 48.3%, в межледниковых почвах – 69.8 и 59.2%.

Количество гумуса, как видно из рис. 2, наибольшее в горизонте А интерстадиальной почвы – 0.47%, который постепенно уменьшается к горизонту Bt межледниковой почвы – 0.17%. В толще интерстадиальной почвы содержание гумуса с глубиной слабо изменяется от 0.47 до 0.40%, а в межледниковой почве, наоборот, количество гумуса с глубиной возрастает от 0.17 до 0.21%. В межледниковой почве данного разреза было обнаружено большое количество карбонатов, содержание которых увеличивалось вниз по профилю с 0.14 до 8.00%, в других разрезах межледниковых почв мезинского педокомплекса количество карбонатов наименьшее – 0.02–0.07%.

Для диагностики почв во многих странах мира используют так называемый коэффициент Швертмана. Этот коэффициент представляет собой относительную долю “аморфного” железа от железа несиликатных соединений ($Fe_а$/ $Fe_{нс}$). Он дает представление о соотношении железа “аморфного” и окристаллизованных соединений или о степени старения и кристаллизации свободных оксидов и гидрооксидов железа. В России коэффициент Швертмана широко используют для оценки степени гидроморфизма почв гумидных ландшафтов [9]. Коэффициент растет по мере увеличения степени гидроморфизма почв. В современных серых лесных почвах разреза Ожерелье коэффициент Швертмана составляет в среднем 0.22.

В разрезе Гололобово 1-05 в мезинском педокомплексе отбор проб на определение аморфного и окристализованного железа не был проведен, поэтому данные по содержанию железа в мезинском педокомплексе были взяты из разреза Ожерелье [16]. Среднее содержание оксидов аморфного и окристаллизованного железа максимально в интерстадиальной почве соответственно 0.18 и 1.07%. В межледниковой почве среднее количество полуторных оксидов составляет 0.13 и 0.8%. Коэффициент Швертмана в интерстадиальной почве варьирует от 0.13 до 0.16, в межледниковой почве – от 0.11 до 0.17, таким образом, степень гидроморфизма в межледниковый период незначительно отличается от интерстадиального.

Каменский полигенетический почвенный комплекс (рис. 2, 3).

В каменском педокомплексе разреза Гололобово 1-05, как и в разрезах Ожерелье и Михнево, преобладающей фракцией гранулометрического состава является крупная пыль и илистые частицы. Содержание крупной пыли в среднем интерстадиальной почвы разреза Гололобово 1-05 составляет 34.6%, количество ила – 28.9%, в межледниковой почве, соответственно, 50.7 и 28.7%. В каменских педокомплексах среднее содержание илистой фракции в интерстадиальной и межледниковой палеопочв составляет соответственно 28.9 и 28.7%, но максимальное значение количества ила все же находится в интерстадиальной почве – 32.3%. Содержание крупной пыли вниз по профилю каменского педокомплекса увеличивается – в интерстадиальной почве его среднее количество равно 34.6%, в межледниковой почве 50.7%. Картина распределения средней и мелкой

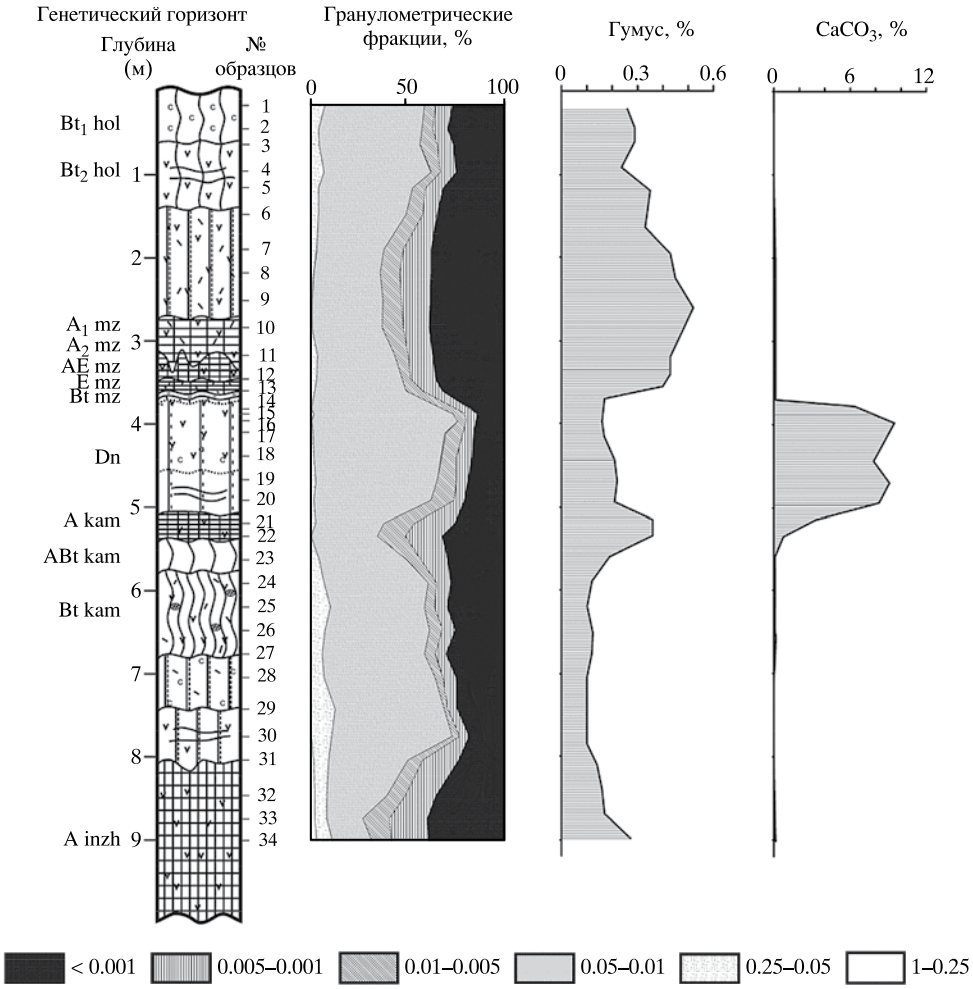


Рис. 2. Физико-химические свойства разреза Гололобово 1-05.

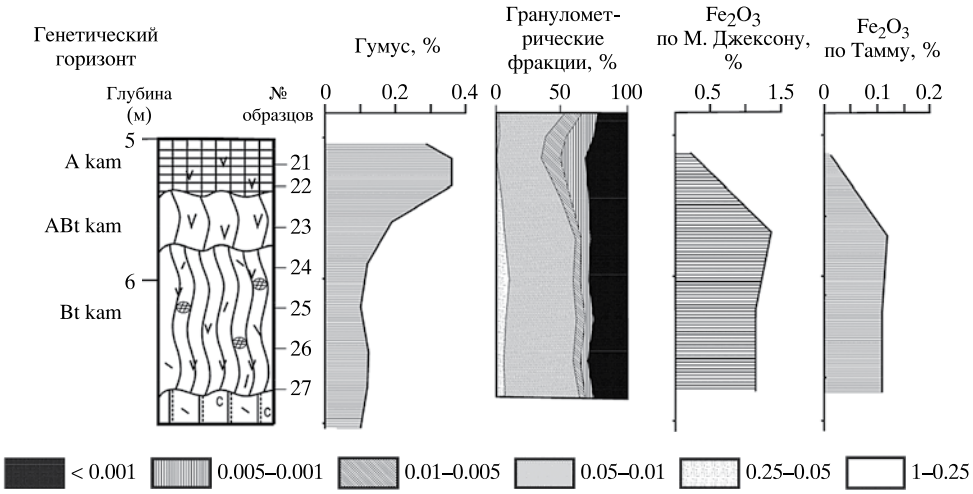


Рис. 3. Физико-химические свойства каменского педокомплекса в разрезе Гололобово 1-05 (глубины 5.0–6.8 м).

пыли обратно пропорциональна крупной пыли – в интерстадиальной почве их среднее количество 20.2 и 14.8%, в межледниковой – 7.8 и 6.0%. Содержание гумуса в горизонте А разреза Гололобово 1-05 интерстадиальной почвы совпадает с разрезом Михнево, равно 0.36%, что намного больше содержания гумуса интерстадиальной почвы разреза Ожерелье (0.15%). Вниз по профилю количе-

Таблица 1. Распределение полуторных оксидов железа в профиле почв

Глубина, м	pH	Аморфное,%	Окристаллизованное,%	К Швертмана, $Fe_a/Fe_{нс}$
Позднекаменская интерстадиальная почва (поздняя фаза)				
5.10	8.05	0.01	0.21	0.05
5.35	8.20	0.12	1.25	0.09
Раннекаменская межледниковая почва (ранняя фаза)				
6.15	8.25	0.11	1.04	0.10
6.70	8.20	0.11	1.04	0.10

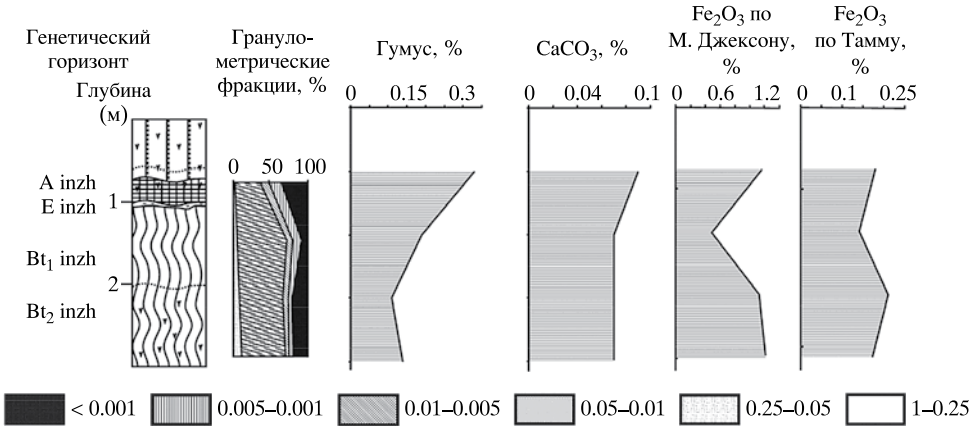


Рис. 4. Физико-химические свойства инжавинского педокомплекса в разрезе Гололобово 1-05 (продолжение основного разреза в новой зачистке).

ство гумуса в разрезе Гололобово 1-05 снижается и в межледниковой почве его количество достигает с 0.19 до 0.12%, что повторяет график распределения гумуса каменского почвенного комплекса разреза Ожерелье. В интерстадиальной почве разреза Гололобово 1-05 были выявлены карбонаты (3.4–0.19%), возможно это влияние верхних слоев, покрывающих этот комплекс, так как в нижележащей межледниковой почве количество карбонатов резко сокращается с 0.23% верхнего слоя к 0.07% более нижним слоям. Распределение аморфного и окристаллизованного железа в разрезе Гололобово 1-05 идентично друг другу. Максимальное содержание аморфного железа и окристаллизованного в интерстадиальной (0.12 и 1.37%) почве, минимальное в межледниковой (0.11 и 1.15%) (табл. 1). Коэффициент Швертмана в интерстадиальных палеопочвах равен 0.05, а в межледниковых палеопочвах он составляет 0.10. Таким образом, процессы гидроморфизма наиболее интенсивно протекали в межледниковый период.

Инжавинский педокомплекс разреза Гололобово 1-05 (рис. 4).

В профиле инжавинского педокомплекса, в гранулометрическом составе преобладают илистая фракция и крупная пыль. Количество илистых частиц в интерстадиальной почве составляет в среднем 22.0%, в межледниковой 20.2%, что намного меньше содержания этой фракции инжавинского почвенного комплекса (51.4 и 46.3%) разреза Ожерелье [13–16]. Содержание крупной пыли в интерстадиальной почве – 49.6%, в межледниковой – 58.4%, что повторяет характер распределения этой фракции инжавинского почвенного комплекса разреза Ожерелье, хотя в данном разрезе содержание крупной пыли намного меньше (22.3 и 13.1%). Средняя и мелкая пыль инжавинского почвенного комплекса разреза Гололобово 1-05 повторяет характер распределения этих частиц разреза Ожерелье, т. е., в интерстадиальной палеопочве среднее содержание средней пыли максимально (9.71), мелкой пыли минимально (4.3), в межледниковых, наоборот, средней пыли – меньше (6.0), мелкой – больше (9.92).

Данные по содержанию гумуса в разрезе Гололобово 1-05 также напоминают распределение гумуса инжавинского педокомплекса разреза Ожерелье. В интерстадиальной почве количество гумуса максимально 0.33%, вниз по профилю убывает и в межледниковой почве составляет 0.14%. Карбонаты также показывают ту же закономер-

Таблица 2. Распределение полуторных оксидов железа в профиле почв

Глубина, м	pH	Аморфное,%	Окристаллизованное,%	К Швертмана, $Fe_a/Fe_{нс}$
Позднеинжавинская интерстадиальная почва (поздняя фаза)				
0.95	8.05	0.18	0.98	0.16
Раннеинжавинская межледниковая почва (ранняя фаза)				
1.05	8.40	0.14	0.34	0.29
2.00	8.20	0.21	0.93	0.18
2.70	8.25	0.17	1.05	0.14

ность, что и гумус, максимальное количество в интерстадиальной почве (0.09%) и минимальное в межледниковой (0.07%).

Содержание полуторных оксидов в интерстадиальных почвах наибольшее: аморфное железо – 0.18%, окристаллизованное – 0.98%. Вниз по профилю количество аморфного и окристаллизованного железа резко сокращается на глубине 1.05 м, где морфологически был выражен E горизонт, здесь аморфное железо составляет 0.14%, а окристаллизованное – 0.34%. Далее в горизонте Bt содержание полуторных оксидов железа возрастает, так аморфное железо – 0.17–0.21%, окристаллизованное – 0.93–1.05%. Коэффициент Швертмана в интерстадиальных палеопочвах равен 0.16, в межледниковых палеопочвах 0.14–0.29 (табл. 2). Таким образом, процессы гидроморфизма более интенсивно проходили в межледниковой палеопочве.

Существование горизонта E также можно подтвердить содержанием суммы обменных катионов (Ca, Mg, Na, K), которая на данной глубине равна 6.94 мг-экв/100 г почвы [15, 18–21], когда в остальных нижележащих образцах, которые соответствуют Bt горизонту, сумма равна 17.75–18.23 мг-экв/100 г почвы.

Микроморфологическое строение разреза Гололобово 1-05 (рис. 5).

Мезинский педокомплекс разреза Гололобово 1-05.

Микроморфология интерстадиальной (крутицкой) почвы.

В разрезе Гололобово 1-05 по микроморфологическим данным поздняя (крутицкая) фаза характеризуется глинисто-гумусовой основой, бурыми и темно-бурыми гумусово-глинистыми и гумусовыми кутанами. Кутаны встречаются редко, распространены в основном в порах диаметром 0.3–0.5 мм. Они однородны по строению, слоистость выражена слабо, двупреломление, как правило, высокое. Железистые новообразования не выявлены.

Микроморфология межледниковой (салынской) почвы.

Межледниковая почва (горизонт Bt) так же, как и интерстадиальная почва не столь разнообразна по составу и сложению кутан. Кутаны расположены в порах как в мелких, так и в крупных диаметром 0.2–0.4 мм. Кутаны плотные, в основном бурого и светло-бурого цвета. По составу преобладают глинистые, чередуясь с пылевато-глинистыми. В отличие от других разрезов (Суворотино, Ожерелье) здесь кутаны почти не встречаются, железистые новообразования и железисто-глинистые кутаны не выявлены.

Каменский педокомплекс разреза Гололобово 1-05.

Микроморфология интерстадиальной почвы (поздняя фаза).

По микроморфологическим данным разреза Гололобово 1-05 в каменской интерстадиальной почве в горизонте A окраска почвы в шлифе серовато-бурая, плазма–гумусово-глинистая, микросложение – агрегатно-блочное. Кутаны расположены в порах, по составу однородны, гумусово-глинистого состава. В некоторых порах кутаны разрознены, состоят из отдельных мелких волокон. Количество кутан намного меньше, чем в предыдущих раннекаменских межледниковых палеопочвах. Обнаружено большое количество железистых новообразований – ортштейны, диаметром от 0.4–0.6 и более мм. Ортштейны, преимущественно неправильной формы, темно-серого цвета, приурочены к трещинам и часто кутаны покрывают их поверхность.

Микроморфология межледниковой почвы (ранняя фаза).

В почве ранней фазы горизонта ABt выявлено большое количество кутан, в основном пылевато-глинистого состава. Они расположены в межагрегатном пространстве и иногда их можно

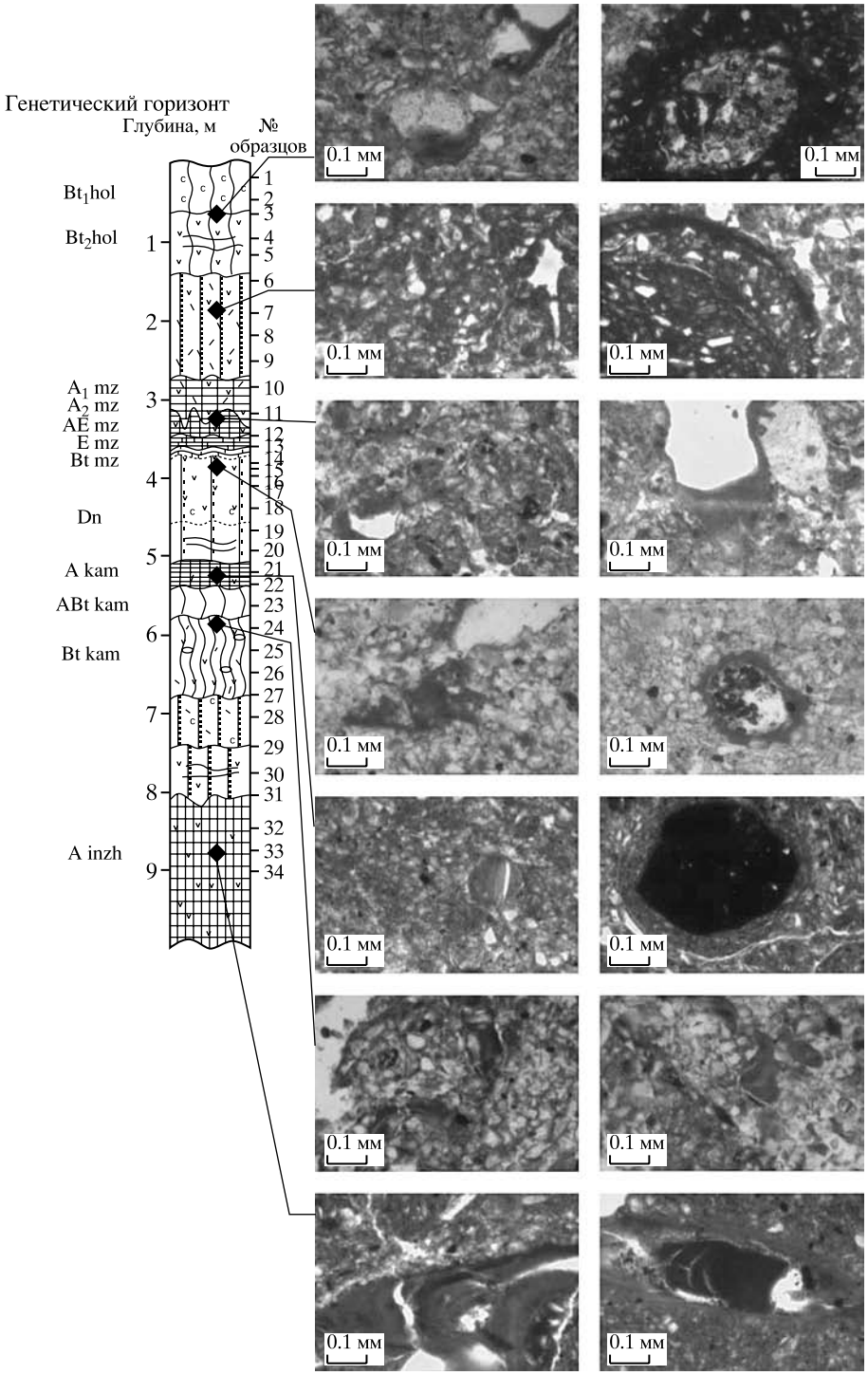


Рис. 5. Микроморфологическое строение разреза Гололобово 1-05.

обнаружить в порах или мелких трещинах (шириной 0.1–0.2 мм). При большем увеличении отдельных кутан, можно наблюдать вкрапления темно-серых гумусовых пятен. В основном преобладают светло-бурые кутаны, но нередко встречаются прослои желто-бурой окраски. Однородные и неоднородные натеки, в основном слоистые, толщина некоторых кутан достигает 0.2 мм.

Инжавинский педокомплекс разреза Гололобово 1-05.

Микроморфология интерстадиальной почвы (поздняя фаза).

В разрезе Гололобово 1-05 в интерстадиальной почве поздней фазы горизонта А инжавинского полигенетического почвенного комплекса основная масса почвы в шлифе гумусово-глинистого состава коричневато-бурого цвета, микросложение плотное. Количество кутан намного больше, чем в вышележащих комплексах. В основном преобладают сложные светло- и темно-бурые гумусово-глинистые кутаны. Они разбросаны неравномерно по всей площади шлифа. Кутаны расположены в порах диаметром 0.3–0.5 мм, покрывая их стенки. Большинство гумусово-глинистых кутан плотные, неразрушенные, слоистость выражена отчетливо. Гумусовый материал натека расположен в центре кутаны и покрыт глинистым материалом, что свидетельствует о чередовании почвенных процессов.

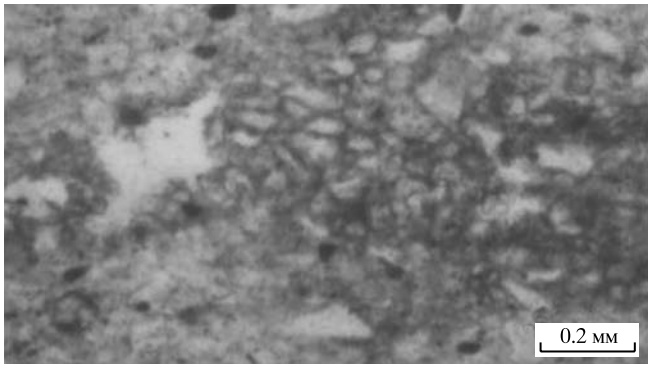
Микроморфология межледниковой почвы (ранняя фаза).

Описание раннеинжавинской межледниковой почвы проведено по разрезу Гололобово 4-96, снимки микроморфологического строения элювиального и иллювиальных горизонтов почвы представлены на рис. 6.

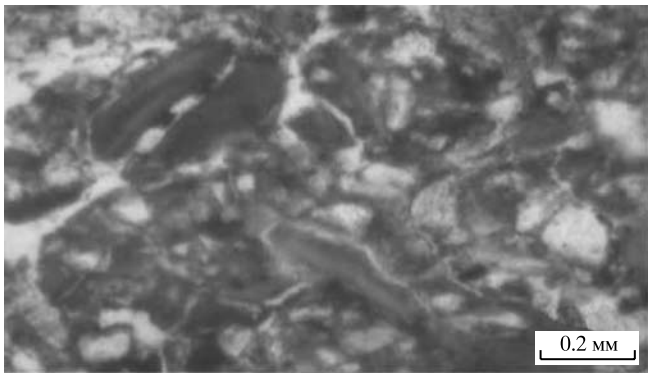
В раннеинжавинской межледниковой палеопочве количество кутан намного превышает количество кутан раннекаменских межледниковых палеопочв. В основном преобладают светло-бурые до темно-желтого – красного цвета глинистые, железисто-глинистые, пылевато-глинистые кутаны. Причем глинистые кутаны доминируют в верхней части Btf горизонта, а в нижней – железисто-глинистые. Преимущественно все кутаны расположены в межагрегатном пространстве. Они плотного строения, некоторые из них слоистые и можно наблюдать чередования пылеватых частиц с глинистым материалом кутан. Некоторые кутаны разрознены, их отдельные волокна сильно деформированы, такую же картину наблюдали в раннеинжавинской почве разреза Ожерелье. Кутаны раннеинжавинской межледниковой почвы сильно отличаются от кутан позднеижавинской интерстадиальной почвы не только количеством, но также толщиной глинистых волокон, которые достигают 0.5–0.6 мм. Железистые новообразования – ортштейны встречаются очень редко, их диаметр не превышает 0.3 мм, аморфные, темно-серого цвета с белесыми пятнами включений.

Микробиоморфный анализ разреза Гололобово 1-05.

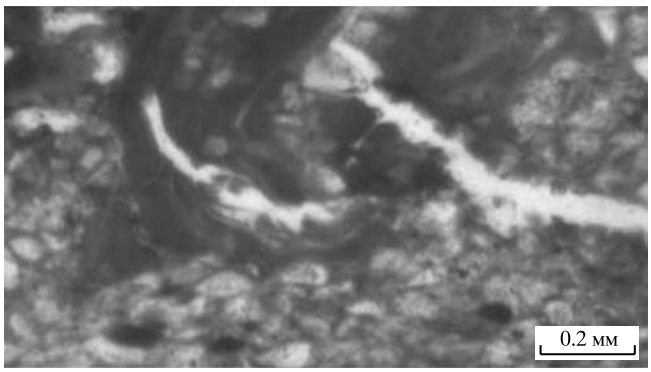
Микробиоморфный анализ проведен д-ром геогр. наук А.А. Гольевой. Основу микробиоморфологии составляет изучение микробиоморфных комплексов – сочетание биогенной природы: фитолитов, пыльцы, панцирей диатомовых водорослей и т.д. Каждая из микробиоморф характеризует определенные условия и факторы почвообразования [2, 14].



Горизонт E межледниковой почвы.
Видно ожелезнение межагрегатного пространства.
Внутрипедная масса промыта.



Горизонт Btf межледниковой почвы.
Видны слоистые кутаны пылевато-глинистого состава.



Горизонт BCg межледниковой почвы.
Видны слоистые кутаны глинистого состава.

Рис. 6. Микроморфологическое строение раннеинжавинской межледниковой почвы (разрез Гололобово 4-96).

Мезинский педокомплекс.

В крутицкой интерстадиальной палеопочве содержится крупный и средний травянистый

детрит, сильно обугленный. Крупная размерность детрита свидетельствует о том, что на данном месте произрастала трава, поскольку любые (вертикальные или горизонтальные) перемещения детрита ведут к его сильному дроблению. Микробиоморфная характеристика образца типична для поверхностных гумусовых горизонтов луговых почв. Сильная обугленность детрита позволяет предположить, что непосредственно перед погребением был пожар.

В микулинской межледниковой палеопочве обнаружен мелкий травянистый детрит. Это или нижний горизонт почвы или переотложенная толща.

Каменский педокомплекс.

В позднекаменской интерстадиальной палеопочве обнаружен мелкий травянистый детрит. Это или нижний горизонт почвы или переотложенная толща.

В раннекаменской межледниковой палеопочве содержится крупный древесный детрит и в меньших количествах травянистый. Среди древесного детрита единично встречаются микроостатки древесины хвойных. Состав микробиоморфного комплекса позволяет предположить, что образец являлся поверхностным почвенным горизонтом. В составе растительного покрова доминировали лиственные леса, единично присутствовали хвойные. Травянистый ярус был развит слабо.

Инжавинский педокомплекс.

В позднеинжавинской интерстадиальной палеопочве содержится травянистый детрит, обрывки корней трав и небольшое количество фитолитов двудольных трав. Состав микробиоморфного комплекса характерен для гумусовых горизонтов луговых почв, развивающихся под травянистыми ценозами.

В раннеинжавинской межледниковой палеопочве обнаружен мелкий травянистый детрит. Это или нижний горизонт почвы, или переотложенная толща.

Таким образом, согласно микробиоморфному анализу интерстадиальные палеопочвы формировались в основном под травянистой растительностью, когда как в межледниковые эпохи почвы образовывались в основном под лиственными лесами с единичным участием хвойных.

Сравнительная характеристика интерстадиальных и межледниковых палеопочв. Учитывая ранее изученные разрезы Ожерелье, Михнево, Суворотино и Гололобово 4-96, расположенные также в центральной части Восточно-Европейской равнины, можно сравнить полученные характеристики интерстадиальных и межледниквых палеопочв с данными разреза Гололобово 1-05.

В основном для *интерстадиальных палеопочв* характерен маломощный профиль в пределах 0.20–0.35 м (исключение разрез Гололобово 1-05, где гумусовый горизонт позднеинжавинской почвы составляет более одного метра), преобладают светло- и темно-серая окраска с оттенками бурого. Интерстадиальные палеопочвы гумусированы 0.30–0.43%, здесь так же отмечено наибольшее количество фракции ила (20–50%). Содержание полуторных оксидов варьирует: аморфное железо от 0.01 до 0.18%, окристаллизованное от 0.20 до 2.32%, коэффициент Швертмана изменяется в пределах от 0.04 до 0.25. Емкость катионного обмена в этих палеопочвах максимальна от 19 до 35 мг·экв/100 г почв, pH от 6 до 8. Микроморфологическое строение интерстадиальных палеопочв однообразно и в основном характеризуется гумусово-глинистой плазмой с преобладанием в ней пылеватых частиц. Кутаны встречаются редко, преобладают гумусовые и гумусово-глинистые. Впервые они были обнаружены в разрезах Ожерелье и Гололобово 1-05, что может говорить об иллювиальном распределении глинистых частиц in situ.

В интерстадиальных палеопочвах содержится травянистый детрит, обрывки корней трав и небольшое количество фитолитов двудольных трав. Данный состав биоморфного комплекса характерен для гумусовых горизонтов луговых почв, развивающихся под травянистыми ценозами.

В разрезах Ожерелье и Гололобово 4-96 был проведен минералогический анализ проб под руководством д-ра сельскохоз. наук Н.П. Чижиковой [18–21]. Интерстадиальные палеопочвы характеризуются высоким содержанием (59.4%) набухающей фазы, представленной слюда-смектитами с высоким содержанием смектитовых пакетов. Обращает на себя внимание высокая степень совершенства структуры всех слоистых силикатов, в первую очередь, набухающей фазы, что свидетельствует о слабом влиянии экзогенных процессов. Отмечается наличие индивидуальных смектитов.

По этим показателям интерстадиальные палеопочвы изученных разрезов слабо отличаются друг от друга, поэтому их можно отнести к одному типу почвообразования. Для данного типа палеопочв характерно преобладание процесса гумусонакопления. В это время почвообразование происходило по типу темноцветных почв, в

условиях семиаридного климата. Современными аналогами могут считаться аккумулятивно-гумусовые, черноземы глинисто-иллювиальные под лугово-степной растительностью [6].

Для *палеопочв микулинского межледниковья* характерен профиль AE-E-Bt, только в разрезе Ожерелье элювиальный горизонт не прослеживается, возможно это результат сильного криогенного перемешивания и близкого залегания к современной серой лесной почве. Поэтому микулинскую межледниковую палеопочву можно отнести к текстурно-дифференцированным с элювиально-иллювиальным профилем и морфологически выраженным горизонтом E. В этом профиле распределение гранулометрических фракций, гумуса, несиликатных форм железа также подтверждают элювиально-иллювиальные почвообразовательные процессы с преобладанием лёссиважа. Сумма обменных катионов колеблется от 14.43 до 34.46 мг-экв/100 г почв, с преобладанием обменного кальция, что типично также для современных серых лесных почв. Микроморфологические данные подтверждают преобладание элювиально-иллювиальных процессов при формировании почв, поскольку в них доминируют глинистые и гумусово-глинистые кутаны, которые встречаются вдоль всего профиля. В микулинских межледниковых палеопочвах железистые новообразования представлены ортштейнами и нодулями, присутствие которых свойственно переходным горизонтам (AE и E) [1]. По минералогическим показателям для межледниковых палеопочв характерно довольно равномерное распределение фракции менее 1 мкм, но резко выражены различия по составу минералов: верхние горизонты в значительной мере обеднены смешаннослойными образованиями с высоким содержанием смектитовых пакетов. В этих же горизонтах относительно накапливаются гидрослюда, каолинит. Появляется тонкодисперсный кварц.

Палеопочвы микулинского межледниковья можно отнести к текстурно-дифференцированным с преобладанием процессов лёссиважа и возможного оподзоливания. Характер почвообразования этих палеопочв можно сравнить с почвообразованием серых лесных почв, что говорит о схожих климатических условиях с современным климатом.

Среднеплейстоценовая раннекаменская межледниковая палеопочва формировалась под широколиственными лесами, что подтверждается микробиоморфным анализом, в образцах которых было обнаружено наличие крупного древесного детрита и в меньших количествах – травянистого. В составе растительного покрова доминировали лиственные леса, единично присутствовали хвойные. Травянистый ярус был развит слабо.

Раннекаменская межледниковая палеопочва имеет несколько характерных диагностических признаков. Профиль межледниковой палеопочвы состоит из ABt-Bt или EBt-Bt горизонтов, что говорит о разных почвообразовательных процессах. Основная масса – гумусово-глинистая, с чешуйчатым и волокнистым строением тонкодисперсного вещества. Так в верхних частях палеопочв прослеживается интенсивная аккумуляция гумуса и илистых частиц с последующим уменьшением их содержание в нижележащие горизонты. Также ведут себя несиликатные формы железа, которые максимальны в переходных горизонтах (ABt и EBt), и понижаются в Bt, хотя аморфные формы железа вдоль всего Bt горизонта не сильно изменяются, что может свидетельствовать о слабых процессах гидроморфизма. Сумма обменных катионов в данных палеопочвах составляет 13.66–24.68 мг-экв/100 г почв. Слабое перемещение в иллювиальных горизонтах аморфного железа и доминирование процесса лёссиважа подтверждается микроморфологическим методом. В верхних слоях профилей прослеживаются железистые новообразования – ортштейны и чередование железисто-глинистых кутан с глинистыми, в нижних же слоях Bt горизонтов железистые новообразования практически не встречаются, а глинистые кутаны доминируют и их количество резко возрастает.

По минералогическим данным для профилей палеопочв каменского межледниковья отмечается некоторая дифференциация, как по содержанию илистой фракции, так и по количеству смектита в ней. Эти почвы более близки по минералогическим показателям к серым лесным и бурым лёссивированным.

Палеопочвы каменского межледниковья содержали признаки процессов оглинивания и лёссиважа. Для этих палеопочв современными аналогами могут считаться бурые лесные лёссивированые почвы. Таким образом, данные почвы формировались в более гумидных условиях, чем палеопочвы микулинского межледниковья.

Для *среднеплейстоценовых раннеинжавинских межледниковых палеопочв* характерен хорошо выраженный текстурно-дифференцированный профиль Eg-Btf или EBt-Btf. В верхних частях автоморфных профилей содержание гумуса, илистых частиц максимально и вниз по профилю снижается, в гидроморфных палеопочвах распределение

этих компонентов противоположно. Содержание окристаллизованного железа в верхних частях Bt горизонтов раннеинжавинских межледниковых палеопочв минимально и только в нижних слоях его количество возрастает. Аморфное железо в разрезе Ожерелье в верхней части Bt горизонта составляет 0.15% и снижается до 0.1%. По микроморфологическим описаниям в данном разрезе в верхних слоях количество железисто-глинистых кутан максимально и вниз по профилю их количество снижается, а количество глинистых кутан увеличивается. В разрезе Гололобово 1-05 аморфное железо наоборот минимально и по микроморфологическому строению видно, что железисто-глинистые кутаны преобладают в нижних слоях Bt горизонтов. Эти различия могут говорить о разных преобладающих процессах в палеопочвах этого возраста. Так в разрезе Ожерелье, по-видимому, доминировали процессы лёссиважа, с застоем влаги в верхних слоях (коэффициент Швертмана 0.13) с последующим преобладанием поверхностного элювиально-глеевых процессов. В разрезе Гололобово 1-05 наряду с процессами лёссиважа, промывным водным режимом, принимали участие процессы оподзоливания. В других разрезах раннеинжавинских межледниковых палеопочв по микроморфологическим данным так же присутствуют кутаны иллювиирования в верхних слоях с их уменьшением в нижних и появлением железистых новообразований.

По микроморфологическим данным раннеинжавинские межледниковые палеопочвы формировались по элювиально-иллювиального типу илистого вещества и смектитовой фазы. Наличие же в илистом веществе тонкодисперсного кварца и увеличение содержания каолинита и гидрослюд является диагностическим показателем стадии подзолообразования или элювиально-глеевых процессов, что дает возможность аналогизировать формирование этой палеопочвы с микулинской межледниковой палеопочвой.

Раннеинжавинские межледниковые палеопочвы формировались под лесной растительностью, где текстурно-дифференцированные почвы формировались по элювиально-иллювиальному типу с участием процесса лёссиважа, но также и с существенным участием процессов поверхностного оглеения или оподзоливания. Аналогами этих почв среди современных могут быть поверхностно элювиально-глеевые, которые в настоящее время формируются в комплексе с бурыми и бурыми лёссивированными почвами.

Таким образом, палеопочвы развивались в практических схожих условиях, что и раннекаменские межледниковые почвы, но с более интенсивными процессами гидроморфизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Герасимова М.И., Губин С.В., Шоба С.А.* Микроморфология почв природных зон СССР. Информационно-справочные материалы. Пущино: Пущинский НЦ РАН, 1992. 231 с.
2. *Гольева А.А.* Фитолиты как показатель почвообразовательных процессов / Минералы почв: генезис, география, значение в плодородии и экологии. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1996. С. 168–173.
3. *Величко А.А., Нечаев В.П., Морозова Т.Д., Длусский К.Г., Тимирева С.Н., Панин П.Г.* Новые данные по строению лёссово-почвенно-криогенной формации вблизи северной границы её расположения на Восточно-Европейской равнине / КВАРТЕР–2005 / Матер. IV Всерос. совещ. по изуч. четвертич. периода. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 66–68.
4. *Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Губонина З.П., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Сычева С.А., Тимирева С.Н., Ударцев В.П., Халчева Т.А., Цацкин А.И., Чиколини Н.И.* Основные черты строения лёссово-почвенной формации. Лёссово-почвенная формация Восточно-Европейской равнины. М.: ИГ РАН, 1997. С. 5–24.
5. *Величко А.А., Зеликсон Э.М., Борисова О.К., Грибченко Ю.Н., Морозова Т.Д., Нечаев В.П.* Количественные реконструкции климата Восточно-Европейской равнины за последние 450 тыс. лет // Изв. РАН. Сер. геогр. 2004. № 1. С. 7–25.
6. *Величко А.А., Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Почвенные полигенетические комплексы как системный феномен плейстоценовых макроциклов // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 2. С. 44–54.
7. *Величко А.А., Писарева В.В., Фаустова М.А.* Проблемы периодизации и корреляции ледниковых и перигляциальных этапов квартера Восточной Европы / Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований / Матер. VIII Всерос. совещ. по изуч. четвертич. периода. Ростов-на-Дону, 10–15 июня 2013 г. Ростов-н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 764 с.
8. *Длусский К.Г.* Среднеплейстоценовое почвообразование центра Восточно-Европейской равнины: Автореф. дис. … канд. геогр. наук. М.: ИГ РАН, 2001. 24 с.
9. *Зайдельман Ф.Р.* Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. М.: Агропромиздат, 1991. 320 с.
10. Классификация и диагностика почв России / Авторы и сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов,

И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. *Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Особенности строения палеопочв позднего и среднего плейстоцена Восточно-Европейской равнины / КВАРТЕР–2005 / Матер. IV Всерос. совещ. по изуч. четвертич. периода. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 290–291.
12. *Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Особенности строения погребённых лесных палеопочв позднего и среднего плейстоцена по морфологическим и микроморфологическим данным / Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах / Матер. междунар. науч. конф. Петрозаводск: Изд-во ПГУ, 2005. С. 61–62.
13. *Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Межледниковые палеопочвы позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины / Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы развития природы и общества. Смоленск. Универсум, 2006. С. 75–80.
14. *Морозова Т.Д., Панин П.Г., Гольева А.А.* Новые микроморфологические и микробиоморфные данные позднего и среднего плейстоцена лёссово-криогенно-почвенной серии разреза Гололобово 1-05 (центра Восточно-Европейской равнины) // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Иркутск: Изд-во Иркутск. гос. ун-та, 2006. С. 96–99.
15. *Панин П.Г.* Особенности строения межледниковых и интерстадиальных почвенных комплексов позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2007. № 2. С. 145–159.
16. *Панин П.Г.* Особенности строения почв центра Восточно-Европейской равнины в среднем и позднем плейстоцене и в современную эпоху (голоцен): Автореф. дис. … канд. геогр. наук. М.: ИГ РАН, 2007. 24 с.
17. *Ромашкевич А.И., Герасимова М.И.* Микроморфология и диагностика почвообразования. М.: Наука, 1982. 125 с.
18. *Чижикова Н.П., Панин П.Г.* Информативность тонкодисперсной части палеопочв и лёссов позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 2007. Вып. 59. С. 28–41.
19. *Чижикова Н.П., Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Минералогический состав тонкодисперсной части и микроморфология палеопочв и лёссов позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2007. № 12. С. 1500–1512.
20. *Чижикова Н.П., Панин П.Г.* Рентгендифрактометрия глинистых минералов палеопочв и лёссов центра Восточно-Европейской равнины // Кристаллохимия и рентгенография минералов – 2007. Миасс: Изд-во УрО РАН, 2007. С. 194–196.
21. *Чижикова Н.П., Панин П.Г.* Тонкопылеватая фракция палеопочв и лёссов – память о былых процессах // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 2008. Вып. 61. С. 21–34.
22. *Velichko A.A., Dlussky K.G., Morozova T.D., Nechaev V.P., Gribchenko Yu.N., Semenov V.V.* The Gololobovo section. Loess-soil-cryogenic formations of the Moskva-Oka plain // Loess Paleoenvironment. 2003. Abstracts and field excursion guidebook. P. 97–106.

Paleosoils as an Indicator of Climate Change in the Late and Middle Pleistocene of the Center of the East European Plain

P.G. Panin

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
e-mail: paleosoil@mail.ru

In sections of the loess-soil series of the Central part of the East European plain, the Mikulin interglacial paleosoils were formed according to texture-differentiated type with predominance of the processes of lessivage and possible podzolization in similar climatic conditions with modern climate. The Kamenka interglacial paleosoils contained the signs of the processes of argillization and lessivage and were formed in more humid conditions than the Mikulin interglacial paleosoils. The Inzhavino interglacial paleosoils were formed under forest vegetation, where the texture and differentiated paleosoils were formed by eluvial-illuvial type involving process of lessivage, as well as with significant involvement of the processes of surface-gleying or podzolization. It points to conditions, similar to conditions of formation of the Kamenka interglacial soils, but with more intense processes of hydromorphism. Interstadial paleosoils of the late and middle Pleistocene were formed under grass vegetation in semiarid conditions.

Keywords: Mikulin, Kamenka, Inzhavino interglacial periods, lessivage, podzolization, surface-gleying, interglacial paleosoils.

doi: 10.15356/0373-2444-2015-5-69-82