

## **ТОНКОПЫЛЕВАТАЯ ФРАКЦИЯ ПАЛЕОПОЧВ И ЛЁССОВ – ПАМЯТЬ О БЫЛЫХ ПРОЦЕССАХ**

*Н.П. Чижикова, П.Г. Панин*

Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, Москва

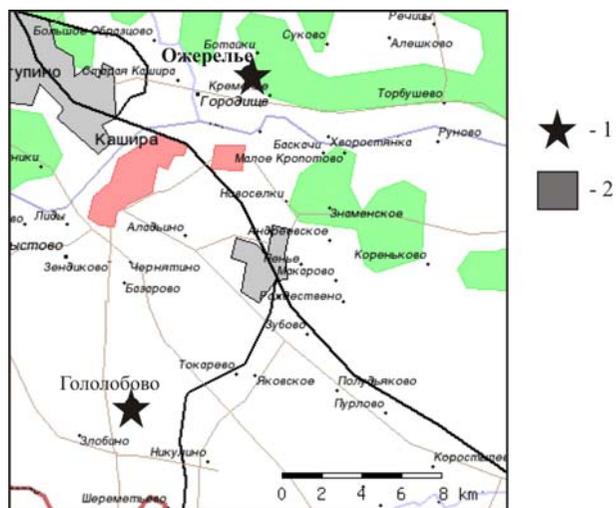
Институт географии РАН, Москва

Процессы почвообразования как современные, так и былых эпох, влияющие на минералогический состав почв, формируя профиль глинистого материала. Преобразованию илистой (<1 мкм) фракции в палеопочвах и лёссах их вмещающих посвящен ряд исследований (Величко и др., 1974; Градусов, Чижикова, 1976; Морозова, Градусов, Чижикова, 1979; Цацкин, Чижикова, 1990; Chizhikova, Gradusov, 1995; Чижикова, Морозова, Панин, 2007; Чижикова, Панин, 2007а, б). Однако в литературе отсутствуют материалы исследований поведения минералов пылеватой размерности в полигенетических почвенных комплексах (ППК) позднего и среднего плейстоцена. В то же время пылеватая фракция так же, как илистая является носителем почвенной памяти. В.О. Таргульян (2005) предлагает выделять следующие слои «отражения» памяти: литогенный, эволюционный, реликтовый, современный.

В данной статье мы попытались рассмотреть информативность компонентов фракции 1–5 мкм с целью подтверждения (поиска) дополнительных диагностических признаков почвенных процессов, происходящих в сложные периоды плейстоцена.

Объектами исследования являются разрезы погребенных лёссово-почвенных серий, заложенные в пределах Москворецкой равнины (междуречье рек Ока и Москва) между 54–56° с.ш. и 36–40° в.д. (рис. 1).

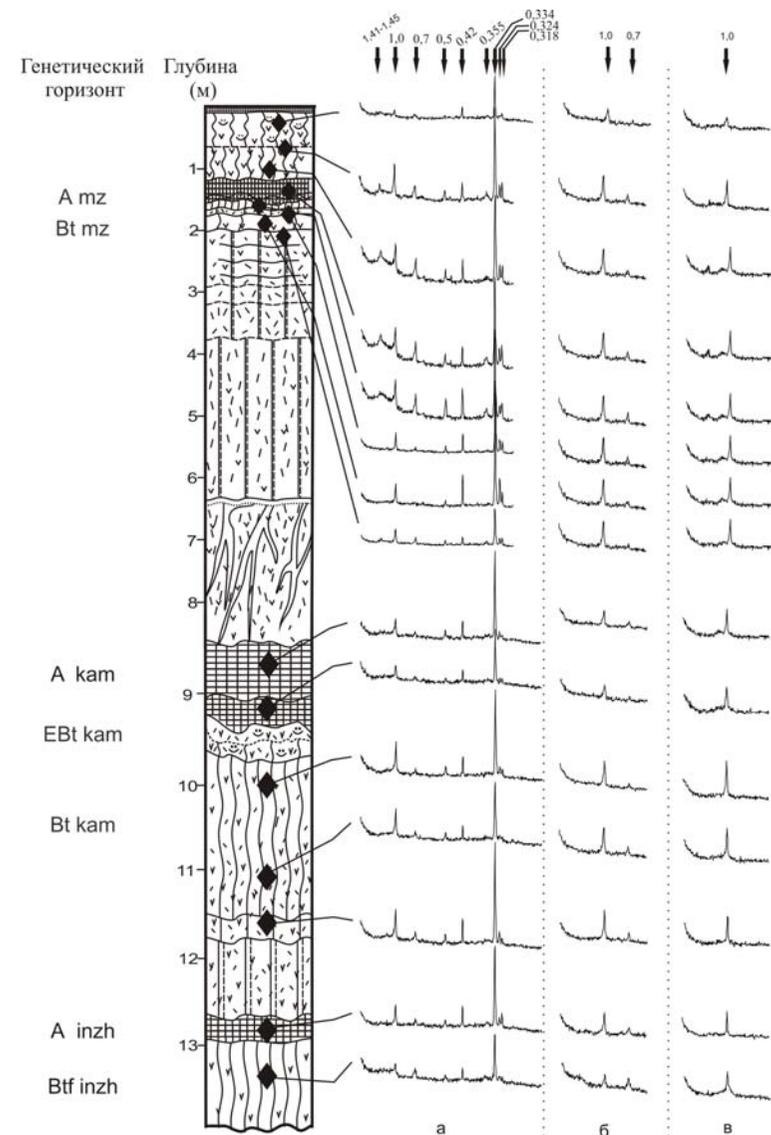
Выделены палеопочвенные комплексы: верхнеплейстоценовый – мезинский (MIS-5), среднеплейстоценовые – каменский (MIS-7) и инжавинский (MIS-9) (Величко и др., 2005; Величко, Морозова, Панин, 2007). Каждый из них состоит из палеопочв двух фаз: ранней межледниковой и более поздней интерстадиальной, разделенных в ряде случаев маломощной толщей осадка и горизонтом с признаками криогенеза (рис. 2). Морфологические, микроморфологические строение и минералогический состав лёссово-почвенных серий отображены в публикациях (Velichko et al., 2003; Величко и др., 2004; Панин, 2007а, б; Чижикова, Панин, 2007а, б; Чижикова, Морозова, Панин, 2007).



**Рис. 1.** Местоположение опорных разрезов лёссово-почвенных серий Ожерелье и Гололобово центра Восточно-Европейской равнины. 1 – местоположение разрезов; 2 – лесные массивы.

Основным методом исследования фракции 1–5 мкм является рентгенодифрактометрический анализ, выполненный на универсальном рентгенодифрактометре XZG-4A фирмы Карл Цейсс Йена (Германия). Режим работы аппаратуры: напряжение на трубке 30 кВ, анодный ток 30 мА, скорость вращения гониометра 2° в минуту, излучение медное, фильтрованное никелем. Межплоскостные расстояния рассчитаны с помощью компьютерной программы. Минералы изучены во фракции тонкой пыли (1–5 мкм), выделенных методом седиментации по Н.И. Горбунову (1971) после удаления илистой фракции. В качестве коагулятора для осаждения взвесей использовали раствор 1 н.  $MgCl_2$ . Снимались ориентированные препараты. Количественное определение минералов проведено по методу Кука (Cook et al., 1975).

В работе рассматриваются коэффициенты устойчивости или выветрелости минералов, предложенные В.Н. Конищевым, В.В. Роговым (1985), представляющие отношения суммы процентных содержаний устойчивых минералов к неустойчивым. Для зерен минералов легких фракций брались отношения кварца – как устойчивого минерала к неустойчивым полевым шпатам. Эти исследования проводились на фракциях крупнее 50 мкм. Подчеркивалось, что область максимального разнообразия минералов ограничивалась 25–50 мкм. Мы рассчитали коэффициенты устойчивости для фракции 1–5 мкм. Такие расчеты для фракций 1–5, 5–10 мкм сделаны при анализе трансформации минералов в почвах 33-летнего возраста,



**Рис. 2.** Строение лёссово-почвенной серии разр. Ожерелье 1-04, Ожерелье 2-04 и рентген-дифрактограммы фракции 1-5 мкм, выделенных из образцов ППК. Условные обозначения здесь и на рис. 3: а – образец в воздушно-сухом состоянии; б – образец после сольватации этиленгликолем; в – образец после прокалывания при температуре 550° в течение 2 ч. Числа – межплоскостные расстояния в нанометрах. mz – мезинский ППК; kam – каменский ППК; inzh – инжавинский ППК.

сформировавшихся под различными ценозами на покровных суглинках (модельный эксперимент) (Верховец, 2005; Верховец, Чижикова, Владыченский, 2006). Рассчитывались коэффициенты  $K1=Kв:ПШ$ ;  $K2=Kв:C$ , где  $Kв$  – содержание кварца во фракции, %;  $ПШ$  – содержание полевых шпатов во фракции, %;  $C$  – содержание слюд во фракции, %.

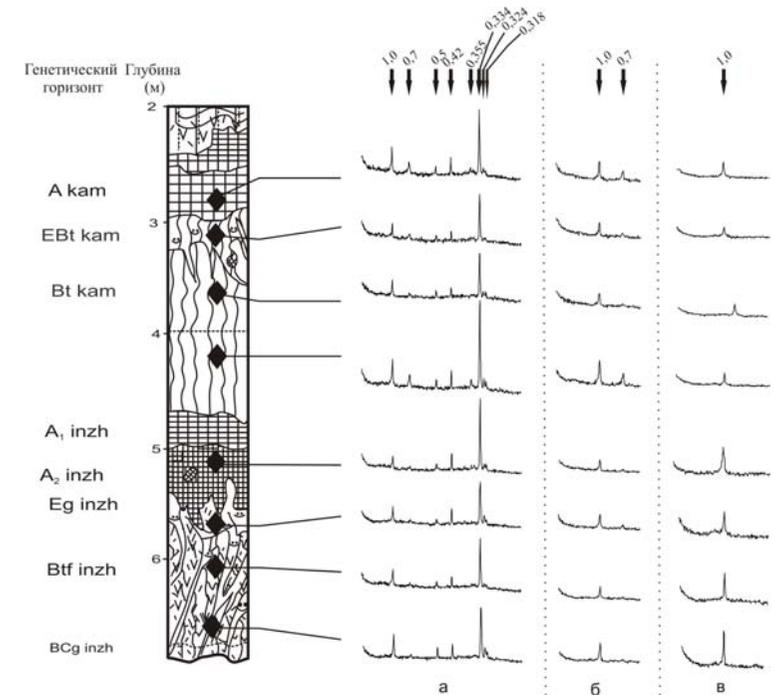
Рентгенографирование образцов пылеватой размерности позволило установить ряд общих закономерностей, а именно все образцы полиминеральны и состоят из слюд (биотит, мусковит), кварца, К-полевых шпатов, плагиоклазов, каолинита. Количество фракции размерностью 1-5 мкм, не превышает 10,2%, минимальное ее содержание равно 3,0%.

*Профиль минералов фракции 1-5 мкм голоценовой серой тяжелосуглинистой почвы* характеризуются следующими показателями: содержание фракции колеблется от 4,4 до 7,3% с минимумом в верхней части горизонта; фракция состоит из слюд (36,7–44,8%), кварца (18,2–28,6%), К-полевых шпатов (13,6–15,6%), плагиоклазов (11,3–13,0%), каолинита в сумме с хлоритом (8,4–11,2%). Фиксируются следующие изменения указанных минералов в пределах профиля: относительное обогащение (~ 10%) верхней части профиля кварцем (табл. 1; рис. 2), при снижении содержания слюд, хлорита, К-полевых шпатов. В пределах профиля меняется соотношение ди- и триоктаэдрических разностей слюд; в средней части профиля большую долю составляют триоктаэдрические слюды (табл. 1). Расчеты коэффициентов устойчивости свидетельствуют о его максимальном значении в верхнем горизонте.

В образце *интерстадиальной палеопочвы (крутицкая фаза) мезинского ППК позднего плейстоцена* пылеватое вещество состоит из тех же минералов, что и в современной почве, особенно в нижней ее части профиля. Можно отметить снижение количества каолинита и хлорита, увеличение содержания биотитовых структур среди слюд (табл. 1; рис. 2).

В образцах профиля *межледниковой палеопочвы (салынская фаза) мезинского ППК позднего плейстоцена* резко возрастает количество слюд триоктаэдрического типа, достигающее своего максимума в нижней части профиля (58,6%) (табл. 1; рис. 2, 3), увеличивается в верхней части профиля количество пылеватого кварца (21,2%) на фоне 13–15% в пределах нижележащей толщи. В качестве примеси отмечается хлорит и хлорит-сметит.

Таким образом, характер распределения минералов пылеватой фракции межледниковой палеопочвы (салынская фаза) мезинского ППК схож с таковым современной почвы по двум показателям: наибольшему содержанию тонкопылеватого кварца в верхней части профиля и минимальному количеству слюд в этом же горизонте. Содержание К-полевых шпатов схоже с таковым современной почвы. Толща лёссовидных суглинков, в пределах которых сформировалась палеопочва, отличается от голоценовой



**Рис. 3.** Строение лёссово-почвенной серии разр. Гололобово и рентгенодифрактограммы фракции 1–5 мкм, выделенные из образцов ППК.

меньшим количеством фракции, а в ней большим содержанием слюд (до 58,6%) триоктаэдрического типа и низкими показателями коэффициентов устойчивости. Последнее свидетельствует о буроземообразовательном процессе, более мягком, чем условия образования серых почв.

Отложения *среднего плейстоцена* и палеопочвы, развитые на них, отличаются от отложений позднего плейстоцена фактическим отсутствием хлорита и его производных. Однако здесь также доминируют слюда (36,8–56,3%) и кварц (19,5–31,7%). К-полевые шпаты более равномерно распределялись в пределах толщи (7,9–18,2%), количество плагиоклазов не превышает – 12,8%.

*Интерстадиальная палеопочва каменского ППК* выделяется самыми высокими значениями содержания пылеватого кварца (31,7%), что соответственно повлияло на величину  $K1=1,7$  (наибольшую по сравнению со всеми анализируемыми образцами). В верхнем горизонте наименьшее количество слоистых силикатов – слюд, каолинита, а также плагиоклазов.

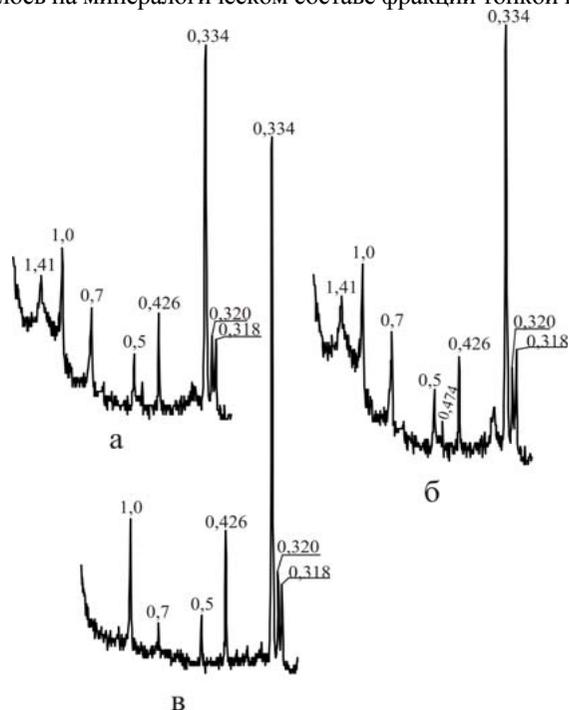
Таблица 1. Минералогический состав фракции 1–5 мкм

Разрез	Почвенные комплексы	№ образца	Глубина, м	Содержание фракции 1-5 мкм	Слюда	Каолинит	Хлорит	Кварц	К-полевые шпаты	Плагиоклазы	$I_{001}/I_{002}$	$K_1$	$K_2$	
Ожерелье 1-04	Голоценовая почва	1	0,40	4,4	36,7	8,9	*	28,6	13,6	12,2	2,2	1,0	0,8	
		2	0,55	7,3	44,8	5,4	3,0	18,2	15,6	13,0	3,2	0,8	0,4	
		3	0,85	5,2	44,0	6,2	5,0	19,4	14,1	11,3	2,5	0,9	0,4	
	Мезинский комплекс (поздний плейстоцен)	Интерстадиальная палеопочва (крутицкая фаза)												
		4	1,30	7,0	44,6	5,0	Сл.	21,7	15,4	13,2	3,1	0,9	0,5	
		Межледниковая палеопочва (салынская фаза)												
		5	1,55	3,2	50,3	4,4	Нет	21,2	15,7	8,3	3,4	0,9	0,4	
		6	1,70	3,9	55,5	5,1	Сл.	13,0	16,6	9,7	3,3	0,6	0,2	
Ожерелье 2-04	Каменский комплекс (средний плейстоцен)	7	1,85	3,6	57,0	6,3	Нет	13,5	17,3	5,7	3,3	0,6	0,2	
		8	1,95	4,2	58,6	6,1	*	15,3	12,3	7,8	3,2	0,5	0,2	
		Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)												
	9	0,60	3,7	43,5	6,1	Нет	31,7	12,2	6,4	2,3	1,7	0,7		
	10	1,05	3,5	49,7	7,5	»	24,0	11,4	7,5	2,6	1,2	0,4		
	Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)													
	11	1,95	3,7	52,4	4,5	»	22,1	14,0	6,6	2,9	1,0	0,4		
12	2,90	3,5	49,2	4,5	»	19,5	9,9	5,8	3,0	1,2	0,3			
13	3,55	10,1	52,3	5,7	»	21,5	15,0	5,3	2,8	1,1	0,4			

Разрез	Почвенные комплексы	№ образца	Глубина, м	Содержание фракции 1-5 мкм	Слюда	Каолинит	Хлорит	Кварц	К-полевые шпаты	Плагиоклазы	$I_{001}/I_{002}$	$K_1$	$K_2$	
Ожерелье 2-04	Инжавинский комплекс (средний плейстоцен)	Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)												
		14	4,90	6,6	39,2	4,6		25,2	18,2	12,8	2,2	0,8	0,6	
	Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)													
	15	5,35	5,3	36,8	11,6	*	30,5	13,9	7,2	1,9	1,0	0,8		
	Каменский комплекс (средний плейстоцен)	Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)												
		16	2,80	6,8	51,2	5,4	Нет	21,3	12,5	9,6	2,2	0,9	0,4	
		Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)												
		17	3,10	4,0	52,5	10,1	Сл.	21,0	10,7	5,6	2,8	1,2	0,4	
		18	3,55	4,7	49,8	8,9	Нет	24,2	9,7	7,4	1,8	1,4	0,5	
	Инжавинский комплекс (средний плейстоцен)	19	3,80	6,4	48,6	8,8	»	21,4	13,5	7,7	2,2	1,0	0,5	
		Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)												
		20	5,25	10,2	37,6	5,3		31,3	15,0	10,9	2,7	1,2	0,8	
		Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)												
21		5,00	5,0	40,7	3,2	Нет	30,1	18,1	7,9	1,8	1,1	0,7		
Среднее значение	Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)													
	22	5,80	5,2	56,3	3,8	»	25,4	7,9	6,5	2,3	1,8	0,4		
Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)														
23	6,35	3,0	52,3	2,4	»	21,8	16,0	7,3	2,6	0,8	0,4			
Интерстадиальная палеопочва (поздняя фаза)														
				8,2	44,3	5,6		25,9	14,1	10,1		1	0,5	
Межледниковая палеопочва (ранняя фаза)														
				4,7	50,9	6,1		21,5	13,6	7,1		1	0,5	

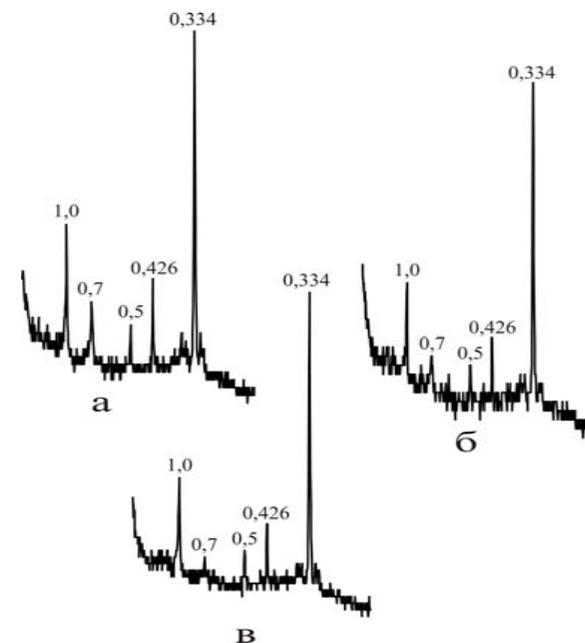
\* Хлорит-сметитовые образования; Сл. – следы хлорита.

Коэффициент K2 контрастный, свидетельствующий о снижении количества неустойчивых к выветриванию компонентов. Среди слюд возрастает доля мусковитовых структур, что также говорит об увеличении компонентов, устойчивых к выветриванию. Доминирование суровых климатических условий с процессами криогенеза приводило к активизации процессов морозного дробления таких устойчивых компонентов, как кварц, полевые шпаты, что и отразилось на минералогическом составе фракции тонкой пыли.



**Рис. 4.** Рентген-дифрактограммы фракции 1–5 мкм, выделенной из (а) голоценовой серой лесной тяжелосуглинистой почвы; (б) интерстадиальной почвы (крутицкая фаза) мезинского ППК; (в) межледниковой почвы (сальнинская фаза) мезинского ППК. Числа – межплоскостные расстояния в нанометрах.

Межледниковая палеопочва каменского ППК характеризуется неравномерным распределением фракции 1–5 мкм, количество которой резко (в 3 раза) возрастает к нижней части профиля. Во фракции преобладают слоистые силикаты – слюды, мусковит-биотитового типа (табл. 1; рис. 2, 5). Распределение кварца, К-полевых шпатов и плагиоклазов равномерное, что подтверждает наличие условий формирования, сходных с образованием бурых лесных или луговых палеопочв. Коэффициент устойчивости K1 и K2 схож с таковыми современных почв (табл. 1).



**Рис. 5.** Рентген-дифрактограммы фракции 1–5 мкм, выделенной из (а) интерстадиальной почвы каменского ППК; (б) межледниковой почвы инжавинского ППК; (в) межледниковой почвы инжавинского ППК. Числа – межплоскостные расстояния в нанометрах.

Палеопочвы инжавинского ППК по содержанию минералов отличаются от палеопочв каменского полигенетического почвенного комплекса более высоким количеством кварца. Причем в интерстадиальной палеопочве зафиксировано наибольшие показатели по К-полевым шпатам (18,2%) и плагиоклазам (12,8%).

В образце из межледниковой палеопочвы содержание кварца достигает 30,5%, количество каолинита 11,6% наибольшее из всех рассмотренных образцов. Зафиксированные изменения в содержании минералов обусловлены формированием лесных сообществ суббореального типа, приводящих к активизации выветривания менее устойчивых минералов и остаточном накоплению пылеватого кварца. Согласно Величко, Морозовой (2005) в этот период формируются дифференцированные по элювиально-иллювиальному типу профили почв с поверхностным оглеением.

В разр. Гололобово интерстадиальные палеопочвы разных комплексов различаются по высокому содержанию минералов фракции 1–5 мкм (6,8 и 10,2%) по сравнению с межледниковыми почвами. Палеопочва каменского ППК более слюдистая (51,2%), в то время как инжавинского ППК более

кварцевая (31,3%), что делает их схожими с интерстадиальными палеопочвами каменского ППК разр. Ожерелье 2-04.

Фракция тонкой пыли межледниковой палеопочвы так же, как и большинство рассматриваемых палеопочв межледниковья имеет слюдястый состав (48,6-52,5%). Коэффициент  $K_2=0,5$ ,  $K_1>1$ , распределение пылевой фракции и ее минералов скорее равномерное. Зафиксировано наибольшее содержание триоктаэдрических структур слюд в верхней части профиля (табл. 1; рис. 5). Фракция тонкой пыли *межледниковой палеопочвы инжавинского ППК* несет следы некоторого перераспределения минералов. Верхняя часть профиля выделяется высоким (30,1%) количеством кварца, преобладанием диоктаэдрических разностей среди слюд (табл. 1,  $I_{001}/I_{002}=1,8$ ); наибольшим содержанием К-полевых шпатов (18,1%). Ниже по профилю зафиксировано увеличение количества слюд биотитового типа, резко снижается количество кварца, К-полевых шпатов. Такое распределение минералов свидетельствует об активном их преобразовании под влиянием элювиально-глеевых или подзолообразовательных процессов. Эти данные подтверждают проведенные ранее исследования по микростроению и минералогическому составу фракции менее 1 мкм (Чижикова, Морозова, Панин, 2007; Чижикова, Панин, 2007а, б; Панин, 2007а, б).

Для большей наглядности полученные материалы обработаны с помощью метода многомерной статистики. Получена многомерная выборка из  $Q=23$  наблюдений по  $n=6$  признакам, где  $Q$  – количество образцов;  $n$  – процентное содержание: 1 – фракции 1-5 мкм, 2 – слюды, 3 – каолинита, 4 – кварца, 5 – К-полевых шпатов, 6 – плагиоклазов.

По первой главной компоненте ( $V_1$ ), описывающей 38,5% общей суммарной дисперсии признаков, наибольший вес имеют показатели содержания слюд и кварца. По второй компоненте ( $V_2$ ), составляющей в сумме с первой 62,9% дисперсии признаков, наибольший вес имеет поведение К-полевых шпатов и плагиоклазов.

В табл. 2 приведены собственные числа ( $\lambda_i$ ) и собственные векторы ( $V_j$ ) корреляционной матрицы минералогических показателей фракции тонкой пыли. На рис. 6 выделяются следующие ареалы, объединяющие палеопочвы по показателям минералогического состава фракции 1-5 мкм. По первой главной компоненте (наибольшие показатели содержания кварца пылевой размерности) наиболее близкие значения получены между элювиальной частью современной почвы и интерстадиальными палеопочвами. Сюда же попадает верхняя часть профиля инжавинской межледниковой палеопочвы. Резко обособляются минералогические показатели межледниковой палеопочвы мезинского ППК по высокому содержанию слюд биотитового типа, К-полевых шпатов.

**Таблица 2.** Собственные числа ( $\lambda_i$ ) и собственные векторы ( $V_j$ ) корреляционной матрицы содержания тонкопылевой фракции и основных минеральных фаз в ней

Показатель		$\lambda_i$	
		2,33	1,45
		%	
		38,86	24,08
		$V_{1j}$	$V_{2j}$
Содержание фракции		0,40	-0,23
Минералы	Слюда	-0,62	-0,01
	Каолинит	0,15	-0,34
	Кварц	0,49	-0,36
	К-полевые шпаты	0,19	0,70
	Плагиоклаз	0,39	0,46

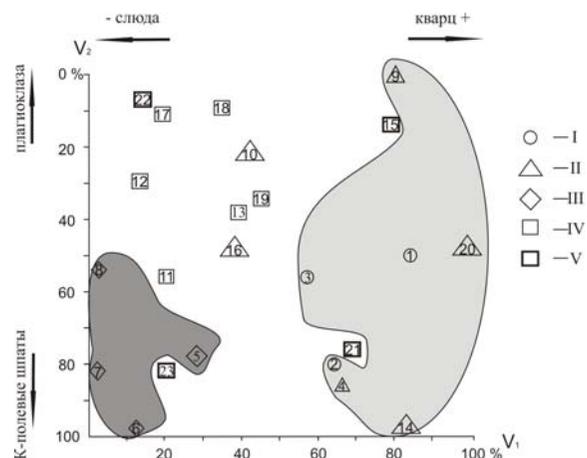
#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые предложено рассматривать минералогию почв пылевой размерности как диагностический показатель былых стадий формирования лёссово-почвенных комплексов.

Установлено, что содержание пылевых фракций, их минералогический состав и структура минералов обладают определенной информативностью, отражающей процессы, протекающие в былые эпохи.

Характерна однотипная ассоциация минералов тонкопылевой размерности, состоящая из глинистых и кластогенных минералов. Среди глинистых минералов преобладают слюды двух типов (биотитового и мусковитового), в небольших количествах присутствует несовершенный каолинит, периодически встречаются хлорит. Кластогенные минералы представлены кварцем, К-полевым шпатом и плагиоклазами.

Указанные выше минералы являются литогенно унаследованными «литогенная память» – глинистых и кластогенных минералов в зависимости от устойчивости к выветриванию – почвообразованию компонентов «памяти» сменяется «эволюционной памятью». Последняя фиксируется по тем преобразованиям, которые претерпевают минералы, образуя «свой» профиль, в зависимости от условий формирования.



**Рис. 6.** Минералогические показатели тонкопылеватой фракции, выделенной из современной серой лесной почвы и лёссово-почвенных серий позднего и среднего плейстоцена, в координатах главных компонент. I – серая тяжелосуглинистая почва (1, 2, 3); II – интерстадиальные палеопочвы позднего и среднего плейстоцена (4, 9, 10, 16, 20); III – микулинская межледниковая палеопочва позднего плейстоцена (5, 6, 7, 8); IV – каменская межледниковая палеопочва среднего плейстоцена (11, 12, 13, 17, 18, 19); V – инжавинская межледниковая палеопочва среднего плейстоцена (15, 21, 22, 23). Цифры указанные в скобках – номера образцов (см. табл. 1, 2).

Голоценовая серая тяжелосуглинистая почва характеризуется резким обеднением содержания фракции 1-5 мкм в верхнем горизонте, в котором отмечено минимальное количество слюд биотитового типа, отсутствует хлорит, но наибольшее количество пылеватого кварца. Такие профили минералов пылеватой размерности сформировались под лесной растительностью.

Схожие эволюционные преобразования минералов отмечаются и в позднем плейстоцене салынской фазы мезинского комплекса. Эволюционная память здесь выражается в небольшом количестве слюд в верхней части профиля и наибольшем содержании в ней кварца и плагиоклазов.

Межледниковые палеопочвы каменского комплекса среднего плейстоцена характеризуются более равномерным распределением минералов пылеватой размерности, что и свидетельствует об эволюционной памяти процессов без текстурной дифференциации минералов, а именно луговые процессы формирования бурых лесных почв.

Суровые климатические условия интерстадиальных периодов способствуют процессам физического дробления минералов кластогенного типа, что и было зафиксировано в большинстве случаев наибольшим количеством кварца в пылеватых фракциях.

Установлены четкие различия отложений лёссов и развитых на них почв позднего плейстоцена по наибольшему количеству биотита и хлорита от отложений среднего плейстоцена, в которых полностью отсутствует хлорит, а слюдяная фаза представлена в большей мере диоктаэдрическими фракциями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Величко А.А., Градусов Б.П., Морозова Т.Д., Чижикова Н.П., Болиховский В.Ф. Глинистые минералы в лёссах и погребенных почвах левобережья Среднего Днепра // Докл. АН СССР. Т. 217. № 2. 1974. С. 405–409.

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. АН. Сер. географическая. №1. 2004. С. 7–25.

Величко А.А., Писарева В.В., Морозова Т.Д., Фаустова М.А., Нечаев В.П., Грибченко Ю.Н. Корреляция природных событий ледникового и перигляциального плейстоцена Восточной Европы, подходы к решению // Квартер–2005. Мат-лы IV Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Сыктывкар. 2005. С. 64–66.

Величко А.А., Морозова Т.Д., Панин П.Г. Почвенные полигенетические комплексы как системный феномен плейстоценовых макроциклов // Изв. АН. Сер. географическая. №2. 2007. С. 44–54.

Верховец И.А. Почвообразование на покровном суглинке под различными ценозами (лесными, луговыми и сельскохозяйственными): Автореф. дис. ... к. с-х. н. М., 2005. С. 1–24.

Верховец И.А., Чижикова Н.П., Владыченский А.С. Минералогический состав пылеватых фракций и его изменение под влиянием разных ценозов в модельных лизиметрах // Почвоведение. №5. 2006. С. 591–602.

Градусов Б.П., Чижикова Н.П. Глинистые минералы лёссов // Докл. АН СССР. Т. 229. № 6. 1976. С. 1433–1435.

Горбунов Н.И. Методика подготовки почв к минералогическим анализам // Методы минералогического и микроморфологического изучения почв М.: Наука, 1971. С. 5–15.

Конищев В.Н., Рогов В.В. Методы криологических исследований. М.: Изд-во Моск ун-та, 1985. 116 с.

Морозова Т.Д., Градусов Б.П., Чижикова Н.П. Минералогические особенности и микростроение ископаемых лесных почв // Почвоведение. № 6. 1979. С. 31–40.

Панин П.Г. Особенности строения почв центра Восточно-Европейской равнины в среднем и позднем плейстоцене и в современную эпоху (голоцен): Автореф. дис. ... к. геогр. н. М., 2007а. С. 1–26.

*Панин П.Г.* Особенности строения межледниковых и интерстадиальных почвенных комплексов позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. №2. 2007 б.С. 145–159.

*Таргульян В.О.* Концепция памяти почв: развитие фундаментальной базы генетического почвообразования // Многоликая география. Развитие идей И.П. Герасимова (к 100-летию со дня рождения). М.: Товарищество научных изданий КМК, Ин-т географии РАН, 2005. С. 114–131.

*Чижикова Н.П., Панин П.Г.* Информативность тонкодисперсной части палеопочв и лёссов позднего и среднего плейстоцена центра Восточно-Европейской равнины // Бюл. Почв. Ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 59. 2007а. С. 28–41.

*Чижикова Н.П., Панин П.Г.* Рентгендифрактометрия глинистых минералов палеопочв и лёссов центра Восточно-Европейской равнины // «Кристаллохимия и рентгенография минералов – 2007». №3-С-21. Миасс: УрО РАН. 2007б. С. 194–196.

*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. №12. 2007. С. 1500–1512.

*Цацкин А.И., Чижикова Н.П.* О почвообразовании в плейстоцене в бассейне верхнего Дона по микроморфологическим и минералогическим данным // Почвоведение. № 12. 1990. С. 94–106.

*Chizhikova N.P., Gradusov B.P.* Mineral composition of the fine-dispersed fraction of loess and soil processes developed in them // Geojournal. V. 36. N. 2/3. 1995. P. 179–186.

*Cook H.E., Johnson P.D., Matti J.C., Lemmels I.* Methods of sample preparation and X-ray diffraction data analysis X-ray mineralogy laboratory. Deep see drilling project. University of California, Riverside // DSDP. Initial Reports. V. 4. Appendix III. 1975. P 999–1007.

*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 and paleoenvironment. 2003. Abstracts and field excursion guidebook. P. 97–106.