

УДК 631.42

Памяти Вячеслава Александровича Рожкова
и Виктора Оганесовича Таргульяна

ОПЫТ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВЕННЫХ ТЕЛ (ПЕДОМАТРИЦ)

© 2024 г. А. С. Фрид*

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
ул. Институт, влад. 5, Московская обл., п/о Большие Вяземы 143050, Россия

*E-mail: asfrid@mail.ru

Вопрос об изучении почвенных тел (педоматриц) независимо от почвенных систем, хотя и был поставлен ранее, но не нашел пока конкретного отражения в почвенной литературе. В данной работе сделана попытка рассмотреть этот вопрос. Две группы количественных показателей педоматриц (гранулометрический состав и валовой химический состав) были преобразованы таким образом, чтобы отразить количественно не только содержание, но и характер распределения их в почвенном профиле. Всего получено 16 показателей для каждой педоматрицы. Выборка исследованных почв охватила довольно широкий район европейской, западно-сибирской и среднеазиатской частей бывшего СССР. Чтобы оценить макроструктуру выборки, проведена группировка педоматриц по указанным 16-ти показателям. Найдено всего несколько групп с объемом более 3-х объектов в каждой и множество более мелких групп, в том числе по одному объекту в каждой. С одной стороны, это как бы подтверждало независимость друг от друга почвенных разностей, но с другой стороны, полученные группы довольно разнородны как в географическом, так и в почвенно-классификационном плане (по классификациям почв СССР 1977 г. и почв России 2004 г.). Это подтвердило мысль В.О. Таргульяна о необходимости самостоятельного изучения географии и классификации почвенных тел.

Ключевые слова: почвенные тела (педоматрицы), количественные характеристики, география, классификация.

DOI: 10.31857/S0002188124070119, **EDN:** CEUTEY

ВВЕДЕНИЕ

Современный взгляд на почвенные тела (педоматрицы) как составляющую часть теории педогенеза изложен в монографии В.О. Таргульяна [1]. В качестве введения позволим себе привести некоторые высказывания из этой книги.

Для определения места и специфики почвенных систем в ряду экзогенных биокосных систем целесообразно принимать во внимание характер вмещающего материала в каждой из этих систем и поведение в них твердофазных продуктов функционирования, которые могут быть представлены минеральными, органическими и органоминеральными соединениями [1, с. 54].

В тесной связи с фундаментальными особенностями почвы как биокосной системы можно определить основные направления и задачи фундаментальных исследований в области почвоведения. В том числе, почва как память — твердофазная

профильно-покровная структура многофазной почвенной системы — педоматрица — результат длительного функционирования. А в ней, в том числе вещественный состав и организация педоматрицы (почвенного профиля) и география почв как твердофазных педоматриц [1, с. 71–72].

Классификация и картография почвенных тел и почвенных систем должны, вероятно, базироваться на разных критериях и диагностических признаках [1, с. 76].

Почва-память — это совокупность устойчивых и консервативных свойств почвенного профиля, являющихся интегральным результатом действия факторов и процессов почвообразования в течение всего периода почвообразования (до момента наблюдения). В эту совокупность входят свойства, имеющие большие характерные времена своего образования и/или свойства, обладающие значительной устойчивостью [1, с. 149].

Отдельные почвенные тела (профили, педоны) записывают главные черты природной среды и ее эволюции в каждой данной “точке” своего формирования, например, зональные особенности климата и биоты и/или основные типы материнских пород и рельефа. Горизонты, морфоны, их общий состав, мощности, границы записывают более конкретные детали факторов почвообразования. Проблема множественности слоев памяти в педосфере очень сложна, очень слабо исследована [1, с. 175].

Целью работы — исследование совокупности некоторых количественных характеристик вещественного состава и организации почвенных тел различных географических регионов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были взяты в основном описания почвенных разрезов минеральных

почв, представленные в путеводителях почвенных экскурсий международного конгресса в Москве и отечественных съездов почвоведов, в которых имели место одновременно гранулометрический состав и валовой химический состав прокаленной навески по профилю почвы в традиционном для почвоведов представлении. Дополнительно были взяты 4 почвы, которые В.М. Фридланд считал характерными для изучения сущности оподзоливания [2]. Слои с подстилающими породами не использовали в данной работе. Гумусовый профиль слишком очевидно зависит от биоклиматических условий, поэтому его пока не учитывали. Список почв с авторскими названиями дан в табл. 1.

Указанные почвенные характеристики каждого профиля были оцифрованы следующим образом.

1. Изменения по глубине профиля гранулометрического и валового химического состава в целом (то есть по совокупности всех фракций

Таблица 1. Список почв с авторскими названиями

№	Название почвы (место отбора проб)	Ссылка
1	Дерново-подзолистая глеевая глинистая. Разрез ба	[12, с. 41–47]
2	Серая лесная почва, пашня. Разрез 1 (около Пушино)	[13, с. 8–14]
3	Чернозем типичный, целина, степь. Разрез 2 (Курская обл.)	[13, с. 14–31]
4	Чернозем типичный, лес. Разрез 3 (Курская обл.)	[13, с. 14–31]
5	Темно-серая лесная, лес. Разрез 5 (Полтавская равнина)	[13, с. 32–39]
6	Чернозем обыкновенный, степь, пашня. (Украина, Левобережье Днепра)	[13, с. 40–48]
7	Чернозем южный, пашня. Разрез 7 (г. Мелитополь)	[13, с. 48–55]
8	Солонец степной осолоделый. Разрез 9 (г. Мелитополь)	[13, с. 62–69]
9	Солодь глеевая. Разрез 11 (г. Мелитополь, Чапельский под)	[13, с. 74–78]
10	Бурая горно-лесная. Разрез 12 (Крым, Ангарский перевал, около шоссе)	[13, с. 80–87]
11	Коричневая почва. Разрез 13 (Крым, крутой южный склон к морю)	[13, с. 83–90]
12	Коричневая (красноватая) почва (близко к terra rossa) на делювии известняков Разрез 14 (Крым, заповедная роща Никитского ботанического сада)	[13, с. 90–94]
13	Серозем типичный, целина. Разрез 2 (Ташкентская обл.)	[14, с. 12–21]
14	Орошаемая луговая почва на аллювии, 2-я аллювиальная терраса р. Чирчик. Разрез 3 (Ташкентская обл.)	[14, с. 22–29]
15	Орошаемый светлый серозем, орошение с 1961 г. Разрез 4 (Ташкентская обл.)	[14, с. 29–37]
16	Орошаемый типичный серозем с мощным агроирригационным горизонтом, древний оазис. Разрез 5 (Самаркандская обл.)	[14, с. 37–48]
17	Коричневая почва, 1550–1600 м над уровнем моря, северный склон. Разрез 6 (Самаркандская обл.)	[14, с. 48–55]
18	Такыр. Разрез 7 (Бухарская обл.)	[14, с. 55–64]
19	Серо-буря пустынная на пролювии. Разрез 8 (Бухарская обл.)	[14, с. 65–73]
20	Орошаемая луговая почва с мощным агроиригационным горизонтом, оазис. Разрез 9 (Бухарская обл.)	[14, с. 74–82]
21	Soddy-podsolic soil, forest strip. Разрез 18 (Татарстан, Высокая Гора)	[15, с. 12–23]
22	Gray forest soil, пашня. Разрез 19 (Татарстан, Высокая Гора)	[15, с. 24–27]
23	Чернозем типичный Приволжской возвышенности, пашня. Разрез 14 (Ульяновская обл.)	[15, с. 29–38]
24	Чернозем выщелоченный палеогидроморфный. Разрез 9 (Самарская (Куйбышевская) обл., водораздельное плато Самарской Луки, между лощинами)	[15, с. 54–66]

Таблица 1. Продолжение

№	Название почвы (место отбора проб)	Ссылка
25	Серозем темный слабовыщелоченный, целина, Разрез 3 (Ташкентская обл.)	[16, с. 22–29]
26	Горная коричневая типичная на лессовидном делювии гранитов. Разрез 4 (Ташкентская обл.)	[16, с. 29–39]
27	Бурая горно-лесная глубоковыщелоченная. Разрез 5 (Ташкентская обл.)	[16, с. 39–47]
28	Горная коричневая выщелоченная. Разрез 6 (Ташкентская обл.)	[16, с. 47–57]
29	Староорошаемый серозем типичный. Разрез 7 (Ташкентская обл.)	[16, с. 58–65]
30	Староорошаемая аллювиальная луговая, пашня. Разрез 10 (Самаркандская обл.)	[16, с. 81–89]
31	Чернозем выщелоченный, пашня. Разрез 4–4 (Новосибирская обл., Приобское плато)	[17, с. 27–37]
32	Дерново-подзолистая на песках (Алтайский край, Мамонтовский р-н)	[17, с. 47–53]
33	Горно-лесная дерново-глубокоподзолистая (псевдоподзолистая) поверхностно-глееватая, лес. Разрез 1–73 (Горно-Алтайск, Бие-Катунское междуречье)	[17, с. 78–87]
34	Горно-лесная бурая, лес. Разрез 2–73 (Горный Алтай)	[17, с. 87–93]
35	Горно-лесная глубокооподзоленная (псевдоподзолистая). Разрез 85–3 (Горная Шория)	[17, с. 101–109]
36	Чернозем выщелоченный среднемощный тучный, старопашка. Разрез 301 (Кемеровская обл., г. Белово)	[17, с. 110–116]
37	Текстурно-дифференцированная с осветленным горизонтом на глинистых отложениях. Разрез 6–88 (Красноярский край, Шушенское, склон Западного Саяна, стационар “Ермаковское” Института леса и древесины им. Сукачева СО АН СССР)	[17, с. 142–149]
38	Чернозем обыкновенный среднемощный легкоглинистый. Разрез 1 (Барабинская лесостепь, Кожурла)	[18, с. 70–74]
39	Лугово-черноземная солонцеватая маломощная легкоглинистая. Разрез 2 (Бараба)	[18, с. 74–77]
40	Солонец черноземно-луговой глубокий глинистый. Разрез 3 (Бараба)	[18, с. 77–81]
41	Луговая карбонатная среднемощная тучная среднесуглинистая. Разрез 4 (Бараба)	[18, с. 81–85]
42	Дерново-подзолистая с ВГГ, лес. (Томская обл.)	[18, с. 97–106]
43	Рышковская (микулинская) палеопочва (дерново-палево-подзолистая). Разрез 15 (Курская обл., Александровский карьер)	[19, с. 96–99]
44	Дерновая заболоченная временно избыточно увлажняемая на древнеаллювиальных песках. Разрез 45М (Брестская обл. Белоруссии)	[20]
45	Дерновая заболоченная (дерново-глееватая) на древнеаллювиальных песках. Разрез 44М ((Брестская обл. Белоруссии)	[20]
46	Серая лесная освоенная с ВГГ. Разрез 50 (Владимирское Ополье, г. Юрьев-Польский)	[21, с. 16–25]
47	Серая лесная освоенная остаточной-карбонатная. Разрез 51 (Владимирское Ополье, г. Юрьев-Польский)	[21, с. 16–25]
48	Серая лесная с ВГГ, лес. Разрез 36 (Владимирское ополье, г. Юрьев-Польский)	[21, с. 16–25]
49	Дерново-подзолистая глубокоглеевая старопашотная. Разрез 13–72 (Ярославская обл., Переславский р-н, северный склон Клиско-Дмитровской гряды)	[21, с. 70–74]
50	Дерново-подзолисто-глеевая старопашотная. Разрез 14–72 (ниже по склону разреза 13–72)	[21, с. 74–77]
51	Дерново-глеевая старопашотная, заболоченный луг. Разрез 12–72 (Ярославская обл., Переславский р-н)	[21, с. 77–80]
52	Светло-бурая слабооподзоленная псевдофибровая песчаная, сосновый бор. Разрез 1 (Окско-Мещерское Полесье, Спас-Клепики)	[21, с. 87–95]
53	Подзолистая глееватая псевдофибровая песчаная, сосновый бор. Разрез 2 (Окско-Мещерское Полесье, Спас-Клепики)	[21, с. 87–95]
54	Дерново-подзолистая гумус-железисто-иллювиальная глеевая песчаная, смешанный лес. Разрез 3 (Окско-Мещерское Полесье, Спас-Клепики)	[21, с. 87–95]
55	Пойменная дерновая зернистая глубокооглеенная глинистая (1960 г.). Разрез 9 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]
56	Пойменная дерновая зернистая глубокооглеенная глинистая, 26 лет дренажа. Разрез 9 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]

Таблица 1. Окончание

№	Название почвы (место отбора проб)	Ссылка
57	Пойменная дерновая зернистая глееватая глинистая (1960 г.). Разрез 10 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]
58	Пойменная дерновая зернистая глееватая глинистая, 26 лет дренажа. Разрез 10 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]
59	Пойменная дерновая зернистая глеевая глинистая (1960 г.). Разрез 12 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]
60	Пойменная дерновая зернистая глеевая глинистая, 26 лет дренажа. Разрез 12 (Раменское расширение поймы р. Москвы)	[21, с. 107–118]
61	Серогумусовая (дерновая) постагрогенная. Разрез Р-6–19 (Республика Коми, Каргоцкий)	[22, с. 10–18]
62	Гумусово-квазиглеевая на юрских глинах, луг. Разрез Р-14–19 (Республика Коми, Каргоцкий)	[22, с. 19–28]
63	Подзол иллювиально-железистый (фоновая). (Республика Коми, г. Сыктывкар, около песчаных карьеров “Язель”)	[22, с. 32–43]
64	Псаммозем гумусовый оподзоленный глееватый, днище песчаного карьера, сосняк с лишайником, 45 лет сукцессии. (Республика Коми, г. Сыктывкар, карьер “Язель”)	[22, с. 32–43]
65	Подзол иллювиально-железистый, лес (фоновая). (Республика Коми, г. Сыктывкар, около песчаных карьеров “Даса”)	[22, с. 44–59]
66	Псаммозе гумусовый грубогумусированный остаточно-карбонатный глееватый, ме- дурядье лесных посадок в карьере, 18 лет сукцессии. (Республика Коми, г. Сыктыв- кар, карьер “Даса”)	[22, с. 44–59]
67	Подзолистая грубогумусовая потечно-гумусовая (фоновая). (Республика Коми, г. Сы- ктывкар, около карьера “Важалью”)	[22, с. 66–68]
68	Подзолистая с микропрофилем подзола. Разрез Р-2 (Республика Коми, г. Сыктывкар, Максимовский стационар)	[22, с. 155–165]
69	Агродерново-подзолистая, осушена, 40 лет освоения. Разрез 1-Р-Б (Республика Коми, г. Сыктывкар)	[22, с. 165–170]
70	Дерново-подзолистая. Разрез Р-1 (Республика Коми, юг, Летка)	[22, с. 181–191]
71	Дерново-глубокоподзолистая остаточно-карбонатная среднесуглинистая с ВГГ на по- кровном карбонатном суглинке, хвойный лес. Разрез Я-1 (Кировская обл., Вятское Прикамье)	[22, с. 199–233]
72	Дерново-неглубокоподзолистая остаточно-карбонатная среднесуглинистая с ВГГ на покровном карбонатном суглинке, вторичный березняк. Разрез П-4 (Кировская обл., Вятское Прикамье)	[22, с. 199–233]
73	Дерново-мелкоподзолистая с ВГГ на покровном бескарбонатном суглинке, целинный ельник. Разрез С-8 (Кировская обл., Вятское Прикамье)	[22, с. 199–233]
74	Агродерново-мелкоподзолистая среднесуглинистая с ВГГ на покровном бескарбонат- ном суглинке, пашня. Разрез С-9 (Кировская обл., Вятское Прикамье)	[22, с. 199–233]
75	Гумус-иллювиальный подзол на элювии песчаников, лес. Разрез 20 (Румыния, Карпаты)	[2]
76	Глубокооподзоленная оглеенная на иловато-пылеватой глине, лес. Разрез 1 (Хабаров- ский край)	[2]
77	Коричневая оподзоленная на пылевато-глинистом лессе, лес. Разрез 62 (Румыния, Бухарест)	[2]
78	Бурая лесная оподзоленная на пылевато-среднесуглинистом лессе. Разрез 11 (Герма- ния (ГДР), Йена)	[2]

Примечание. Нумерация почв та же в табл. 2.

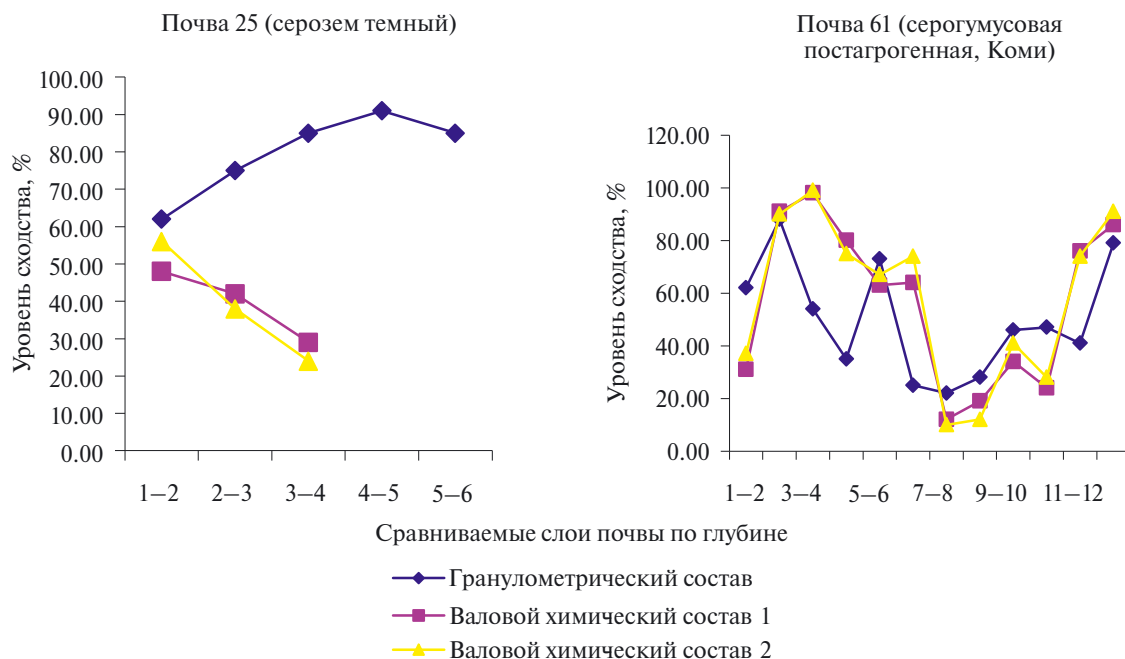


Рис. 1. Примеры сходства соседних слоев (горизонтов) почв по глубине при малом и большом числе границ между слоями. Объяснение 2-х вариантов кривых сходства для валового химического состава смотри в тексте.

и по совокупности химических элементов) оценивали в виде сходства соседних слоев (горизонтов) сверху вниз (рис. 1).

Интерпретация полученной при этом закономерности была предложена ранее [3, 4]. Она состоит в том, что вероятность наличия границы между соседними слоями (горизонтами) почвы велика, если сходство между ними уменьшается (не менее чем на 3–5%) или составляет <40% от полного (100%-ного) сходства. Сам уровень сходства оценивается, например, через евклидово расстояние, если признаки (показатели) объектов не составляют 100%-ную смесь (как для валового химического анализа), или через меры расстояния для 100%-ных смесей (гранулометрический состав), например, как в работе [5]. Таким образом, оценивали количество возможных границ в конкретном профиле для гранулометрического и валового химического составов отдельно. В этом случае важно отметить, что для 31-й почвы из 78-ми было определено содержание карбонатов. В этих случаях этот показатель был добавлен при оценке количества границ непосредственно в зависимости от валового химического состава.

2. Степень дифференциации (СД) отдельных почвенных показателей по профилю в целом оценивали по 3-й (информационной по Шеннону для функции распределения) модели из работы [6]. Эта модель оценивает степень дифференциации в интервале показателей от -1 до $+1$; положительные

величины соответствуют аккумулятивному типу распределения по профилю (уменьшение показателя сверху вниз), отрицательные — элювиальному типу (увеличение показателя сверху вниз). Практика показывает, что для удобства восприятия оценки степени дифференциации в первую очередь стоит перейти к интервалу показателей от -100 до $+100$ (т.е. к долям от максимума, %), во-вторых, использовать для выбранной модели логарифмическую шкалу из-за преобладания очень малых абсолютных величин. Нами предложен диапазон абсолютных величин от 100 до 10% считать сильной степенью дифференциации, от 10 до 1% — средней, от 1 до 0.1% — слабой, <0.1% — очень слабой. В то же время при группировках использовали исходные показатели СД, чтобы не смешивать в одном расчете разные шкалы измерений для разных показателей.

Используемая в этом случае модель дифференциации предусматривала и учет ошибок измерения показателя с тем или иным уровнем значимости — чем меньше ошибка и больше уровень значимости, тем выше расчетная степень дифференциации (абсолютная величина). В данной работе использован уровень значимости 0.05, обычный в почвоведении и агрохимии. Большие ошибки измерения уменьшали оценку степени дифференциации вплоть до нулевой, что показано в табл. 2.

Для валового химического анализа использовали межлабораторные ошибки [7, с. 104], для

Таблица 2. Количественные оценки профилей почвенных педоматриц

Почва, №	Гранулометрический состав				Валовой химический состав										
	ФГ		КРП		n гр.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃		SiO ₂ /CaO		SiO ₂ /MgO		SiO ₂ /Na ₂ O	
	СД, %	среднее	СД, %	среднее		СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее
1	2	50.9	0.211	34.5	-0.540	1	5.15	0	14.45	-1.35	49.4	64.2	0.414	67.1	0.821
2	1	45.9	-0.947	51.7	0.611	3	6.59	0	19.4	4.19	95.4	72.8	11.2	172	4.37
3	2-3	47.8	-1.09	50.7	0.946	3	6.82	0	18.3	0	120	79.6	0.206	77.4	1.53
4	1	45.1	-0.113	46.3	-1.13	3	6.25	0	22.5	-0.315	113	79.4	-1.29	88.7	-0.202
5	1	57.8	-0.707	34.8	0.280	1	6.24	0	16.9	1.08	57.6	75.0	0.986	94.0	-0.228
6	1	58.4	0.170	39.1	-0.0317	3	6.64	0	16.7	0.220	44.0	52.4	0.0125	70.4	1.15
7	0	60.7	-0.208	37.3	0.141	2-3	6.00	0	12.2	0.0226	35.4	36.9	2.23	92.4	1.20
8	2	56.3	-2.02	36.6	2.51	3	7.88	0.405	13.1	1.72	107	62.5	5.57	80.1	1.30
9	1	67.4	-1.35	27.8	2.06	2	5.99	0.550	22.9	3.86	86.1	82.4	2.90	—	—
10	6	55.9	-1.04	18.6	0.0575	3-4	3.51	0	8.92	0.611	22.6	55.4	-0.785	120	1.78
11	1	48.5	-0.255	16.4	3.17	3-4	2.92	0	8.48	0.0098	38.4	57.1	1.17	125	-0.406
12															
13	1	45.3	-0.529	47.3	0.508	1-2	4.65	0	11.3	0	181	24.0	-1.15	38.1	0.140
14	2	38.2	1.42	33.2	0.136	2-3	4.66	0	13.1	0.239	106	20.85	0.173	39.9	-0.111
15	3	35.9	-1.02	41.6	-0.807	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	2	36.15	-1.65	37.6	-0.447	2	5.12	0	14.1	0.499	921	19.6	0.362	40.7	0.0395
17	2	39.2	-0.791	47.1	-0.0317	1-2	4.31	0	13.9	-0.0041	—	47.2	5.33	40.0	0.381
18	3	59.4	-1.30	26.6	-2.40	2	4.42	0	11.7	0.249	402	15.5	0.0452	32.3	1.38
19	4	17.8	0.367	22.9	-0.0857	2-3	6.54	0	18.5	-0.0855	159	21.1	1.18	40.6	0.442
20	2	54.4	-0.478	36.7	0.0118	1-3	4.61	0	12.0	0	737	14.2	0	40.7	-0.126
21	4	33.9	-3.16	40.3	-0.205	2	7.68	2.16	21.1	1.02	48.45	56.5	1.50	107	-0.495
22	3	41.8	-0.577	43.3	0.569	3	5.56	0	16.9	1.48	47.5	62.1	-0.404	92.2	0.0064
23	2	56.1	-0.251	34.7	0.132	2-3	4.68	0	13.3	0	7.96	35.25	-1.70	219	-15.3
24	2	60.3	-1.76	30.7	1.10	2	3.91	0	13.4	-0.133	24.3	46.2	-0.398	90.25	0.380
25	1	57.1	-0.605	32.8	1.03	2	4.49	0	11	0	75	27.3	0.0468	42.9	-0.643
26	2	50.5	-0.29	37.6	0.568	1-2	4.24	0	11.1	0	54.2	27.8	1.41	38.8	-0.0804
27	2-3	50.5	-0.745	43.4	0.262	2-3	4.57	0	11.3	0	113	34.2	-0.838	44.25	-2.03
28	3	50.4	-0.188	41.1	0.383	≥ 1	4.46	0	11.65	0.219	59.3	29.15	0.0882	42.05	-0.346
29	3	44.4	0.104	40.3	-0.434	≥ 2	4.64	0	12.4	0	173	22.1	0.0868	35.7	0.0991

Таблица 2. Продолжение

Почва, №	Гранулометрический состав				Валовой химический состав											
	n гр.	ФГ		КРП		SiO ₂ /Al ₂ O ₃		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃		SiO ₂ /CaO		SiO ₂ /MgO		SiO ₂ /Na ₂ O		
		среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	
30	1	49.5	0.882	28.4	0.317	2-3	5.46	0	12.9	0	48.4	0.586	10.9	-0.565	39.1	-0.668
31	3	33.4	0.617	48.7	0.308	2	5.19	0	12.0	0.0753	32.85	0	54.3	0.162	—	—
32	1	7.52	1.53	6.6	1.69	4	9.69	0.125	23.8	1.71	97.7	-0.647	141	-0.170	105	0.171
33	2	60.75	-1.16	28.1	1.63	2-3	3.82	0	10.9	0.719	56.9	0.0741	31.65	1.60	80.4	0.846
34	5	19.3	-4.93	Для >1												
34	2	43.1	1.265	30.3	1.06	2-3	4.37	0	11.4	0.236	77.8	-1.63	46.0	0.566	—	—
35	2	69.7	-2.58	Для >1												
35	3	57.2	-1.25	36.8	1.54	2	3.89	0	10.5	0.671	63.9	2.09	37.1	0.143	—	—
36	3	58.6	-0.213	33.5	0.281	2-4	4.57	0	12.3	0.0708	22.3	-0.0463	45.7	0.907	—	—
37	6	46.3	-1.31	22.9	1.57	3-4	4.49	0	12.2	0.434	36.6	-0.411	37.5	-0.381	—	—
38	3	59.5	0.582	18.3	1.60	3	4.05	0	11.9	-0.0161	19.0	2.33	48.1	-1.07	46.1	0.181
39	2	58.1	0.886	17.9	1.23	2-3	4.3	0	12.05	-0.0479	14.75	0.400	68.4	4.58	43.9	-0.0109
40	2	50.0	1.45	18.4	1.35	2	4.12	0	12.7	0.281	17.5	3.06	38.4	4.18	39.6	0.814
41	3	37.2	-0.166	19.6	1.90	3	4.30	0	12.7	0.0360	5.96	1.30	21.0	-1.95	45.5	0.824
42	4	57.5	-1.88	28.7	1.54	3-4	4.37	0	13.4	1.28	49.8	0.125	91.3	6.64	46.85	-0.0503
43	3	38.1	0.058	60	-0.043	3-6	8.92	0.130	29.6	1.08	129	-0.541	131.5	1.11	145	-0.459
44	2	4.47	-0.745	5.38	4.61	3-4	36.4	-1.45	99.8	-0.633	105	-7.99	219	-2.82	—	—
45	2	7.59	3.33	5.62	5.74	3	30.0	-1.11	48.6	-2.63	147	-8.52	171	-6.49	—	—
46	3	49.8	-2.07	45.0	1.19	2	6.66	0.061	17.7	0.892	55.7	-0.367	81.5	1.92	76.7	-0.0793
47	1	50.7	-0.456	46.7	0.566	3	5.79	0	14.3	0.514	34.2	3.63	43.95	3.75	69.9	0.344
48	2	45.7	-2.05	49.7	1.32	2	7.31	0.576	19.2	1.14	63.7	0.634	78.8	2.19	78.2	-0.713
49	5	44.6	-3.19	40.5	1.26	5-6	5.60	0.188	47.9	-0.492	49.9	0.0775	118	3.18	75.1	0.153
50	4	40.6	-4.16	39.1	0.29	3-4	5.58	0.0667	16	1.26	49.8	0.458	93.3	0.565	74.1	0.137
51	4	41.6	-1.67	40.6	0.138	5	4.82	0	24	1.80	38.8	-0.296	132	-0.305	78.1	0.238
52	3	6.17	2.87	4.43	-2.02	4	40.9	-0.213	479	0.727	817	-1.67	1190	-0.245	—	—
53	1	6.475	4.19	9.375	-1.47	2	38.2	-1.13	1320	-13.4	—	—	—	—	—	—
54	2	5.74	0.751	8.78	0.0809	2	38.6	-1.05	764	-7.11	—	—	—	—	—	—
55	2	59.2	-1.62	40	1.18	1-2	4.61	0	10.3	0.548	47.1	-2.37	49.7	1.15	—	—

Таблица 2. Окончание

Почва, №	Гранулометрический состав				Валовой химический состав											
	ФГ		КРП		n гр.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃		SiO ₂ /CaO		SiO ₂ /MgO		SiO ₂ /Na ₂ O		
	среднее	СД, %	среднее	СД, %		среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %			
56	1	58.85	-1.55	27.85	3.78	1-2	4.44	0	8.7	1.06	26.7	0.0579	27.1	0.571	-	-
57	1-2	63.7	-1.02	33.7	2.03	1-2	4.3	0	10.2	0	47.2	0.928	56.65	0.193	-	-
58	1	60.35	-0.376	30.7	1.63	1-2	4.44	0	9.565	0	28.4	-0.603	26.45	0.0368	-	-
59	1	68.0	-4.37	31.2	4.85	2	4.485	0	9.295	0.205	52.4	-0.828	50.4	1.19	-	-
60	1	65.8	-1.21	24.75	4.11	2	4.33	0	9.92	0.339	27.6	0.242	25.85	0.103	-	-
61	6	30.5	-0.182	29.1	-0.165	6-7	5.06	-0.0004	26.3	-5.09	54.9	-1.81	65	0.218	74.6	-0.104
62	3-4	79.2	-1.01	16.7	1.26	6-8	5.57	-2.61	10.75	0.562	22.8	-0.188	28.7	0.303	95.35	0.0007
63	4	6.25	-0.384	3.13	0.455	3-4	9.28	0.758	90.75	0.304	141	-0.693	128	4.19	122	-0.44
64	3	4.07	-1.07	1.27	-1.15	1	10.4	0.378	85.1	1.09	112	0.575	102	1.99	118	1.11
65	3	7.13	1.31	1.86	5.87	1-2	7.51	2.79	63.6	6.39	143	0.927	111	6.45	131	-0.809
66	2	12.4	0.792	7.42	0.640	1	5.74	0	30.9	-0.504	30.2	2.64	42.8	-0.242	71.6	0.113
67	2	30.1	-3.36	17.8	0.661	0-1	4.66	1.57	29.3	5.98	65.8	2.12	47.7	6.44	100	-2.47
68	3	30.75	-4.74	50.9	0.982	3	6.61	1.42	25.1	5.03	76.8	2.30	87.4	5.39	58.15	-0.532
69	≥ 5	41.4	-2.40	44.4	1.07	6	6.21	0.355	17.1	2.43	51.8	1.02	54.15	2.81	66.1	0.0558
70	2	42.8	-2.52	53.3	0.77	4-5	5.52	0.217	16.1	1.75	88.6	-0.0866	57.5	2.83	53.3	-0.733
71	6	47.3	-1.51	38.3	1.24	4	5.825	-0.0095	11.8	2.78	59.5	-5.09	50	0.815	56.8	-0.95
72	2	48.5	-1.69	36.5	0.685	2-3	6.05	0	14.4	0.952	67.4	-0.127	49.9	2.65	55.6	0.212
73	2	48.3	-2.06	39.5	0.66	2-3	6.18	0	16.4	1.7	60.5	-5.06	56.7	1.59	54.5	-0.838
74	1	48.2	-1.45	40.2	1.09	1-2	5.97	0.199	14.3	2.52	50.7	2.5	48.1	3.47	57.7	-0.132
75	3	21.0	1.48	16.4	0.079	2-3	7.53	0.814	28.8	2.87	711	-4.43	71.5	2.88	109	5.11
76	5	60.1	-0.651	29.2	1.32	5	-	-	12.1	0.098	63.5	-0.359	61.3	0.461	-	-
77	5	51.5	-0.637	42.3	0.596	2-3	-	-	11.6	0.465	82.15	-1.72	39.2	1.09	-	-
78	3	37.5	-1.98	48.7	0.191	3	6.55	0.052	17.2	3.03	115	-1.91	54.8	2.45	74.45	-0.269

Примечания. n гр. – количество выявленных границ в данной группе показателей, СД – степень дифференциации. То же в табл. 5, 7. ФГ – физическая глина, КРП – фракция крупной пыли. То же в табл. 3.

фракций гранулометрического анализа — 1%, рекомендованный Н.А. Качинским [8, с. 177].

Для гранулометрического анализа степень дифференциации оценивали для расчетной фракции физической глины (**ФГ**), которая используется при классификациях почв на уровне разновидностей, и для фракции крупной пыли (**КРП**), которая часто является одной из крупнейших.

Для валового химического анализа (на прокаленную навеску) границы между слоями (горизонтами) почвы выявляли для 2-х вариантов: по содержанию (%) SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O и карбонатов (если есть), а также по отношениям $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, SiO_2/CaO , SiO_2/MgO , $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, которые легко пересчитать в молекулярные отношения, часто используемые для интерпретации почвенных процессов. Для этого процентные отношения для $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ надо умножить на коэффициент 1.697, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ — на 2.658, SiO_2/CaO — на 0.9333, SiO_2/MgO — на 0.6708, $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ — на 1.0315. Содержание натрия включено в рассмотрение из-за засоленных и солонцеватых почв, а содержание калия не использовано для сокращения числа показателей.

Число границ между слоями при 2-х представлениях валового химического состава могло не совпадать, в этом случае для дальнейшего анализа брали среднюю величину. Степень дифференциации оценивали для каждого отношения оксидов (фактически для молекулярных отношений).

В результате этих расчетов была получена матрица из 16-ти показателей для всех почв, но имелись и пропуски, обусловленные отсутствием некоторых данных в источниках. Для каждого показателя по всей выборке были построены гистограммы, плотности и функции распределения [9, 10], посчитаны коэффициенты корреляции, проведены многомерные группировки почвенных тел (педоматриц).

Группировки проведены по 2-м алгоритмам: построением дендрограммы сходства и разбиением на группы по разности между средними внутри- и межклассовых сходств объектов (профилей почв) (парно-групповой критерий) [9, с. 77–81, 11, с. 63–64]. Для отдельных показателей внутри групп получены непараметрические статистики, т.к. в большинстве случаев выборки далеки от нормальных и даже унимодальных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Статистические характеристики для всей выборки почв по вышеназванным показателям представлены в табл. 3.

Показано, что для большинства показателей имеются либо 2 моды, либо длинные хвосты, т.е. выборку нельзя признать однородной, что не удивительно при довольно широкой ее географии (нельзя исключать также аналитических ошибок и опечаток в источниках). Такая структура выборки проявилась и при попытке визуализировать ее методом главных компонент (**МГК**): сами главные компоненты (**ГК**) слабо выражены (целых 5 компонент требуется для описания $\approx 70\%$ информации), а визуально получается одно большое сгущение объектов (почв) и рассеянное облако вокруг него. Это означает, что информация при выбранном нами способе оцифровки педоматриц сильно размазана по многим показателям. В то же время наличие 2-х мод нескольких показателей дает надежду на возможную группировку почвенных тел, что частично и оправдалось в дальнейшем.

Рассмотрим подробнее оценки степени дифференциации использованных показателей педоматриц (табл. 3). Для **ФГ** и мода, и нижний квартиль соответствуют средней степени дифференциации; для **КРП** средней степени соответствуют мода и верхний квартиль. Для отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и мода, и оба квартиля соответствуют слабой степени дифференциации, для $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ — соответствуют средней степени, для SiO_2/CaO — средней степени (а хвост даже сильной), для SiO_2/MgO — средней степени, для $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ — слабой степени (но одна почва хвоста — сильной степени). Таким образом, для большинства показателей отмечена средняя степень дифференциации по профилю, а самую слабую дифференциацию имеет отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Для педоматриц отдельных почв, конечно, имеют место и отклонения от указанных общих тенденций. Укажем почвы с наибольшей степенью дифференциации по отдельным показателям: **ФГ** — почва 68 подзолистая с микропрофилем подзола, почва 50 дерново-подзолисто-глеевая старопашотная, почва 53 подзолистая глееватая песчаная, почва 59 пойменная дерновая глеевая глинистая (все они элювиального типа); **КРП** — почва 65 подзол иллювиально-железистый, почва 59 пойменная дерновая глеевая глинистая, почва 45 дерновая заболоченная на древнеаллювиальных песках, почва 44 аналогичная (все они аккумулятивного типа); $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ — почва 21 soddy-podsolic, почва 62 гумусово-квизиглеевая на юрских глинах, почва 65 подзол иллювиально-железистый (дифференциация разного типа); $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ — почва 67 подзолистая грубогумусовая, почва 65 подзол иллювиально-железистый, почва 54 дерново-подзолистая гумус-железисто-иллювиальная глеевая песчаная, почва 53 подзолистая глееватая песчаная (дифференциация разного типа); SiO_2/CaO — почва 13 серозем типичный целинный, почва 29 серозем типичный

Таблица 3. Статистические характеристики показателей для выборки в целом

Показатель	Медиана	Квартили	Моды
Число границ по гранулометрии	2.4	1.5–3.2	1.7–2.6 (главная) ≥ 5.2–6.1 (5 объектов)
Число границ по химсоставу	2.5	1.8–3.3	1.4–3.3
ФГ _{ср} , %	47.0	34.1–56.8	47.1–58.1 (главная) ≤ 3.3–14.3 (10 объектов)
КРП _{ср} , %	34.0	22.1–42.0	34.9–43.5 (главная) ≤ 0.68–9.24 (10 объектов)
СД (ФГ), %	–0.69	–1.7...+0.23	–2.23...+0.38
СД (КРП), %	+0.71	+0.031...+1.63	–0.073...+1.13
SiO ₂ /Al ₂ O _{3ср}	5.41	4.0–7.76	4.4–6.0 Хвост – >29 (5 объектов)
СД (SiO ₂ /Al ₂ O ₃), %	+0.072	–0.20...+0.34	–0.30...+0.48
SiO ₂ /Fe ₂ O _{3ср}	60	28–93	8.4–17.2 Хвост – >44 (9 объектов)
СД (SiO ₂ /Fe ₂ O ₃), %	+0.45	–0.33...+1.51	–0.21...+1.12 Хвост – <–5.0 (3 объекта)
SiO ₂ /CaO _{ср}	67.7	32.3–125	32–59 Хвост – >376 (5 объектов)
СД (SiO ₂ /CaO), %	+0.085	–3.2...+2.45	–0.72...+1.2 Хвост – <–16 (2 объекта)
SiO ₂ /MgO _{ср}	52.7	34.2–74.6	(1) 19.2–27.6 (2) 44.5–52.9 Хвост – >165 (3 объекта)
СД (SiO ₂ /MgO), %	+0.90	–0.29...+2.56	–0.11...+1.5
SiO ₂ /Na ₂ O _{ср}	70.2	46–95	(1) 39.5–47 (2) 70–77.4 Хвост – >214 (1 объект)
СД (SiO ₂ /Na ₂ O), %	–0.0029	–0.42...+0.61	–0.44...+0.27 Хвост – <–13.6 (1 объект)

Примечание. Индекс _{ср} – среднее по профилю почвы.

староорошаемый (дифференциация разного типа); SiO₂/MgO – почва 67 подзолистая грубогумусовая, почва 65 подзол иллювиально-железистый, почва 45 дерновая заболоченная на древнеаллювиальных песках, почва 42 дерново-подзолистая с ВГГ (вторым гумусовым горизонтом), почва 2 серая лесная пахотная (дифференциация разного типа); SiO₂/Na₂O – почва 23 чернозем типичный, почва 75 гумус-иллювиальный подзол на элювии песчаников (дифференциация разного типа).

Сгруппируем ту же информацию по почвам. Наиболее дифференцированная почва – почва 65 подзол иллювиально-железистый – 4 показателя аккумулятивного типа распределения; 4 почвы (45, 53, 59, 67) – сильно-средне дифференцированы по 2-м показателям; еще 11 почв заметно дифференцированы по одному показателю.

Интересно оценить, насколько различается число границ в профилях, найденное

по гранулометрическому и валовому химическому составам для выборки в целом. Медианы и квартили близки между собой, но есть различия в количестве мод (табл. 3). Коэффициент корреляции между числом границ не высок (0.55), но уровень значимости равен 0.001; однако доверие к этому результату невелико, т.к. распределения обоих показателей (особенно первого) далеки от нормальных. Проведено также сравнение этих показателей по *t*-критерию для сопряженных выборок: средняя разность между первым и вторым равна –0.18 при ее ошибке 0.15, разность незначима. Таким образом, значительные расхождения могут быть для отдельных почв, но не для выборки в целом.

Конечно, важен вопрос не только о количестве границ по разным подходам, но и о близости этих границ между собой по глубине. Но этот вопрос в данной работе не рассматривали.

Необходимо отметить, что несмотря на выявленные сложности эмпирических распределений отдельных показателей, имелось довольно много условно значимых парных корреляций для выборки в целом. В качестве наиболее существенных ($r > 0.7$) можно указать корреляции между средними по профилю величинами отношений валовых содержаний: $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ и SiO_2/MgO , $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и SiO_2/MgO , $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$; это может представлять интерес для минералогии почв, как и обобщенные данные дифференциации из табл. 3. Наличие этих корреляций проявилось и при выявлении избыточности информации при группировках почв.

Обратимся к результатам группировки педоматриц (их возможной макроорганизации в выборке по географическому и/или почвенно-классификационному принципу). Так как обычные алгоритмы группировок не позволяют иметь пропуски в данных (табл. 2), то имели дело с 2-мя вариантами подвыборок: 56 почв со всеми 16-ю показателями (включавшими натрий) и 71 почва с 14-ю показателями (без натрия). Принципиальной разницы в группировках этих подвыборок не видели, и далее приводим результаты только первой из них.

Разделение на группы по дендрограмме сходства определяется выбором порогового уровня — чем он выше, тем больше выделяется групп, но меньшего объема. Разделение по парно-групповому критерию обычно показывает следующую закономерность: сначала с ростом числа групп качество разделения улучшается, а с некоторого порога оно начинает уменьшаться или сохраняется на одном уровне. Отталкиваясь от 2-го алгоритма, можно определить минимальное количество групп с желаемым качеством разделения и наполняемостью групп. А затем подобрать такой уровень сходства на дендрограмме, чтобы получилось сопоставимое количество групп.

Для подвыборки 56×16 получен такой вариант приблизительной согласованности (табл. 4): по парно-групповому критерию — 23 группы (в том числе, 13 групп по одной почве, 5 — по 2 почвы, 2 — по 3 почвы, 3 группы содержали более 3-х почв); по дендрограмме при уровне сходства 70–61% — 24 группы (в том числе, 14 групп по одной почве, 5 — по 2 почвы, 2 — по 3 почвы, 3 группы содержали более 3-х почв).

Почвенный состав групп по 2-м алгоритмам не совпадает, хотя и пересекается. Далее для сокращения объема статьи подробно покажем результаты, полученные при группировке с помощью дендрограммы.

В табл. 5 почвы охарактеризованы крупными разделами почвенно-географического районирования (пояс, зона/подзона, провинция), типами

почв по Классификации почв СССР 1977 г., отделами по Классификации почв России 2004 г., а также названием гранулометрического состава, наличием карбонатов (есть или нет) и разделением химико-минералогического состава по содержанию SiO_2 ($>60\%$ — сиаллитные кислые минералы, $<60\%$ — сиаллитные прочие минералы; использовано в Классификации 2004 г., с. 288–289).

Отметим, что отнесение по районированию проведено нами, по классификациям — частично нами, а остальные показатели оценены по фактическим данным.

Так как объем подвыборки ограничен и получен не случайным образом, то об однородности полученных групп (табл. 5) можно судить не столько по совпадениям показателей использованных характеристик в группе, сколько по их различиям (т.е. совпадения в этом случае более ожидаемы по алгоритму группировки, чем несовпадения). Более или менее разделяются легкие и тяжелые почвы, но в группе 11 и они смешались. По наличию карбонатов уже присутствуют 3 смешанные группы (1-я, 3-я и 4-я). Подавляющее число почв в выборке содержит кислые сиаллитные минералы, но и они смешаны с прочими в группе 4. По географическим и классификационным почвенным характеристикам группы практически всегда являются смешанными. Таким образом, предположение В.О. Таргульяна о необходимости других критериев географии и классификации педоматриц по сравнению с почвами (см. Введение) находит свое подтверждение.

Статистические характеристики полученных групп из табл. 5 в зависимости от использованных нами количественных показателей представлены в табл. 6.

Чтобы определить, за счет каких показателей различаются группы, был использован метод МГК для медиан показателей в группах. Но результат получился не лучше, чем для исходной выборки объектов — информация также сильно размазана по 5-ти главным компонентам, и ведущие показатели разделения не выделяются. Дендрограмма медиан групп показала на уровне сходства 70% объединение групп 1–4, на уровне 60% — объединение групп (5, 10) и (9, 13, 14). Однако и в этом случае явно не видны причины объединений.

Посмотрим, что можно сказать о группах с числом почв >2 . В группе 1 количество границ слоев по валовому химсоставу в 2 раза больше, чем по гранулометрическому. Следовательно, в почвах этой группы валовой химсостав быстрее или независимо дифференцируется, чем гранулометрический. Обратную закономерность наблюдали в группе 9.

Таблица 4. Характеристика групп подвыборки 56 × 16

Номер группы	Номер почвы	ПОГЕРА			Тип почвы (1977 г.)	Отдел классификации (2004 г.)	Гранулометрический состав	Карбонаты	Силитные минералы
		пояс	зона (код)	провинция					
1 (5)	1	Бореальный	2-1-3	Среднерусская	Подзолистые	Текст-дифференц.	Легкоглинистый	Нет	Кислые
	5	Суббореальный	3-2-1	Североукраинская	Серые лесные	»	Тяжелосуглинистый	Нет	»
	6	»	3-2-2	Южноукраинская	Черноземы	Аккумулятивные	»	Есть	»
	7	»	3-2-2	Южноукраинская	Черноземы	»	Легкоглинистый	Есть	»
	47	Бореальный	2-1-3	Среднерусская	Серые лесные	Текст-дифференц.	Тяжелосуглинистый	Нет	»
	4	Суббореальный	3-2-1	Оско-Донская	черноземы	Аккумулятивные	тяжелосуглинистый	Есть	«
	3 (9)	Суббореальный	3-2-1	Оско-Донская	Черноземы	Аккумулятивные	Тяжелосуглинистый	Есть	Кислые
2 (1)	22	»	»	Нижекамская	Серые лесные	Текст-дифференц.	Среднесуглинистый	Нет	»
	46	»	»	Оско-Донская	»	»	Тяжелосуглинистый	»	»
	48	»	»	»	»	»	»	»	»
	70	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	»	»	»	»
	72	»	»	»	»	»	»	»	»
	73	»	»	»	»	»	»	»	»
	74	»	»	»	»	»	»	»	»
	78	Суббореальный	3-1-1	Не определена	Бурые лесные	Структурно-метаморфич.	среднесуглинистый	Есть	»
	14	Субтропический	Горная	Зап.	Аллюв-луг. карб.	Аллювиальные	Среднесуглинистые	Есть	Кислые
	24	Суббореальный	3-2-1	Притяньшанская	Черноземы	Аккумулятивные	Легкоглинистые	»	»
4 (12)	25	Субтропический	Горная	Оско-Донская	Сероземы	Не определена	Тяжелосуглинистые	»	»
	26	Суббореальный	- « -	Зап.	Коричневые	Структурно-метаморфич.	Тяжелосуглинистые	»	»
	27	Субтропический	»	Притяньшанская	Бурые лесные	»	Легкоглинистые	»	»
	28	»	»	Юж-Тяньш-Памирск.	Коричневые	»	Легкоглинистые	»	»
	30	»	4-3-2	Зап. Тяньшанская	Аллюв-лугов.	»	Тяжелосуглинистые	»	»
	33	Суббореальный	Горная	Юж-Тяньш-Памирск.	(горно-лесные)	Аллювиальные	Легкоглинистые	Нет	»
	38	»	3-2-2	Зап.	Подзолистые	Не определена	Тяжелосуглинистые	Есть	На
	39	»	»	Притяньшанская	Черноземы	Аккумулятивные	Тяжелосуглинистые	»	границы
	40	»	»	Алтайско-Саянская	Луг-чернозем.	»	Легкоглинистые	»	На
	41	»	»	Предалтайская	Солонец гидром.	Щелочно-глинисто-дифференци-рованные	Среднесуглинистые	»	границы
				»	Луговые	Гидро-метаморфич.	»	Прочие	Прочие
5 (2)	8	Суббореальный	3-2-2	Южноукраинская	Солонец автом.	Щелочно-глин-диффер	Среднеглинистые	Есть	Кислые
	42	Бореальный	2-1-3	Среднеобская	Подзолистые	Текстурно-диффер.	легкоглинистые	Есть	кислые
6 (1)	11	Суббореальные	горные	Крымская	Коричневые	Структур-метаморф.	тяжелосуглинистые	Есть	Прочие

Таблица 4. Окончание

Номер группы	Номер почвы	ПОГЕРА			Тип почвы (1977 г.)	Отдел классификации (2004 г.)	Гранулометрический состав	Карбонаты	Силликатные минералы
		пояс	зона (код)	провинция					
7(2)	19	Субтропический	4-3-1	Южногуранская	Серо-бурая пуст.	Не определена	Супесчаные	Есть	Кислые
66	66	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Не определена	Псаммозем гумусовый	супесчаные	Есть	Кислые
8(1)	10	Суббореальный	Гор- ные/ (3-1-2)	Крымская	Не определена	Структур-метаморф.	тяжелосуглинистые	Нет	Прочие
9(3)	49	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Тяжелосуглинистые	Нет	Кислые
50	50	»	»	»	Подзолистые	Тектурно-диффер.	»»	»	»
51	51	»	»	»	Дерново-глеявые	Альфегумусовые	»	»	»
69	69	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Тяжелосуглинистые	Нет	Кислые
71	71	»	»	»	»	»	»	»	»
11(3)	16	Субтропический	4-3-2	Пригиссарская	Орош. серозем	Не определена	Среднесуглинистые	Есть	Кислые
18	18	»	4-3-1	Северотуранская	Такыр	Не определена	Среднеглинистые	»	»
20	20	»	»	»	Орош. луговая	Аллювиальные	Супесь	»	»
12(2)	13	Субтропический	4-3-2	Зап. Припятская	Серозем	Не определена	Тяжелосуглинистые	Есть	Кислые
29	29	»	»	»	»	Не определена	Среднесуглинистые	»	»
13(1)	21	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
14(1)	68	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
15(1)	67	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
16(1)	32	Суббореальный	3-2-2	Предалтайская	Подзолистые	Тектурно-диффер.	Пески связанные	Нет	Кислые
17(1)	43	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Не определена	Не определена	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
18(1)	61	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Не определена	Органо-аккумулятив.	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
19(1)	75	Суббореальный	3-1-2	Карпатская	Подзол	Альфегумусовые	Легкосуглинистые	Нет	Кислые
					гумус-иллювиальный				
20(1)	62	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Не определена	Не определена	Среднесуглинистые	Нет	Кислые
21(1)	2	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Серые лесные	Тектурно-диффер.	тяжелосуглинистые	Нет	Кислые
22(2)	63	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Подзол	Альфегумусовые	Пески связанные	Нет	Кислые
64	64	»	»	»	иллюв-железистый	Слаборазвитые	Пески рыхлые	»	»
					Не определена				
23(1)	23	Суббореальный	3-2-1	Нижекамская	Черноземы	Аккумулятивные	тяжелосуглинистые	Есть	Кислые
24(1)	65	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегодский	Подзолистые	Альфегумусовые	Пески связанные	Нет	Кислые

Примечание. ПОГЕРА – почвенно-географическое районирование (использован классификатор из “Методического руководства по описанию почв в системе информационной базы классификации”, М: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 1986, 126 с.), горные зоны/подзоны указаны для ясности текстом; для силликатных минералов “на грани” означает, что содержание кремнезема соответствует граничной величине между “кислыми” и “прочими”. То же в табл. 7.

* В скобках указано количество почв в группе. То же в табл. 6.

Таблица 5. Статистические характеристики (параметры) групп педоматриц из табл. 4

Параметр	Гранулометрический состав				Валовой химический состав										
	n гр.	ФГ		КРП	n гр.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃		SiO ₂ /CaO		SiO ₂ /MgO		SiO ₂ /Na ₂ O	
		среднее	СД, %			среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %
	Группа 1 (5)														
Медиана	1.0	56.5	-0.20	+0.094	2.4	6.0	0	14.8	+0.17	44.0	+0.14	53.5	+1.2	75	+0.73
Кварт. 1	0.7	53	-0.48	-0.17	1.4	5.6	—	13.7	-0.48	39	-0.475	44	+0.60	71	+0.21
Кварт. 2	1.3	59	+0.03	+0.34	2.7	6.3		15.9	+0.65	51	+1.75	65.5	+2.6	88	+0.97
	Группа 2 (1)														
Медиана*	1	45.1	-0.11	-1.13	3	6.25	0	22.5	-0.315	113	-5.21	79.4	-1.29	88.7	-0.20
	Группа 3 (9)														
Медиана	2.15	46.6	-1.8	+0.81	2.7	6.2	+0.090	17	+1.4	67	-0.62	59.5	+2.1	71	-0.18
Кварт. 1	1.9	42	-2.1	+0.58	2.1	5.9	+0.042	15.5	+0.88	56	-1.75	53.6	+1.2	58	-0.51
Кварт. 2	2.7	48.5	-1.3	+1.1	3.1	6.8	+0.21	18	+2.1	97.5	+0.54	76.5	+2.7	80	+0.19
	Группа 4 (12)														
Медиана	2.1	52	-0.043	+0.98	2.4	4.3	0	12	+0.052	50	+0.60	31.4	+0.20	45.3	-0.027
Кварт. 1	1.85	48	-0.745	+0.39	1.9	4.1	—	11.3	-0.050	20	-0.45	24	-0.705	41.8	-0.55
Кварт. 2	2.6	58	+0.87	+1.5	2.6	4.6		12.8	+0.25	70	+1.8	43	+1.6	50	+0.42
	Группа 5 (2)														
Медиана**	3	57	-1.95	+2.0	3.3	6.1	+0.20	13.3	+1.5	78.4	+0.77	77	+6.1	63.5	+0.625
	Группа 6 (1)														
Медиана*	1	48.5	-0.255	+3.17	3.5	2.92	0	8.48	+0.010	38.4	+2.0	57.5	+1.17	125	-0.41
	Группа 7 (2)														
Медиана**	3	15.1	+0.58	+0.28	1.75	6.14	0	24.7	-0.295	94.6	+5.2	32	+0.47	56.1	+0.28
Группа 8(1)															
Медиана**	6	55.9	-1.04	+0.058	3.5	3.5	0	8.9	+0.61	22.6	-4.94	55.4	-0.785	120	+1.8
	Группа 9 (3)														
Медиана	4.3	41.9	-3.05	+0.45	1.4	5.38	+0.079	26.2	+1.08	46.8	+0.080	116	+0.81	75.4	+0.165
Кварт. 1	4.1	41.2	-3.7	+0.29	0.7	5.0	+0.034	21	+0.07	41.5	-0.11	103	+0.23	74.7	+0.15
Кварт. 2	4.8	43.6	-2.3	+0.99	3.8	5.5	+0.14	40	+1.45	48.4	+0.27	125	+2.3	77.1	+0.21
	Группа 10 (2)														
Медиана**	5.75	44.4	-1.96	+1.16	5	6.0	+0.173	14.5	+2.6	55.65	-2.04	52.1	+1.81	61.5	-0.447
	Группа 11 (3)														
Медиана	2.3	52.4	-1.2	-0.70	2	4.65	0	12.4	+0.25	700	+0.24	15.9	+0.10	38.3	+0.30
Кварт. 1	2.1	42	-1.45	-1.8	—	4.5	—	12.0	+0.12	530	-0.18	15.0	+0.05	34.4	+0.078
Кварт. 2	2.8	56	-0.77	-0.33	36	5.0		13.5	+0.38	826	+1.63	18.3	+0.27	39.6	+1.0

Таблица 5. Окончание

Параметр	Гранулометрический состав				Валовой химический состав													
	n гр.	ФГ		КРП		n гр.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃		SiO ₂ /CaO		SiO ₂ /MgO		SiO ₂ /Na ₂ O			
		среднее	СД, %	среднее	СД, %		среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %	среднее	СД, %		
Медиана**	2	44.9	-0.21	43.8	-0.037	2	Группа 12 (2)		4.65	0	11.9	0	177	-22.8	23	-0.53	36.9	+0.12
Медиана*	4	33.9	-3.16	40.3	-0.205	2	Группа 13 (1)		7.68	+2.16	21.1	+1.02	48.45	+1.18	56.5	+1.5	107	-0.495
Медиана*	3	30.75	-4.74	50.9	+0.98	3	Группа 14 (1)		6.61	+1.42	25.1	+5.0	76.8	+2.3	87.4	+5.4	58.15	-0.53
Медиана*	2	30.1	-3.36	17.8	+0.66	0.5	Группа 15 (1)		4.66	+1.57	29.3	+6.0	65.8	+2.1	47.7	+6.44	100	-2.47
Медиана*	1	7.52	+1.5	6.6	+1.7	4	Группа 16 (1)		9.7	+0.125	23.8	+1.7	97.7	-0.647	141	-0.17	105	+0.17
Медиана*	3	38.1	+0.058	60	-0.043	4.5	Группа 17 (1)		8.9	+0.13	29.6	+1.08	129	-0.54	132	+1.1	145	-0.46
Медиана*	6	30.5	-0.18	29.1	-0.165	6.5	Группа 18 (1)		5.1	-0.00004	26.3	-5.1	54.9	-1.8	65	+0.22	74.6	-0.104
Медиана*	3	21	+1.48	16.4	+0.079	2.5	Группа 19 (1)		7.53	+0.81	28.8	+2.87	711	-4.43	71.5	+2.88	109	+5.1
Медиана*	3.5	79.2	-1.0	16.7	+1.26	7	Группа 20 (1)		5.57	-2.6	10.75	+0.56	22.8	-0.19	28.7	+0.30	95.35	+0.0007
Медиана*	1	45.9	-0.95	51.7	+0.61	3	Группа 21 (1)		6.6	0	19.4	+4.2	95.4	+8.85	72.8	+11.2	172	+4.37
Медиана**	3.5	5.16	-0.73	2.2	-0.35	2.3	Группа 22 (2)		9.84	+0.57	87.9	+0.70	127	-0.059	115	+3.1	120	+0.335
Медиана*	2	56.1	-0.25	34.7	+0.13	2.5	Группа 23 (1)		4.7	0	13.3	0	7.96	+2.5	35.25	-1.7	219	-15.3
Медиана*	3	7.13	+1.3	1.86	+5.87	1.5	Группа 24 (1)		7.5	+2.8	63.6	+6.4	143	+0.93	111	+6.45	131	-0.81

Примечание. Прочерк – в данной группе все величины соответствующего показателя одинаковы. *В группах, где одна почва, медиана соответствует единственной величине показателя. ** Медиана – в случае 2-х почв в группе медиана равна среднему арифметическому.

Таблица 6. Характеристика групп подвыборки 56 × 7

Номер группы *	Номер почвы	ПОГЕРА			Тип почвы (1977 г.)	Отдел классификации (2004 г.)	Гранулометрический состав	Карбонаты	Силликатные минералы
		пояс	зона (код)	провинция					
1(7)	1	Бореальный	2-1-3	Среднерусская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Легкоглинистые	Нет	Кислые
	6	Суббореальный	3-2-2	Юж-Украинская	Черноземы	Аккумулятивные	Тяжелосуглинист.	Есть	»
	8	Суббореальный	3-2-2	Юж-Украинская	Солонец автом.	Щелочно-глин-дифф.	Среднеглинистые	Есть	»
	47	Бореальный	2-1-3	Среднерусская	Серая лесная.	Текстур-диффер.	Тяжелосуглинист	Нет	»
	72	»	»	Вятско-Камская	Подзолистые	»	»	»	»
2(2)	73	»	»	»	»	»	»	»	»
	74	»	»	»	»	»	»	»	»
	24	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Черноземы	Аккумулятивные	Легкоглинистые	Есть	Кислые
	33	»	Горная	Алтайско-Саян.	Подзолистые (горно-лесные)	Не определена	«	Нет	— « -
	13	Субтропический	4-3-2	Зап.Притяньшань.	Сероземы	Не определена	Тяжелосуглинист.	Есть	Кислые
3(6)	14	»	Горная	»	Аллюв.-лугов.карб.	Аллювиальные	Среднесуглинист.	»	»
	26	Суббореальный	»	Юж-Тяньшань-	Коричневая	Структурно-	Тяжелосуглинист.	»	»
	27	Субтропический	»	Памирская	Бурая лесная	метаморфическ	Легкоглинистая	»	»
	28	»	»	Зап.Притяньшань.	Коричневая	»	»	»	»
	29	»	4-3-2	Юж-Тяньшань-	Сероземы	»	Среднесуглинист.	»	»
4(2)	25	Субтропический	Горная	Памирская	Не определена	Не определена	Среднесуглинист.	Есть	Кислые
	30	»	4-3-2	Зап.Притяньшань.	Сероземы	Не определена	Тяжелосуглинист.	»	»
	38	Суббореальный	3-2-2	Зап.Притяньшань.	Аллюв.-луговые	Аллювиальные	Тяжелосуглинист.	Есть	Кислые
	39	»	»	Предалтайская	Черноземы	Аккумулятивные	»	Есть	На грани
	40	»	»	»	Лугово-черноземные	»	Тяжелосуглинист.	»	На грани
6(1)	41	Суббореальный	3-2-2	»	Солонец гидроморфный	Щелочно-глин-дифф.	Легко-среднеглинист.	»	Прочие
	41	Суббореальный	3-2-2	Предалтайская	Луговая	Гидрометаморфические	Среднесуглинист.	Есть	Прочие
	3	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Черноземы	Аккумулятивные	Тяжелосуглинист.	Есть	Кислые
	22	»	»	Нижнее-Камская	Серые лесные	Текстур-диффер.	Среднесуглинист.	Нет	»
	46	»	»	Окско-Донская	»	»	Тяжелосуглинист.	»	»
7(7)	48	»	»	»	»	»	»	»	»
	68	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегод.	Подзолистые	»	Среднесуглинист.	»	»
	70	»	2-1-3	Вятско-Камская	»	»	Тяжелосуглинист.	»	»
	78	Суббореальный	3-1-1	Не определено	Бурые лесные	Структурно-метаморфическ.	Среднесуглинист.	Есть	»

Таблица 6. Окончание

* Номер группы	Номер почвы	ПОГЕРА			Тип почвы (1977 г.)	Отдел классификации (2004 г.)	Гранулометричес- кий состав	Карбонаты	Силитивные минералы
		пояс	зона (код)	провинция					
8(1)	21	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Среднесуглинист.	Нет	Кислые
9(1)	42	Бореальный	2-1-3	Среднеобская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Легкоглинистые	Есть	Кислые
10(2)	50	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Тяжелосуглинист.	Нет	Кислые
11(1)	51	»	»	»	Дерново-глеевые	Альфегумусовые	»	»	»
	11	Суббореальный	Горные	Крымская	Коричневые	Структурно-метаморфическ.	Тяжелосуглинист.	Есть	Прочие
12(1)	19	Субтропический	4-3-1	Юж-Туранская	Серо-бурая пустынная	Не определена	Супесь	Есть	Кислые
13(2)	66	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Не определена	Слаборазвитые	Супесь	Есть	Кислые
	67	»	2-1-2	Онего-Вычегод.	Подзолистые	Текстур-диффер.	Среднесуглинист.	Нет	»
14(1)	62	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегод.	Не определена	Не определена	Среднеглинистая	Нет	Кислые
15(1)	10	Суббореальный	Гор- ные / (3-1-2)	Крымская	Не определена	Структурно-метаморфическ.	Тяжелосуглинист.	Нет	Прочие
16(1)	61	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегод.	Не определена	Органо-аккумуля.	Среднеглинистая	Нет	Кислые
17(2)	69	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Тяжелосуглинист.	Нет	Кислые
	71	»	»	»	»	»	»	»	»
18(1)	43	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Не определена	Не определена	Среднеглинистая	Нет	Кислые
19(1)	49	Бореальный	2-1-3	Вятско-Камская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Тяжелосуглинист.	Нет	Кислые
20(1)	2	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Серые лесные	Текстур-диффер.	Тяжелосуглинист.	Нет	Кислые
21(1)	23	Суббореальный	3-2-1	Нижекамская	Черноземы	Аккумулят.-гумус.	Тяжелосуглинист.	Есть	Кислые
22(2)	16	Субтропический	4-3-2	Пригиссарская	Орош. сероземы	Не определена	Среднесуглинист.	Есть	Кислые
	20	»	4-3-1	Сев.-Туранская	Орош. луговые	Аллювиальные	Супеси	»	»
23(1)	18	Субтропический	4-3-1	Сев.-Туранская	Такыр	Не определена	Среднеглинистые	Есть	Кислые
24(1)	75	Суббореальный	3-1-2	Карпатская	Подзол гумус-иллюв.	Альфегумусовые	Легкосуглинистые	Нет	Кислые
25(1)	32	Суббореальный	3-2-2	Предалтайская	Подзолистые	Текстур-диффер.	Песок связный	Нет	Кислые
26(3)	63	Бореальный	2-1-2	Онего-Вычегод.	Подзол иллюв.-желез.	Альфегумусовые	Песок связный	Нет	Кислые
	64	»	»	»	Не определена	Слаборазвитые	Песок рыхлый	»	»
	65	»	»	»	Подзолистые	Альфегумусовые	Песок связный	»	»
27(2)	4	Суббореальный	3-2-1	Окско-Донская	Черноземы	Аккумулят.-гумусов.	Тяжелосуглинист.	Есть	Кислые
	5	»	»	Сев.-Украинская	Серые лесные	Текстур-диффер.	»	Нет	»
28(1)	7	Суббореальный	3-2-2	Южно-Украинск.	Черноземы	Аккумулят.-гумусов.	Легкоглинистые	Есть	Кислые

Группы различаются и по набору показателей с преобладающим типом дифференциации химсостава (везде аккумулятивным): в группе 1 — для SiO_2/MgO и $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, в группе 3 — для $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ и SiO_2/MgO , в группе 4 — таковых нет, в группе 9 — для $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, SiO_2/MgO и $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, в группе 11 — для $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, SiO_2/MgO и $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$. Это — повод для рассмотрения проблемы почвенными минералогами.

Можно предположить, что трудность выделения ведущих группирующих показателей связана с избыточностью их общего числа при коррелированности многих из них (см. выше). В таких случаях рекомендуется сократить число показателей, убрав некоторые из закоррелированных. Чтобы уточнить ситуацию, была построена дендрограмма сходства самих показателей подвыборки 56×16 . Оказалось, что многие из показателей сходны на уровне

99–100%, если их все убрать, то в таком жестком случае остается только 7 показателей: число границ слоев (один из двух вариантов), ФГ, КПП и все показатели валового химсостава (кроме $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) без степеней дифференциации. В этом варианте была повторена группировка и статистическая оценка показателей (табл. 7). Согласованный с парогрупповым критерием уровень сходства для дендрограммы составил в этом случае 86–72%.

Было получено 28 групп (в том числе 16 групп, в составе которых была одна почва, 7–2 почвы, 2–3 почвы и 3 группы с содержанием более 3-х почв). Десять групп по одной почве были общими с группировкой по всему набору показателей: это были почвы 2, 10, 11, 21, 23, 32, 43, 61, 62 и 75. Это — самые разные почвы, расположенные от Коми до Крыма и от Карпат до Алтая, включая палеопочву в районе Курска (почва 43).

Таблица 7. Статистические характеристики (параметры) групп педоматриц из табл. 6

Параметр	Гранулометрический состав			Валовой химический состав			
	<i>n</i> границ	ФГ среднее	КПП среднее	$\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ср	SiO_2/CaO ср	SiO_2/MgO ср	$\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ср
Группа 1 (7)							
Медиана	1.8	50.6	38.6	14.5	55.8	53.3	66.2
Квартиль 1	1.2	49.3	36.6	14.1	44	48.4	58
Квартиль 2	1.9	55.5	40.7	15.9	69	59.8	72
Группа 2 (2)							
Медиана*	2	60.5	29.4	12.2	40.6	39.9	85.3
Группа 3 (6)							
Медиана	2.3	47.0	40.7	11.6	108	26.2	39.5
Квартиль 1	1.7	43	37.2	11.3	78	22.9	37.9
Квартиль 2	2.7	49	43.6	12.4	160	30.0	42.1
Группа 4 (2)							
Медиана*	1	53.3	30.6	12.0	61.7	19.1	41.0
Группа 5 (3)							
Медиана	2.3	56.8	18.3	12.1	17.2	50.1	43.5
Квартиль 1	2.1	52.3	18.0	12.0	15.8	43.6	41.2
Квартиль 2	2.8	58.2	18.3	12.5	18.2	61	44.9
Группа 6 (1)							
Медиана**	3	37.2	19.6	12.7	5.96	21.0	45.5
Группа 7 (7)							
Медиана	2.8	42.9	49.3	18	77.4	73.8	75.5
Квартиль 1	2.2	37.8	45.7	17	60	60	62
Квартиль 2	2.9	46.6	51.1	20	104	82	81
Группа 8 (1)							
Медиана**	4	33.9	40.3	21.1	48.5	56.5	107
Группа 9 (1)							
Медиана**	4	57.5	28.7	13.4	49.8	91.3	46.9
Группа 10 (2)							
Медиана*	4	41.1	39.9	20	44.2	125	76.1
Группа 11 (1)							
Медиана**	1	48.5	16.4	8.48	38.4	57.1	125

Таблица 7. Окончание

Параметр	Гранулометрический состав			Валовой химический состав			
	<i>n</i> границ	ФГ среднее	КРП среднее	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃ _{ср}	SiO ₂ /CaO _{ср}	SiO ₂ /MgO _{ср}	SiO ₂ /Na ₂ O _{ср}
				Группа 12 (1)			
Медиана **	4	17.8	22.9	18.5	159	21.1	40.6
				Группа 13 (2)			
Медиана *	2	21.3	12.6	30.2	48	45.3	85.8
				Группа 14 (1)			
Медиана **	3.5	79.2	16.7	10.8	22.8	28.7	95.4
				Группа 15 (1)			
Медиана **	6	55.9	18.6	8.92	22.6	55.4	120
				Группа 16 (1)			
Медиана **	6	30.5	29.1	26.3	54.9	65	74.6
				Группа 17 (2)			
Медиана *	5.75	44.4	41.4	14.5	55.7	52.1	61.5
				Группа 18 (1)			
Медиана **	3	38.1	60	29.6	129	131.5	145
				Группа 19 (1)			
Медиана **	5	44.6	40.5	47.9	49.9	118	75.1
				Группа 20 (1)			
Медиана **	1	45.9	51.7	19.4	95.4	72.8	172
				Группа 21 (1)			
Медиана **	2	56.1	34.7	13.3	7.96	35.3	219
				Группа 22 (2)			
Медиана *	2	45.3	37.2	13.1	829	16.9	40.7
				Группа 23 (1)			
Медиана **	3	59.4	26.6	11.7	402	15.5	32.3
				Группа 24 (1)			
Медиана **	3	21.0	16.4	28.8	711	71.5	109
				Группа 25 (1)			
Медиана **	1	7.52	6.6	23.8	97.7	141	105
				Группа 26 (3)			
Медиана	3.3	6.1	2.0	82.6	134	113	123
Квартиль 1	3.1	4.8	1.6	70	120	107	120
Квартиль 2	3.8	6.6	2.7	87	139	122	128
				Группа 27 (2)			
Медиана *	1	51.5	40.6	19.7	85.3	77.2	91.4
				Группа 28 (1)			
Медиана **	0	60.7	37.3	12.2	35.4	36.9	92.4

Крупные группы (1, 3, 7) довольно разнородны географически, еще сильнее — почвенно-классификационно; но все они тяжелого гранулометрического состава и все из сиаалитно-кислых минералов. Не кислые минералы в этот раз нигде не смешаны в одних группах с кислыми и образуют группы 5, 6, 11, 15. Тем не менее, ни по данным табл. 6, ни по картине МГК не удалось связать эти группы с конкретными показателями.

Почвы 69 и 71 образовали самостоятельную группу и по полному, и по сокращенному набору показателей. Таким образом, 11 групп (более 1/3 от общего числа) не изменило свой состав после исключения “избыточных” показателей. Из этого следует, что и по 7-ми оставшимся показателям эти почвы сильно отличаются от других и друг от друга.

Для выявления ведущих показателей разделения групп вновь применили МГК к медианам групп

табл. 6. По сравнению с предыдущими случаями применения этого алгоритма ситуация несколько улучшилась — уже 3 (вместо 5) ГК охватывали почти 70% информации, и наметились ведущие разделяющие показатели. Только по первым двум ГК их оказалось 5 из 7-ми, что лишь ненамного облегчает объяснение полученной картины. Да и трудно было ожидать другого результата при столь незначительном числе существенных по объему групп. Самое малое число границ (гранулометрических) (0–1) имеют группы 4, 11, 20, 25, 27 и 28 (почвы самые разные), наибольшее число границ (5–6) — группы 15, 16, 17, 19 (почвы тоже разные). Размах варьирования между группами по другим показателям тоже широк.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проделанная работа показала, что почвенные тела (педоматрицы), позволяя использование количественных подходов, образуют географические структуры, отличные от географических структур почв. Следовательно, имеется смысл их самостоятельного изучения.

Возникли и другие вопросы, представляющие интерес. Почему в некоторых почвенных телах различается число границ (слоев), найденных по гранулометрическому составу и по валовому химическому? Насколько совпадают глубины этих двух типов границ? Связаны ли тренды по профилю с минералогическим составом почв и с известными почвенными процессами? Имеются, наверное, и другие вопросы, на которые автор не обратил внимания.

Автор предоставляет свою выборку для дальнейших исследований и ее расширения за счет других почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Таргульян В.О.* Теория педогенеза и эволюции почв. М.: Изд-во ГЕОС, 2019. 296 с.
2. *Фридланд В.М.* Об оподзоливании и иллимизации (обезыливания) // Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука, 1986. С. 173–184.
3. *Градусов Б.П., Фрид А.С., Градусова О.Б.* Способ определения границ горизонтов почвенных профилей по аналитическим показателям на основе методов кластерного анализа // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2002. Вып. 55. С. 3–14.
4. *Градусов Б.П., Фрид А.С., Градусова О.Б.* О двух фазах специфической стадии подзолистого макропроцесса // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2006. Вып. 58. С. 13–20.
5. *Фрид А.С., Надежкина Е.В., Караякова В.И.* Влияние газопылевых выбросов предприятий промышленности на различные компоненты биогеоценоза серой лесной почвы лесостепной зоны // Агрохимия. 2007. № 2. С. 32–42.
6. *Фрид А.С.* Об оценке степени дифференциации показателя в почвенном профиле // Почвоведение. 1992. № 5. С. 112–116.
7. *Прохорова З.А., Фрид А.С.* Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта. М.: Наука, 1993. 190 с.
8. *Качинский Н.А.* Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 192 с.
9. Алгоритмы и программы для ЭВМ МИР-2. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1979. 120 с.
10. Алгоритмы и программы для ЭВМ СМ-4. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1985. 108 с.
11. *Рожков В.А.* Почвенная информатика. М.: Изд-во МГУ, 1987. 112 с.
12. Конференция по диагностике и режиму подзолистых и болотно-подзолистых почв южной тайги (27–29 мая 1974 г.). Путеводитель экскурсии по почвам Рузского стационара. М., 1974. 81 с.
13. X Международный конгресс почвоведов. Путеводитель почвенной экскурсии. Восточно-Европейская равнина, лесостепная и степная зоны. Тур 1. М.: Наука, 1974. 95 с.
14. X Международный конгресс почвоведов. Путеводитель почвенной экскурсии. Средняя Азия, Узбекистан. Тур 7. М.: Наука, 1974. 83 с.
15. X Международный конгресс почвоведов (10th International Congress of Soil Science). Soils of Povolzh'ye. Pushchino-on-Oka, 1974. 67 p.
16. VII Всесоюзный съезд почвоведов. Путеводитель научной почвенной экскурсии. Ташкент: ФАН, 1985. 107 с.
17. VIII Всесоюзный съезд почвоведов. Путеводитель экскурсий. Новосибирск, 1989. 162 с.
18. IV съезд Докучаевского общества почвоведов. Путеводитель научных полевых экскурсий. (9–13 августа 2004 г., Новосибирск). Новосибирск, 2004. 116 с.
19. VII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции “Почвоведение — продовольственной и экологической безопасности страны” (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). Путеводитель научных полевых экскурсий. Москва—Белгород, 2016. 121 с.
20. *Романова Т.А., Пироговская Г.В., Тихонов С.А.* Некоторые особенности дерновых заболоченных почв Белоруссии // Почвы БССР и пути повышения их плодородия (Докл. к V Всесоюз. съезду почвоведов, 11–15 июля 1977 г., Минск). Минск, 1977. С. 11–20.

21. III съезд Докучаевского общества почвоведов (11–18 июля 2000 г., Суздаль). Путеводитель научных почвенных экскурсий. М., 2000. 118 с.
22. VIII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школа молодых ученых по морфологии и классификации почв “Почвы — стратегический ресурс России” (Сыктывкар–Воркута–Киров, 10–17 августа 2022 г.). Путеводитель научных почвенных экскурсий. Москва–Сыктывкар, 2022. 240 с.

Experiment of Quantitative Study of Variety of Mineral Soil Bodies (Pedomatrix)

A. S. Frid*

*All-Russia Research Institute of Phytopathology,
ul. Institut, poss. 5, Moscow region, Odintsovo district, r.p. Bolshye Vyazemye 143050, Russia*

**E-mail: asfrid@mail.ru*

The question of the study of soil bodies (pedomatrids) independently of soil systems, although raised earlier, has not yet found a concrete reflection in the soil literature. Two groups of quantitative indicators of pedomatrids (granulometric and gross chemical compositions) have been converted to reflect not only their content but also their distribution in the soil profile. A total of 16 indicators were obtained for each pedomatrix. The soil data sample covered a fairly wide area of the European, West Siberian and Central Asian parts of the former USSR. To assess the macrostructure of the data sample, the pedomatrices were grouped according to these 16 indicators. Only a few groups with more than three objects each and many smaller groups with one object each have been found. On the one hand, this seems to confirm the independence of soil varieties from each other, but, on the other hand, the resulting groups are quite heterogeneous, both geographically and in terms of soil classification (according to the soil classifications of the USSR (1977) and Russia (2004)). This confirms the idea of V.O. Targulyan about the necessity of studying the geography and classification of soil bodies, regardless of soils.

Keywords: soil bodies (pedomatrix), quantitative characteristics, geography, classification.