

4. Поляков С.С. Состав и свойства покровных суглинков и глин Московской области (Подмосковья) // Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Т. V (XLV). М.: Изд-во МГУ, 1960. С. 71–98.

5. Рябченков А.С. О минералого-петрографическом подходе к изучению генезиса покровных образований Русской равнины // Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Т. V (XLV). М.: Изд-во МГУ, 1960. С. 99–108.

6. Русаков А.В., Керзум П.П., Мативян Н.Н. Карбонатные лессовидные суглинки центра Русской равнины и эволюция почвенного покрова в позднем плейстоцене и голоцене // Почвоведение. 2000. № 8. С. 917–926.

7. Чижииков П.Н. О признаках покровных суглинков в связи с их происхождением // Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Т. V (XLV). М.: Изд-во МГУ, 1960. С. 109–122.

8. Чижииков П.Н. Карта почвообразующих пород европейской части СССР. Пояснительный текст. М. 1968. 40 с.

9. Чумаков О.Е. Четвертичная система // Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист О-(38), 39. Киров. С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. С. 124–146.

10. Щербаков И.Н. О происхождении покровных суглинков центра Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1963. № 6. С. 74–78.

УДК 631.48

## Дерново-карбонатные почвы со сложным органопрофилем Вятского Прикамья

© 2012. А. М. Прокашев<sup>1</sup>, д.с.-х.н., зав. кафедрой, Н.А. Огаркова<sup>1</sup>, аспирант,  
М.М. Пахомов<sup>1</sup>, д.г.н., профессор, В.Г. Мохнаткин<sup>2</sup>, д.т.н., ректор,

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

e-mail: kaf\_geo@vshu.kirov.ru

В пределах ареала дерново-подзолистых и серых лесных почв подзоны смешанных лесов правобережья Нижней Вятки выявлена оригинальная дерново-карбонатная почва с реликтовыми признаками, сформированная на карбонатно-глинистых породах пермского возраста. Она имеет в профиле второй, гуматно-кальциевый по составу, гумусовый горизонт возрастом около 7200 лет, соответствующий атлантическому периоду голоцена с присущим для него типом педогенеза, более благоприятствующим гумусоаккумулятивным процессам по сравнению с последующими этапами послеледниковья. Со второй половины голоцена исследуемая почва вступила в стадию наследующей эволюции с элементами стирающей, вследствие усиления бореальных черт климата и элювиальных процессов педогенеза на подтаёжном востоке европейской России. В развитии интразональной почвы обнаруживается парагенетическая близость с другими, характерными для бассейна Вятки почвами с остаточными вторыми гумусовыми горизонтами – серыми лесными, дерново-подзолистыми и др., эволюционирующими со второй половины голоцена в направлении типичных зональных почв без второго гумусового горизонта, вследствие похолодания климата и сдвига ландшафтных зон в южном направлении.

Within the area of sod-podzolic and gray forest soils in the subzone of mixed forests of the right bank of the Lower Vyatka there was found out original sod-calcareous soil with relict features formed on carbonate-clay rocks of Permian age. In the profile it has the second humus horizon of calcium-humate composition, aged about 7,200 years, corresponding to Atlantic Holocene period the corresponding peculiar type of pedogenesis, more favorable to humus-accumulation processes as compared with later postglacial stages. In the second half of Holocene a stage of inheriting evolution with the elements of erasing began for the soils, due to strengthening the boreal climate features and eluvial processes of pedogenesis in the subtaiga east of European Russia. In the development of the intrazonal soils considered there was found paragenetic affinity with other soils typical of the Vyatka Basin characterised by residual second humus horizons - gray forest, sod-podzolic, and other soils, evolving from the second half of the Holocene into typical zonal soils without the second humus horizon, it is due to a colder climate and southward shifting of landscape areas.

Ключевые слова: почвы, реликтовые гумусовые горизонты, генезис, гранулометрический, валовой химический состав, органическое вещество, физико-химические свойства

Keywords: soil, relict humus horizons, genesis, particle size, gross chemical composition, organic matter, physical and chemical properties

### Введение

Дерново-карбонатные почвы и рендзины характерны для структуры почвенного покро-

ва лесных ландшафтов востока Русской равнины и, в частности, для Вятских Увалов и Мари-Турекского плато, где на поверхность в качестве материнских пород часто выходит кар-

бонатный элювий перми. Они относятся к интразональной, литогенно обусловленной группе, ограниченно распространённой на фоне зональных подзолистых, дерново-подзолистых, серых и других типов почв. В Кировской области их доля составляет около 2% её территории и примерно столько же от площади пахотных земель.

Генезис дерново-карбонатных почв в условиях гумидного климата однозначно увязывается со специфическим карбонатным составом материнских пород [1]. Последние служат геохимическим барьером для зональных элювиальных процессов почвообразования и одновременно благоприятствуют активному дерновому процессу. Однако в условиях местных промывного или периодически промывного типов водного режима и инициированных ими процессов подзолообразования, активизировавшихся со второй половины голоцена, следует ожидать неизбежной постепенной трансформации их в почвы зонального ряда. Исходя из этого, в профиле таких почв не следует ожидать следов резких изменений интенсивности гумусово-аккумулятивных процессов. Однако на территории правобережья нижней Вятки, в пределах Мари-Турекского плато, среди массивов зональных серых лесных почв, нами обнаружена пахотная дерново-карбонатная почва с весьма необычным строением профиля, обнаруживающим явные признаки полигенеза (рис. 1). Она имеет в своём составе тёмноцветный второй гумусовый горизонт (ВГГ). Наличие вторых гумусовых горизонтов выявлено многими исследователями [2 – 4]

в серии автоморфных и полугидроморфных типов и подтипов почв Вятского Прикамья – дерново-подзолистых, серых лесных, дерновых оглеенных и др. Общим для них является гуматный состав и реликтовый атлантический возраст органического вещества (ОВ), образованный около 8–5 тыс. лет назад. Он свидетельствует о реликтовой природе ВГГ, обусловленной сменой аккумулятивного типа педогенеза на аккумулятивно-элювиальный на рубеже раннего и позднего голоцена, то есть примерно 5 тыс. лет назад.

### Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследований, дающего представление о морфологии, физических, химических и физико-химических свойствах, представлен разрез В-19 пахотной дерново-карбонатной тяжелосуглинистой почвы на элювии карбонатных глин (с прослоями слабо выветрелого известняка). Он был изучен с помощью традиционных морфолого-генетических и лабораторно-аналитических методов исследований: гранулометрический состав – по Качинскому в пирофосфатной модификации; валовой химический состав – по Аринушкиной с рентгено-спектральным окончанием; содержание гумуса – по Тюрину в модификации Симакова; фракционно-групповой состав гумуса – по Кононовой и Бельчиковой; аморфные и слабоокристаллизованные формы железа – соответственно по Тамму и Мера-Джексону; рН – потенциометрически, гидролитическая кислотность – по

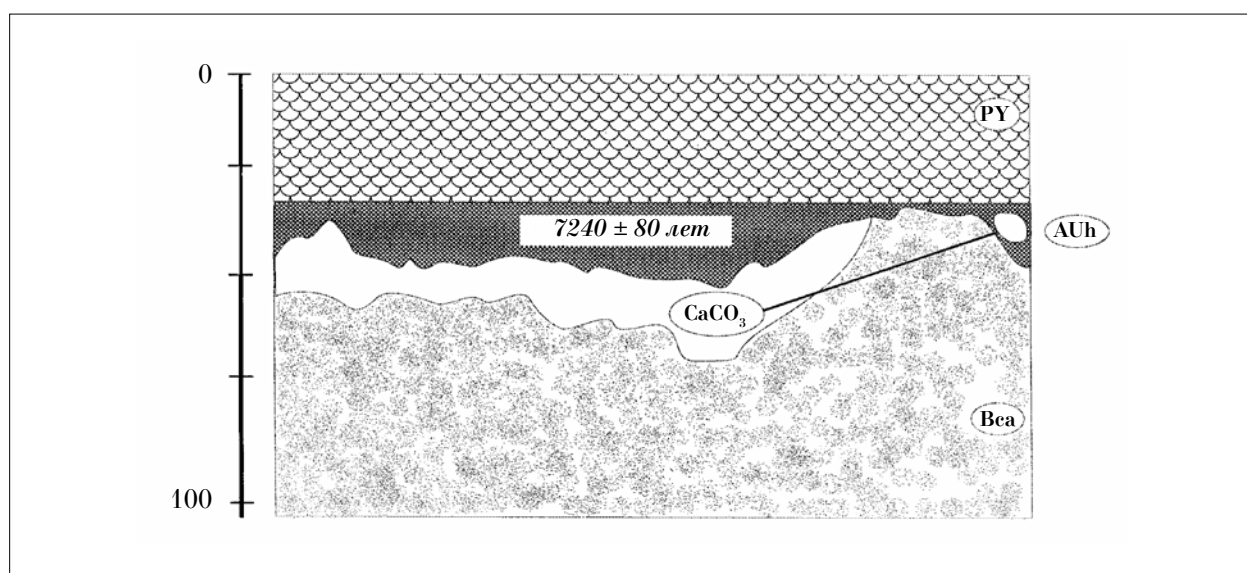


Рис. 1. Общая схема строения дерново-карбонатной почвы со сложным органопрофилем (разрез В-19).  
Условные обозначения: PY – гор. Ap; AUh – гор. A<sub>1</sub>[hh].

Каппену-Гильковицу; обменные Са и Mg – комплексометрическим методом с трилоном Б; общий азот – по Кьельдалю; подвижный фосфор и обменный калий – по Кирсанову; аммиачный и нитратный азот – по ГОСТ, принятым в агрохимической службе.

Разрез В-19 заложен на пашне в пределах верхней части приподнятого платообразного междуречья р. Вятки в её нижнем течении и р. Тоймы на территории Вятскополянского района Кировской области (около 56°15 с. ш. и 51°00 в. д.). Плато с высотами около 190–200 м над у. м. сложено с поверхности элювием казанских карбонатно-глинистых отложений пермской системы с частой сменой мергелей, глин с включениями карбонатной дресвы и местами прослоек слабо- и средневыветрелого известняка. В центральной части поверхность плато слегка осложнена ложбинами стока и неглубокими лощинами, а по окраинам более или менее круто обрывается в сторону сильно врезанных – на 80–100 м – балок и долин малых рек.

Естественная растительность сохранилась главным образом в долинно-балочной сети, где представлена елово-сосновыми и вязово-осиновыми лесами с участием лещины и бересклета бородавчатого. Грунтовые воды лежат глубоко и не принимают участия в почвообразовании при периодически промывном водном режиме с нормой осадков 500–550 мм, коэффициентом увлажнения 0,95 в среднем за год и около 0,5–0,6 в летние месяцы.

Строение профиля разреза В-19 дерново-карбонатной почвы со сложным органомикропрофилем, сформированной на карбонатных глинах, местами с прослоями слабо выветрелого известняка, имеет следующий вид (рис. 1):

*Горизонт Ap, 0–30 см:* сухой, коричневатосерый, тяжелосуглинистый, глыбисто-комковатый, плотный, близкий к слитому после длительного бездождья, разбит трещинами на блоки, корней много, переход ясный, ровный.

*Горизонт A<sub>1</sub>[hh], 30–40, до 48 см:* влажноватый, углисто- и буровато-чёрный, с седоватым оттенком, глинистый, мелкоореховато-зернистый, уплотнённый, местами встречается едва заметная седоватая скелетана на поверхности агрегатов, корней мало, переход ясный, граница от ровной до волнистой и языковатой; внутри отдельных гумусированных языков иногда, например, в одном из углов задней стенки разреза, встречаются обломки известнякового щебня до 10 см по длинной оси; на участках, лишённых карбонатного ложа, горизонт утончается или даже выклинивается.

*Горизонт Mca, 48–55, местами до 60 см и более:* влажноватый, серовато-беловатый, представлен рыхло и плотно упакованными обломками известкового щебня и дресвы величиной от нескольких миллиметров до 5–10 см, реже более крупными, с глубиной переходит в мелкую карбонатную крошку, образующую вид хаотично ориентированных, линейно вытянутых скоплений около 2–5 см и более в поперечнике, или диффузно рассеянных в толще глинистой породы известковых включений, особенно заметных на передней и одной из боковых стенок; отдельные обломки известкового щебня отмечены на глубине до 140 см и более, бурно реагируя с 10% раствором HCl; на поверхности известкового щебня кое-где наблюдаются тёмные гумусовые налёты, корни единичны, переход волнисто-клиновидный; горизонт, точнее прослой известняка, простирается не повсеместно и в направлении к задней стенке разреза замещается описанным ниже горизонтом VtC.

*Горизонт VtCca, 55–100 см:* сырой, бурокоричневый, глинистый, зернисто-ореховатый, с признаками мелкокомковатой и призмической структуры, плотный, с более или менее редкими включениями карбонатной крошки величиной до 3–5 мм в диаметре, повсеместно и особенно бурно в местах карбонатных скоплений реагирует с раствором HCl, на поверхности педов кое-где наблюдаются тёмные гумусовые налёты, наиболее заметные до глубины 80 см, ниже они локализуются главным образом вдоль корневых ходов.

*Горизонт CDca, 100–170 см:* сырой, красновато-коричневый, местами с зеленовато-серыми пятнами на глубине около 110–120 см, глинистый, ореховато-зернистый, с признаками комковатости, плотный, иногда с редкими включениями карбонатной крошки или щебня преимущественно величиной до 1–3,5 см в поперечнике, бурно реагирует с раствором HCl, как правило, только в местах нахождения карбонатов; с глубины 140 см на поверхности карбонатных скоплений заметны локальные налёты гидроксидов марганца, слабая тёмная лакировка вдоль корневых пор, ниже 160 см корни исчезают.

## Результаты и обсуждение

Представленное описание свидетельствует о весьма оригинальном морфологическом облике дерново-карбонатной почвы. При этом обращает внимание следующее:

- во-первых, очевидное тяготение наиболее развитых тёмноцветных горизонтов A<sub>1</sub>[hh] к участкам с карбонатными прослоями;
- во-вторых, существенные различия окраски, структуры, сложения и других признаков верхнего (Ap) и нижнего (A<sub>1</sub>[hh]) гумусовых горизонтов;
- в-третьих, сочетание в облике горизонта BtCca признаков текстурной и переходной к материнской породе толщи, внешне напоминающей характерные для региона покровные суглинки.

Всё это вместе взятое даёт веские основания для предварительного заключения о полигенетичности рассматриваемой почвы. Судя по всему, она представляет собой ещё один, особый компонент, принадлежащий к интразо-

нальной группе. Это позволяет создать более широкий взгляд на послеледниковую эволюцию почвенного покрова Вятского Прикамья, формирующегося на различных по генезису и химико-минералогическому составу породах. В соответствии с систематикой, разработанной Караваевой с соавторами [5] для такого рода феноменов, ВГГ этой почвы по своей природе является инситным посткарбонатным педореликтом. Приведённые ниже аналитические материалы служат подтверждением сказанному (табл. 1 – 5).

Исследуемая дерново-карбонатная почва сформирована на элювии карбонатно-глинистых, местами собственно карбонатных пермских пород. Профиль имеет относительно однородный тяжелосуглинисто-глинистый состав (табл. 1). Преобладающие фракции пред-

Таблица 1

Гранулометрический состав дерново-карбонатной почвы со сложным органомономом Вятско-Камского Предуралья (разрез В-19)

Горизонт, глубина, см	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Содержание фракций в мм, %							
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01	>0,01
Ap, 0–30	1,56	<u>сл.</u>	<u>9,4</u>	<u>43,7</u>	<u>14,5</u>	<u>20,6</u>	<u>11,8</u>	<u>46,9</u>	<u>53,1</u>
		сл.	10,6*	49,6	16,5	23,4	–**	–	60,2
A <sub>1</sub> [hh], 30–40	1,35	<u>сл.</u>	<u>7,3</u>	<u>31,7</u>	<u>10,7</u>	<u>20,0</u>	<u>30,3</u>	<u>61,0</u>	<u>39,0</u>
		сл.	10,5	45,5	15,3	28,7	–	–	56,0
40–48	1,35	<u>сл.</u>	<u>5,3</u>	<u>28,9</u>	<u>11,8</u>	<u>25,4</u>	<u>28,6</u>	<u>65,8</u>	<u>34,2</u>
		сл.	7,4	40,4	16,6	35,6	–	–	47,8
Mca, 48–55	–	–	–	–	–	–	–	–	
BtCca, 60–70	1,44	<u>сл.</u>	<u>3,8</u>	<u>17,6</u>	<u>18,8</u>	<u>31,3</u>	<u>28,5</u>	<u>78,6</u>	<u>21,4</u>
		сл.	5,4	24,6	26,3	43,8	–	–	29,9
70–80	1,44	<u>сл.</u>	<u>2,4</u>	<u>16,8</u>	<u>17,4</u>	<u>34,0</u>	<u>29,4</u>	<u>80,8</u>	<u>19,2</u>
		сл.	3,5	23,8	24,6	48,1	–	–	27,3
80–90	1,44	<u>сл.</u>	<u>6,7</u>	<u>19,3</u>	<u>13,7</u>	<u>34,1</u>	<u>26,2</u>	<u>74,0</u>	<u>26,0</u>
		сл.	9,1	26,1	18,6	46,2	–	–	35,2
90–100	–	<u>сл.</u>	<u>4,2</u>	<u>24,8</u>	<u>14,9</u>	<u>31,2</u>	<u>24,9</u>	<u>71,0</u>	<u>29,0</u>
		сл.	5,6	33,1	19,8	41,5	–	–	38,7
CDca, 100–110	–	<u>сл.</u>	<u>3,8</u>	<u>27,3</u>	<u>15,7</u>	<u>30,8</u>	<u>22,4</u>	<u>68,9</u>	<u>31,1</u>
		сл.	4,9	35,2	20,3	39,6	–	–	40,1
110–120	–	<u>сл.</u>	<u>3,7</u>	<u>28,0</u>	<u>12,5</u>	<u>34,5</u>	<u>21,3</u>	<u>68,3</u>	<u>31,7</u>
		сл.	4,6	35,6	15,9	43,9	–	–	40,2
125–135	–	<u>сл.</u>	<u>3,4</u>	<u>28,1</u>	<u>18,7</u>	<u>32,0</u>	<u>17,8</u>	<u>68,5</u>	<u>31,5</u>
		сл.	4,2	34,2	22,7	38,9	–	–	38,4
140–150	–	<u>сл.</u>	<u>3,1</u>	<u>25,0</u>	<u>19,4</u>	<u>32,9</u>	<u>19,6</u>	<u>71,9</u>	<u>28,1</u>
		сл.	3,9	31,0	24,2	40,9	–	–	34,9
160–170	–	<u>сл.</u>	<u>3,8</u>	<u>31,6</u>	<u>16,3</u>	<u>27,9</u>	<u>20,4</u>	<u>64,6</u>	<u>35,4</u>
		сл.	4,8	39,7	20,4	35,1	–	–	44,5

Примечания: \* – под чертой – в пересчёте на обезвыленную навеску; \*\* – не определяли.

Таблица 2

Валовой химический состав дерново-карбонатной почвы со сложным органопрофилем Вятско-Камского Предуралья (разрез В-19)

Горизонт, глубина, см	ППП, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		% от прокалённой массы									
Ap, 0–30	8,0	78,42	12,08	4,40	1,40	2,05	1,50	2,82	1,02	0,30	0,20
A <sub>1</sub> [hh], 30–40 40–48	10,0	72,79	16,76	6,47	1,82	2,09	1,13	2,54	0,98	0,38	0,11
	12,2	66,18	19,77	8,38	2,21	2,52	0,98	2,95	0,83	0,73	0,18
Mca, 48–55	8,2	33,41	11,86	3,78	44,06	2,05	0,49	1,27	0,37	0,58	0,26
BtCca, 60–70 80–90	8,6	62,15	18,62	8,89	5,78	3,43	1,37	2,35	0,89	0,16	0,19
	8,2	59,32	17,56	8,59	9,86	3,22	1,07	2,30	0,82	0,14	0,18
CDca, 100–110 125–135 160–170	8,5	63,64	18,60	8,66	3,47	3,43	1,30	2,35	0,93	0,10	0,21
	8,8	64,28	17,61	9,09	2,13	3,43	1,10	2,68	0,92	0,10	0,20
	8,8	64,76	17,94	9,29	2,17	3,55	1,26	2,36	0,96	0,11	0,23

Примечание: ППП – потеря при прокаливании.

ставлены крупной, тонкой пылью и илом. Заметно меньше частиц средней пыли и особенно песка. Суммарное содержание физической глины изменяется от 47% в пахотном слое до 81% на уровне горизонта BtCca, свидетельствуя о высокой степени вертикальной неоднородности профиля, обусловленной соответствующим распределением ила и отчасти тонкой пыли. Количество илистых частиц в пахотной толще почти вдвое меньше, чем в горизонте CDca, и примерно втрое меньше, чем в средней части профиля. Примечательно, что максимум концентрации ила приходится на горизонт A<sub>1</sub>[hh], «зажатый» между пахотным слоем и нижележащим горизонтом BtCca.

Определение гранулометрического состава в пересчёте на обезыленную навеску наглядно выявляет весомый вклад литогенного фактора в явлении глинистой неоднородности, судя по всему, возникшей на допочвенной стадии формирования материнских пород. Подобная картина достаточно обычна для местных коренных, слоистых по составу, почвообразующих субстратов. Литогенный рубеж пролегает на уровне горизонта BCca. Однако сказанное «не снимает ответственности» с элювиальных процессов педогенеза за дифференциацию минеральной фазы. В этом убеждает отсутствие резких различий в содержании песчано-пылеватых фракций в пределах системы глинистых по составу горизонтов Ap + A<sub>1</sub>[hh], определённом расчётным путем, тогда как, судя по поведению ила, линия раздела пролегает именно по границе между ними. Очевидно, накопление ила в ВГГ стимулировалось экранирующим влиянием подстилающего карбонатного горизонта BCca.

Для сравнения отметим, что в других типах почв со сложным органопрофилем Вятского Прикамья максимум иллювиальной аккумуляции глины, ввиду отсутствия карбонатного барьера, располагается, как правило, значительно ниже – на уровне горизонтов Bt1 или Bt2 [3]. В рассматриваемой нами почве не исключается и соответствующий вклад агролессиважа, провоцируемый усадкой и трещинообразованием карбонатно-глинистых пород в сухой сезон.

Итак, результаты гранулометрического анализа позволяют говорить о наличии первичной – литогенной (на рубеже между горизонтами A<sub>1</sub>[hh] и BtC или Mca) – и, возможно, вторичной, наложенной на неё позднее педогенной (между горизонтами Ap и A<sub>1</sub>[hh]) природе текстурной дифференциации анализируемого профиля. Это является специфической особенностью анализируемой дерново-карбонатной почвы с ВГГ по сравнению с другими типами почв со сложным органопрофилем исследуемого региона. У последних оба гумусовых горизонта значительно обезылены в результате лессивирования ила в срединную толщу профилей и мало или почти не различаются по гранулометрическому составу. В рассматриваемом здесь случае поднятие текстурной границы на уровень раздела системы горизонтов Ap и A<sub>1</sub>[hh], вероятно, объяснимо наличием близкого к поверхности карбонатного геохимического барьера.

Отмеченная выше литогенная неоднородность исследуемой почвы, по нашему мнению, не является показателем возможного погребения некогда поверхностного гумусового горизонта и превращения его в ВГГ, как

Таблица 3

Молекулярные отношения и содержание подвижного железа и алюминия в дерново-карбонатной почве со сложным органопрофилем Вятско-Камского Предуралья (разрез В-19)

Горизонт, глубина, см	Молекулярные отношения				Подвижные Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I*	II**			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ***
					Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I*	
Ap, 0–30	11,0	47,5	8,9	4,3	0,96	0,18	0,39	23,7	4,44
A <sub>1</sub> [hh], 30–40	7,4	29,8	5,9	4,0	1,10	0,15	0,54	18,8	2,56
40–48	5,7	21,1	4,5	3,7	но	но	но	но	но
Mca, 48–55	4,7	23,6	4,0	4,9	0,30	0,03	0,18	8,6	0,86
BtCca, 60–70	5,7	18,6	4,3	3,3	2,87	0,03	0,42	35,3	0,37
80–90	5,7	18,4	4,4	3,2	1,86	0,03	0,31	23,6	0,38
CDca, 100–110	5,8	19,6	4,5	3,4	2,58	0,03-	0,25	32,6	0,38
125–135	6,2	18,9	4,7	3,0	но	но	но	но	но
160–170	6,1	18,6	4,6	3,0	2,56	0,03	0,31	30,2	0,36

Примечания: \* – по Мера и Джексону; \*\* – по Тамму; \*\*\* – % от валового железа; но – не определяли.

полагают некоторые учёные [6]. Подтверждением этого может служить отсутствие фактов подобной стратификации в большинстве изученных ранее почв со сложным органопрофилем иной типовой принадлежности, сформированных на гранулометрически весьма однородных покровных лессовидных суглинках бассейна Вятки и Камы и имеющих в своём составе ВГГ.

Валовой химический состав коррелирует с относительным содержанием физического песка и глины в различных толщах профиля (табл. 2, 3). Максимальное количество SiO<sub>2</sub> приходится на горизонт Ap, ниже оно заметно снижается и затем вновь незначительно возрастает в направлении материнской породы, корреспондируя с элювиально-иллювиальным перераспределением полуторных оксидов. Вертикальное распределение Na<sub>2</sub>O тесно взаимосвязано с содержанием SiO<sub>2</sub> в профиле, что объяснимо их вхождением преимущественно в первичные силикаты. Наряду с Al и Fe в существующей обстановке элювированию подверглись и щелочноземельные катионы. Концентрация K<sub>2</sub>O мало варьирует в профиле вследствие тяжёлого гранулометрического состава почв, а его максимум в пахотном слое, по-видимому, объясняется внесением удобрений.

Аномалию представляет слой известняка, условно именуемый нами как горизонт Mca, обогащённый CaO, с небольшой примесью силикатного мелкозёма. Другой особенностью нижней части глинистой толщи профиля (горизонт BtC и т. п.), например, по сравнению с серыми лесными почвами со сложным органопрофилем, развитыми на типичных для дан-

ного региона покровных суглинках [3], является повышенное содержание полуторных оксидов вследствие утяжелённого гранулометрического состава коренных пород перми.

Из данных таблицы 3 следует, что дерново-карбонатная почва обладает достаточно высоким количеством дитионит-растворимого железа, около 1% в гумусово-аккумулятивной и 2–3% в нижележащих толщах профиля. По отношению к валовому количеству это соответствует 20–24% в органо-минеральных и 25–35% в минеральных горизонтах. Тем самым кривая вертикального распределения данной формы железа сходна с поведением валового железа, указывая на вероятность иллювиирования несиликатных соединений данного элемента. Иначе выглядят показатели для оксалат-растворимого железа и алюминия: абсолютное количество железа, в частности, на 1–2 порядка уступает содержанию его дитионит-растворимой формы, а профильное распределение носит диаметрально противоположный характер. Максимум данной формы – лишь около 2,5–4,5% от валового количества приходится на гумусово-аккумулятивную толщу; в минеральных горизонтах она составляет лишь десятые доли процента от общего железа. Это косвенно указывает на отсутствие элювиально-глеевого процесса, типичного для ряда других типов почв со сложным органопрофилем Вятского Прикамья. Из совокупности наиболее вероятных педогенных механизмов, участвующих в формировании данной почвы, наиболее реальны выщелачивание и провоцируемое им оглинение срединного, а возможно, и второго гумусового горизонта. Последнее возможно благодаря рас-

творению известковых материалов и отмучиванию примеси глинного компонента из карбонатной материнской породы в условиях периодически промывного водного режима. Не исключается также и частичное вертикальное перераспределение ила между обоими гумусовыми горизонтами за счёт обезыливания первого из них.

Гумусное состояние – ещё один убедительный показатель своеобразия природы рассматриваемой дерново-карбонатной почвы и наличия качественных различий органического вещества (ОВ) верхнего и нижнего гумусовых горизонтов, очевидность которых не вызывает сомнений уже на стадии визуального знакомства с профилем (табл. 4). Количество гумуса составляет 3,5–2,5% в гумусово-аккумулятивных и быстро падает до 0,6% в более глубоких минеральных горизонтах. Нижний гумусовый горизонт A<sub>1</sub>[hh], несмотря на интенсивную тёмную, близкую к чёрной окраску, в 1,3–1,5 раза уступает горизонту Ap по содержанию гумуса. Подобное явление характерно для всех исследованных нами ранее почв со сложным органо-профилем Вятско-Камского Предуралья [3]. Это свидетельствует о наличии глубоких различий в гумусном состоянии сравниваемых горизонтов, подтверждаемых и результатами анализа фракционно-группового состава гумуса. Гидролизуемая часть гумусовых веществ составляет около 50–55% в верхней и падает до 40% в нижележащей толще профиля. Между обоими гумусовыми горизонтами не наблюдается значимых различий по этому показателю. Больше разница в степени растворимости гумуса между гумусово-аккумулятивной и минеральной частями профиля, что обусловлено повышенной глинистостью и коагулирую-

щим воздействием катиона кальция нижних горизонтов.

В составе экстрагируемых групп гумуса гуминовые кислоты (ГК) явно доминируют во всех исследуемых горизонтах. Причём степень гуматности темноцветного горизонта A<sub>1</sub>[hh] резко превосходит данный показатель для горизонта Ap. Этим объясняются «ножницы» между окраской и содержанием гумуса в каждом из гумусовых горизонтов – феномен, характерный для всех почв со сложным органо-профилем Вятско-Камского и других регионов страны, но, по-видимому, впервые отмеченный для интразональных почв с аналогичным строением профиля. Принимая во внимание взгляды Орлова [7], высказывающего сомнения в специфичности фульвокислот (ФК), всё же следует признать, что вышеупомянутые различия показателей гуматности, или степени гумификации, вероятно, не случайны. Они отражают условия, в которых происходило формирование органической составляющей каждого из гумусовых горизонтов. К такого рода выводам склоняет и большинство материалов о почвах со сложным органо-профилем Вятского Прикамья.

Фракционный состав гумусовых кислот также имеет свои особенности, отвечающие типовой принадлежности исследуемой почвы и специфике отдельных генетических горизонтов. В составе гуминовых кислот всех горизонтов господствует фракция ГК2, связанная с кальцием. Её доля составляет около 80–90% в гумусово-аккумулятивных и почти 70% в нижележащих горизонтах. Нижний гумусовый горизонт в 1,4–1,7 раза превосходит пахотный слой по содержанию чёрных ГК. Это может быть удовлетворительно объяснено только в случае привлечения широко

Таблица 4

Состав гумуса дерново-карбонатной почвы со сложным органо-профилем Вятско-Камского Предуралья, % от общего углерода (разрез В-19)

Горизонт, глубина, см	Гумус, %	С <sub>общ</sub> ,	ГК1	ГК2	Сумма СКР	ФК1а	ФК1	ФК2	Сумма СФК	НГО	С <sub>гк</sub> /С <sub>фк</sub>
Ap, 0–30	3,48	2,02	6,4	23,3	29,7	4,1	11,4	3,0	18,5	51,8	1,6
A <sub>1</sub> [hh], 30–40	2,64	1,53	3,9	39,2	43,1	6,0	2,6	3,9	12,5	44,4	3,4
	2,36	1,37	2,9	32,8	35,7	7,7	4,4	0	12,1	52,2	3,0
BCca, 48–55	0,64	0,37	но	но	но	но	но	но	но	но	но
	0,66	0,38	5,3	10,5	15,8	15,8	0	7,9	23,7	60,5	0,7
	0,64	0,37	но	но	но	12,4	но	но	но	но	но
CDca, 100–110	0,68	0,39	но	но	но	10,8	но	но	но	но	но

Примечание: НГО – негидролизуемый остаток; но – не определяли.

Таблица 5

Физико-химические и агрохимические свойства дерново-карбонатной почвы со сложным органопрофилем Вятско-Камского Предуралья (разрез В-19)

Горизонт, глубина, см	рН		Гидролит, кислотн.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Степень насыщен.	Гумус	N общ.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	H <sub>2</sub> O	KCl											мг-экв./100 г
Ap, 0–30	5,8	5,4	3,1	17,4	2,1	86	3,48	0,192	0,6	1,0	29,9	19,7	
A <sub>1</sub> [hh], 30–40	6,3	5,4	2,9	29,3	1,7	91	2,64	0,140	0,5	0,2	5,5	14,8	
	40–48	6,7	5,7	2,4	43,7	1,9	95	2,36	0,142	0,7	0,2	10,5	19,7
Mca, 48–55	8,4	7,5	0,2	15,6	1,2	99	0,64	но	0,3	0,5	0	3,7	
BtCca, 60–70	8,1	7,0	0,6	44,9	1,6	99	0,66	0,011	0,4	0,3	31,4	9,0	
	70–80	8,1	7,0	0,6	46,6	1,7	99	0,66	но	0,3	0,2	45,2	9,7
	80–90	8,2	7,0	0,4	41,1	1,7	99	0,64	но	0,3	0,3	0	4,1
	90–100	8,4	7,0	0,4	42,7	1,6	99	0,68	но	0,3	0,3	4,9	5,5
CDca, 100–110	8,4	7,0	0,5	44,3	1,1	99	0,68	но	0,3	0,2	66,2	9,1	
	110–120	8,3	7,0	0,5	43,9	1,1	99	сл,	но	0,3	0,1	83,5	9,8
	125–135	8,1	6,3	0,6	45,4	0,9	99	сл,	но	0,3	0,1	67,5	9,7
	140–150	8,3	6,7	0,5	48,4	0,8	99	сл,	но	0,4	0,2	79,2	10,7
	160–170	8,0	6,6	0,6	44,6	0,8	99	сл,	но	0,3	0,2	75,6	9,9
0–20	–	–	–	–	–	–	108,6	но	–	–	–	–	
0–50	–	–	–	–	–	–	206,2	но	–	–	–	–	
0–100	–	–	–	–	–	–	249,0	но	–	–	–	–	

Примечания: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O – подвижные (обменные) формы; курсивом обозначены запасы гумуса в т/га; но – не определяли.

известной палеогеографической информации [4, 8], согласно которой в истории почвенного покрова рассматриваемой провинции имела место особая тёмноцветная, аккумулятивная стадия педогенеза. Здесь же уместно подчеркнуть, что повышенная гуматность горизонта A<sub>1</sub>[hh], в сочетании с преобладанием в нём чёрных ГК, составляет наиболее яркую химическую особенность данной почвы. Отмеченное вновь ставит её в один ряд с другими типами почв со сложным органопрофилем рассматриваемого региона. Среди последних по фракционному составу ГК к ней наиболее близки серые лесные тёмногумусовые и гумусово-глеевые почвы с ВГГ [3]. Фракционный состав ПК не обнаруживает столь же чётких закономерностей распределения как в целом для профиля, так и для отдельных генетических горизонтов. Возможно, это объясняется неспецифичностью этой группы гумусовых веществ, о чём упоминалось выше. Исключение составляет наиболее агрессивная фракция ПК1а с максимумом в горизонте BtC, свидетельствующим об интенсивном вымывании сюда подвижных фракций фульвокислот в современных условиях.

Таким образом, фракционно-групповой анализ указывает на своеобразие природы гумуса, позволяя с большой долей уверенности

говорить о полигенетичности органопрофиля исследуемой почвы.

Результаты радиоуглеродного датирования ГК, выделенных из нижнего тёмноцветного горизонта, подтверждают сказанное. Абсолютный возраст фракции ГКЗ составляет 7240±80 лет (ЛУ-4508). Это свидетельствует о реликтовости органического вещества горизонта A<sub>1</sub>[hh], возраст которого совпадает с раннеатлантической фазой голоцена. Аналогичные даты получены нами прежде для почв со сложным гумусовым профилем Вятского Прикамья иной типовой принадлежности [3].

С учётом вышеизложенного, волнистые очертания нижней границы второго гумусового горизонта могут быть обязаны повышенной исходной карбонатности коренных пород и щёлочности почвенных растворов, провоцирующих нисходящую миграцию чёрных ГК. Такой процесс в своё время лёг в основу гипотезы о современной иллювиальной природе вторых гумусовых горизонтов [9]. Однако, судя по древнему возрасту ГК горизонта A<sub>1</sub>[hh], подобные явления если и имели место, то не в настоящий период, а в первой половине голоцена, когда в создании щелочной среды мог принимать участие и ион натрия – возможное наследие валдайской криоксерофитной перигляциальной эпохи.



Нижний гумусовый горизонт не может быть и более древним – позднплейстоценовым, как это обосновывалось некоторыми исследователями в отношении серых лесных почв центра Русской равнины [10]. Сказанное подтверждают предпринятые нами параллельные определения возраста гумуса остаточных – В[hh] и погребённых – [AG] – горизонтов, залегающих соответственно на глубинах 30–40 (до 120 см) и 140–160 см в профилях серых лесных глееватых почв рассматриваемого региона со вторыми (и третьими – В[hh]) гумусовыми горизонтами [7]. Полученные даты –  $7140 \pm 150$  лет для горизонта В[hh] и  $10760 \pm 140$  лет для горизонта [AG] – исключают такое допущение. Подобная «субординация» возраста гумуса сравниваемых горизонтов находится в явном диссонансе с вышеупомянутыми взглядами сторонников как современного, так и доголоценового происхождения горизонтов  $A_1[hh]$ , В[hh] и т. п.

Об актуальных свойствах можно судить по данным таблицы 5. Показатели обменной кислотности в гумусово-аккумулятивных горизонтах средне-слабокислые и нейтральные в остальных толщах профиля. Гидролитическая кислотность также невелика – до 2,5–3 мг-экв/100 г почвы в гумусовых и не более 0,6 мг-экв/100 г почвы в нижележащих карбонатных горизонтах. Содержание обменных форм кальция и магния довольно высокое – около 20 мг-экв/100 г – в пахотном горизонте и сразу под ним возрастает в 1,5–2 раза благодаря карбонатно-глинистому составу материнских пород. Среди поглощённых катионов ведущие позиции занимает кальций – не менее 90–95% от суммы оснований. Исследуемая почва в целом обладает высокой ёмкостью катионного обмена. Даже в относительно облегчённом по гранулометрическому составу и умеренно гумусированном пахотном слое она превосходит 20 мг-экв/100 г, а в глубже лежащих средне- и тяжелоглинистых горизонтах возрастает ещё в 2–2,5 раза. Исключением является грубоскелетный горизонт Мса, где ёмкость поглощения наименьшая. Показатели насыщенности данной почвы основаниями весьма высокие – 85–90% в верхних тёмноцветных горизонтах и достигают предельных величин в остальных зонах профиля.

При условии сохранения периодически промывного водного режима следует ожидать дальнейшего подкисления и элювиальной деградации данной почвы за счёт выщелачивания карбонатов вследствие усиления влажности климата в последние 5 тыс. лет [3, 4].

Количество гумуса, как упоминалось ранее, снижается с 3,5% в пахотном слое до 2,5% в подстилающем реликтовом тёмноцветном горизонте и далее вниз резко обрывается до 0,7% и менее. Запасы гумуса средние – 250 т/га в метровой толще; из них более 80% приходится на верхнюю часть профиля. Судя по содержанию ОВ (и его качественному составу), настоящая почва относится к категории средне- и малогумусных гуматно-кальциевых с аккумулятивно-регрессивным типом органофилия. По гумусному состоянию она сопоставима с зональными серыми лесными почвами региона, но отличается повышенным индексом гуматности ОВ.

Содержание аммиачных и особенно нитратных форм азота очень низкое, не превышающее в сумме 1 мг /100 г почвы почти ни в одном из горизонтов. Напротив, количество подвижных форм фосфора и обменного калия в пахотной толще очень высокое, особенно первого из элементов. По-видимому, это связано с последствием химизации, в недалёком прошлом широко практикуемой в земледелии данного региона. На уровне второго гумусового горизонта количество обменного калия незначительно, а подвижного фосфора резко снижается.

Таким образом, среди рассмотренных агрохимических показателей, наиболее лимитирующим, с точки зрения плодородия, является содержание гумуса и усваиваемых форм азота. В этом отношении вновь обнаруживается аналогия с серыми лесными почвами исследуемой территории.

Изложенные материалы в совокупности позволяют сделать заключение о наличии в пределах Вятского Прикамья ещё одной специфической, принципиально новой интразональной группы почв со сложным органопрофилем, принадлежащей к дерново-карбонатному типу. Она имеет в своём составе второй реликтовый гуматно-кальциевый гумусовый горизонт с возрастом гуминовых кислот свыше 7 тыс. лет, отвечающий атлантическому времени голоцена. Этот тёмноцветный раритет с полным основанием может быть отнесён к категории инситных посткарбонатных педореликтов остаточной природы, теоретически обоснованной Караваевой, Черкинским и Горячкиным [5]. Он ставит под сомнение взгляды исследователей, отстаивающих идею погребённой природы вторых гумусовых горизонтов, и в качестве аргументации ссылающихся на отсутствие такого рода явлений в профилях дерново-карбонатных почв [6]. Наши исследо-

вания подтверждают факт реальности данных образований, априори предсказанных ранее упомянутыми учёными. Более осторожного отношения требует их положение относительно того, что посткарбонатные вторые гумусовые горизонты могут являться «...свидетелями не смены ландшафтно-климатических условий, а затянувшейся во времени дерново-карбонатной (предподзолистой) стадии саморазвития; ландшафтно-климатические смены голоцена ввиду карбонатности почв вообще могли не отразиться или слабо отразиться в их профиле...» [5].

Опираясь на вышеизложенное, а также палеогеографические материалы, всё же можно констатировать, что в пределах востока Русской равнины на рубеже атлантической и суббореальной стадий голоцена произошла смена комплекса факторов почвообразования в направлении гумусовой и текстурной дифференциации профиля. В противном случае должна была осуществляться медленная эволюционная трансформация минеральной и органической фазы почв с непрерывным омоложением гумуса, чего не наблюдается в нашем случае. Напротив, древность ГК горизонта  $A_1$  [hh] разреза В-19 может свидетельствовать, что на указанном рубеже произошли кардинальные био-климатические изменения в сторону усиления элювиальной составляющей процессов педогенеза. В итоге они привели к дифференциации ранее единой гумусово-аккумулятивной толщи на современные горизонты АУ (Ap) и  $A_1$  [hh].

Описанная дерново-карбонатная почва со сложным органопрофилем имеет достаточные основания рассматриваться в качестве одного из первых звеньев в ряду деградационной трансформации серии типов почв со сложным органопрофилем Вятского Прикамья, начавшейся около 5 тыс. лет назад. Её профиль в целом и второй тёмноцветный горизонт в частности в относительно меньшей степени, по сравнению с другими типами почв с ВГГ подверглись элювиальным процессам вследствие высокой исходной насыщенности основаниями почво-грунтов. Однако в условиях относительно холодного и влажного климата, пришедшего во второй половине голоцена на смену предшествующему, более тёплому и засушливому, ей не удалось противостоять процессам элювиальной природы, как и другим группам почв южной тайги и смешанных лесов востока ЕТР со сложным органопрофилем [3]. Различия заключаются лишь в меньшей степени оподзоливания данной почвы, благодаря высокой исходной карбонатности материнской породы.

Таким образом, факт наличия в составе почвенного покрова Вятско-Камского Предуралья объектов подобного рода даёт основание для предположения о том, что карбонатность пород, наряду с климатом, могла быть одной из предпосылок формирования в первой половине голоцена на столь высоких широтах тёмноцветных почв с мощностью гумусовых горизонтов до 40–50 см и более, принадлежащих к дерново-карбонатному, серому лесному и некоторым другим типам. В настоящее время они развиваются при сочетании следующих основных аккумулятивных (гумусообразование, гумусонакопление, в целинных условиях с подстилкообразованием), элювиальных (выщелачивание, лессиваж, дегумификация ВГГ) и педометаморфических (оглинение, сапролитизация горизонта CDca) процессов. Судя по повышенному отношению Сгк/Сфк ВГГ, деградация их реликтового ОВ сопровождается параллельным увеличением степени его гуматности за счёт минерализации наиболее лабильных фульватных компонентов. По существу, данные почвы постепенно эволюционируют в направлении зональных серых и дерново-подзолистых почв, принадлежащих к роду со вторым гумусовым горизонтом. Все они ещё хранят в своём профиле следы предшествующего этапа педогенеза с большей интенсивностью гумусово-аккумулятивных процессов и не вполне адекватны современным биоклиматическим условиям. Эти раритетные почвы, наряду с другими [3], являются составной частью ценного природного наследия востока европейской России. Они с полным основанием заслуживают включения в Красные книги почв России и Кировской области в статусе уникальных или редких почв.

### Выводы

1. В пределах зоны смешанных лесов Вятского Прикамья, наряду с дерново-подзолистыми, серыми лесными и другими типами почв с реликтовыми тёмноцветными гумусовыми горизонтами, сформированными на покровных лессовидных и элювиально-делювиальных суглинках, выявлены интразональные дерново-карбонатные почвы на элювии коренных пермских пород, принадлежащие к особой группе «инситных посткарбонатных педореликтов», наличие которых теоретически было предсказано Н. А. Каравевой с коллегами в конце прошлого века [5].

2. Данные почвы характеризуется наличием второго гумусового горизонта с возрас-

том гуминовых кислот свыше 7000 лет, идентичным таковому у других типов почв со сложным органопрофилем исследуемого региона и соответствующим атлантическому (неолитическому) времени голоцена.

3. Повышенная карбонатность почвообразующих пород оказывала стимулирующее влияние на гумусово-аккумулятивные процессы в условиях умеренно влажного климата раннего и среднего голоцена, но она не смогла противостоять активизации элювиальных процессов во второй, более гумидной половине голоцена, вызвавшей дифференциацию ранее единого органопрофиля на два гетерохронных гумусовых горизонта.

4. В настоящее время данные почвы формируются в режиме наложенной эволюции с элементами стирающей при ведущей роли гумусообразования, гумусонакопления, сочетающихся с декарбонатизацией, оглинением, лессиважем, сапролитизацией нижней части профиля, деградацией ОВ ВГГ и некоторыми другими процессами.

### Литература

1. Гагарина Э. И. Особенности почвообразования в северной тайге на карбонатных породах // Первое ре-

гиональное совещание почвоведов северо- и среднетаёжной подзон Европейской части ССС: Тезисы докл. Петрозаводск. 1968. С. 73–75.

2. Тюлин В. В. Почвы Кировской области. Киров. 1976. 288 с.

3. Прокашев А. М. Генезис и эволюция почв бассейна Вятки и Камы. Киров. 2009. 386 с.

4. Прокашев А. М., Жуйкова И. А., Пахомов М. М. История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров. 2003. 144 с.

5. Караваева Н. А., Черкинский А. Е., Горячкин С. В. Понятие «второй гумусовый горизонт»: опыт генетико-эволюционной систематизации // Успехи почвоведения. Советские почвоведы к XIII Межд. конгр. почвоведов. М. 1986. С. 167–173.

6. Соколов И. А. Почвообразование и экзогенез. М. 1997. 244 с.

7. Орлов Д. С. Почвенные фульвокислоты: история их изучения, значение и реальность // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1165–1171.

8. Жуйкова И. А., Пахомов М. М., Прокашев А. М. Динамика и становление современного растительного и почвенного покрова Вятско-Камского региона в голоцене // Учение о зонах природы на переломе тысячелетий. Н. Новгород. 2000. С. 109–123.

9. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Л. 1980. 222 с.

10. Алифанов В. М. Палеокриогенез и современное почвообразование. Пущино, 1995. 318 с.