

АГРОГЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ (ALVIC RETISOLS) С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВОДНО-ВОЗДУШНЫМ РЕЖИМОМ

© 2021 г. А. В. Литвинович^{1, *}, А. В. Лаврищев², В. М. Буре^{1, 3}

¹ Агрофизический научно-исследовательский институт
195220 Санкт-Петербург, Гражданский просп., 14, Россия

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
196601 Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, 2, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет
199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9, Россия

*E-mail: av.lavrishchev@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.12.2020 г.

После доработки 15.02.2021 г.

Принята к публикации 10.04.2021 г.

Проведено изучение изменения состава и свойств дерново-подзолистой глееватой глинистой пылевато-иловатой почвы в процессе окультуривания и длительного сельскохозяйственного использования. Представлены материалы морфологического строения, содержания и соотношения закисных и окисных форм железа в профиле целинной и пахотной осушенной почвы. Прослежены изменения органо-профиля в процессе длительного агрогенеза. Выявлено влияние агрогенеза на консервативные свойства почвы – ее гранулометрический состав, содержание и соотношение фракций в составе мелкозема, их миграции и распределения в профиле. Разработаны эмпирические модели, описывающие трансформацию тонкодисперсных фракций в процессе природного и агрогенного почвообразования. Подчеркнуто, что при выведении почв из хозяйственного оборота положительные изменения, достигнутые в результате окультуривания, постепенно утрачиваются. Повторное распаивание и вовлечение почв данного генезиса в культуру из-за высоких затрат на вторичное окультуривание и поддержание оптимального гидрологического режима с хозяйственной точки зрения представляется нецелесообразным.

Ключевые слова: дерново-подзолистые глинистые почвы, агрогенная эволюция, тонкодисперсные фракции, органо-минеральный профиль, эмпирические модели.

DOI: 10.31857/S0002188121070073

ВВЕДЕНИЕ

Почвы, сформированные на ленточных глинах, широко распространены на западе и северо-западе России в районах озер Онежского, Ладожского, Ильмень и др. Изучением процессов почвообразования в этих почвах занимались в разные годы [1–10]. На сегодняшний день в литературе накоплен определенный фактический материал, посвященный изменению консервативных свойств почв данного генезиса под влиянием длительного агрогенеза (валового химического, гранулометрического и минералогического составов).

Тем не менее, эти сведения нельзя считать до конца исчерпывающими. Например, считается установленным, что в процессе почвообразования в глинистых почвах проходят процессы химического разрушения и физического дробления

частиц мелкозема [6, 8], что может приводить к пополнению запаса илистой фракции (“илообразованию”), однако математические модели описания этого процесса не разработаны. Нельзя также считать достаточно полными данные о вкладе тонкодисперсных фракций дерново-подзолистых глееватых глинистых почв в закрепление гумусовых веществ.

Характерной особенностью гидротермического режима дерново-подзолистых глееватых глинистых почв на ленточных глинах является сезонное переувлажнение и связанное с этим развитие глеевого процесса. В образовании глея главную роль играют процессы восстановления железа при разложении органических веществ в условиях обилия влаги и недостатка кислорода воздуха [11]. При прокладке дренажа и удаления

избытка влаги процессы восстановления железа ослабевают. Закисные формы железа переходят в окисные. Работы, посвященные установлению содержания и соотношения закисных и окисных форм железа в отдельных горизонтах профиля нативных дерново-подзолистых глееватых глинистых почв и их трансформации при прокладке закрытой дренажной сети и длительном агрогенезе, нам неизвестны.

Глубокий системный кризис, охвативший страну с начала 1990-х гг. прошлого века, стал причиной обвального сокращения сельскохозяйственных земель. На почвах, оставшихся в культуре, резко снизилось количество применяемых удобрений, прекратилось известкование. За прошедшие годы резко ухудшилось состояние мелиорированных земель. Предельные нормативные сроки эксплуатации данных систем истекли. Только 8–17% осушительных систем обеспечивают нормативный режим осушения [12]. Подавляющее количество ранее осушенных глинистых почв выведено из хозяйственного оборота и постепенно зарастает кустарником и деревьями.

Процесс развития сельскохозяйственной отрасли страны на период 2021–2030 гг. предусматривает повторное введение в хозяйственный оборот 12 млн га залежных земель. При этом только сведение древесно-кустарниковой растительности представляется явно недостаточным. Важное значение отводится развитию мелиорации почв с обязательной реконструкцией осушительной системы, применению новых материалов в строительстве дренажа, а также современных технологий удаления и утилизации древесно-кустарниковой растительности.

При принятии решения о возможности вторичного освоения земельных угодий ведущее значение должно принадлежать всесторонней оценке трансформации свойств почв за период активного использования в культуре и хозяйственной целесообразности их повторного распахивания. В задачи исследования входило: установить влияние длительного сельскохозяйственного использования дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы на морфологическое строение профиля; определить содержание и соотношение закисных и окисных форм железа в отдельных горизонтах целинной и пахотной осушенной почвы; выявить изменение содержания тонкодисперсных частиц в процессе природного и агрогенного почвообразования; разработать эмпирические модели, описывающие трансформацию тонкодисперсных фракций в профиле почв данного генезиса; рассчитать потери мелкозема из целинной и пахотной глееватых глинистых почв; изучить из-

менение природного органо-профиля в процессе длительной эксплуатации осушенной дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы; выяснить вклад коллоидной и предколлоидной фракций в закреплении гумусовых веществ; оценить целесообразность повторного распахивания почв данного генезиса после их длительного нахождения в залежи.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления изменений состава и свойств почв в процессе природного почвообразования и длительного агрогенеза использовали сравнительно-географический метод сопряженного изучения целинной и пахотной дерново-подзолистых глееватых глинистых пылевато-иловатых почв, формирующихся в аналогичных геоморфологических условиях на территории Приневской низменности (Ленинградская обл.).

Среднегодовое количество осадков на этой территории составляет 600–650 мм, величина испарения – не более 400 мм. Превышение осадков над испарением является одной из главных причин формирования почв временного избыточного увлажнения. Почвообразующие породы в пределах рассматриваемой территории, сформированные деятельностью ледника, представлены озерно-ледниковыми ленточными глинами. Последние характеризуются большим водопоглощением, малой водоотдачей и водопроницаемостью, что наряду со значительным превышением осадков над испарением и несбалансированностью естественным дренажом, определяет переувлажнение тяжелых по гранулометрическому составу почв и неблагоприятные условия водного, воздушного и питательного режимов.

Пахотная дерново-подзолистая глееватая глинистая почва расположена в 34 км от Санкт-Петербурга (бывший совхоз Детскосельский) и находится в культуре более 200 лет. В 1959 г. проложен гончарный дренаж с расстоянием между дренами 10–12 метров. Глубина закладки дрен 90–100 см. Почву эксплуатировали в 6-польном севообороте с 3-мя полями многолетних трав. Высокий уровень агротехники, характерный для пригородных хозяйств Ленинградской обл., позволил получать в 1976–1980 гг. прошлого века: овощей – 30,8, кормовых корнеплодов – 50,8, сена многолетних трав – 6,5 т/га. Закладку почвенных разрезов проводили в 1983 г. на поле с многолетними травами 2-го года пользования.

В 1989 г. дренаж вышел из строя. С 1990 г. участки короткое время использовали под сенокосы. В настоящее время массив представляет собой

Таблица 1. Гранулометрический состав дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы, %

Горизонт	Глубина, см	Размер фракций, мм						
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01
Целина								
AY	3–10	4.3	21.1	24.2	20.0	18.0	12.4	50.4
ELg	10–20	7.8	19.9	21.6	17.1	22.6	11.0	50.7
BTg	20–30	6.4	12.3	23.0	17.2	22.6	18.5	58.3
BTg	30–40	6.1	12.6	23.8	16.4	21.4	19.7	57.5
BTg	50–60	7.0	11.7	22.0	18.2	21.7	19.4	59.3
BTg	60–70	6.9	11.8	21.5	18.7	22.1	19.0	59.8
BTg	70–80	7.2	10.0	22.1	22.4	19.5	18.8	60.7
Cg	120–130	7.4	9.8	23.0	21.5	19.4	18.9	59.8
Пашня								
P	0–10	4.9	22.1	23.2	18.9	20.9	12.0	51.8
P	10–20	4.4	23.0	23.7	18.0	21.1	11.8	50.9
P	20–30	5.1	21.9	22.5	17.9	21.4	12.2	51.5
BELg	30–40	7.5	15.0	23.9	15.5	16.5	21.6	54.6
BELg	40–55	8.4	18.9	19.7	13.2	17.5	22.3	53.0
BTg	60–70	8.1	12.1	20.0	15.4	18.6	21.0	55.0
BTg	80–90	8.0	10.9	23.2	19.0	18.4	20.5	57.9
Cg	130–140	8.6	10.7	23.2	18.6	18.8	20.1	57.5

слабозакустаренный разнотравно-злаковый луг, постепенно подвергающийся заболачиванию.

Целинная дерново-подзолистая глееватая глинистая почва расположена в непосредственной близости от пахотной и занята вторичным лесом. Растительный покров представлен ольхой, осинной и березой. Травянистый покров сплошной, с преобладанием осоки.

Данные гранулометрического состава материнских пород свидетельствуют о том, что почвы сформированы на близком по составу материале (табл. 1).

В работе использовали методы, широко применяемые в агрохимии и почвоведении. Для определения объемной массы применяли метод режущих цилиндров. Гранулометрический состав устанавливали методом Качинского, выделение тонкодисперсных фракций – по методу Горбунова. Фракцию <0.001 мм разделяли на предколлоидную и коллоидную с использованием проточной центрифуги С–100 при 20 тыс. об./мин. Суспензию коагулировали HCl. Содержание органических коллоидов определяли весовым методом после озонирования коллоидных частиц в муфеле по разности до и после сжигания. Содержание гумуса устанавливали по методу Тюрина.

Построение моделей трансформации отдельных гранулометрических фракций в составе мелкозема проводили согласно [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическое строение профиля. Строение профиля целинной лесной почвы типично для почв данного генезиса. В верхней части выделяется лесная подстилка (O – 0–3 см), хорошо перемешанная с минеральной массой, ниже расположен маломощный серо-гумусовый горизонт (AY – 3–10 см), однородной темно-серой окраски, густо переплетенный корнями растений. На глубине 10–20 см сформирован подзолистый горизонт (ELg), белесоватого цвета с мелкими сизоватыми прослойками и пятнами оглеения. Ниже, на глубине 20–80 см, находится иллювиально-текстурный глеевый горизонт (BTg). Почвообразующая порода (C) залегает с глубины 80 см.

Развитие и строение пахотной почвы формировалось под влиянием агрогенного процесса почвообразования, ведущая роль в котором, наряду с естественными (природными) факторами почвообразования, принадлежит хозяйственной деятельности человека. Обработка почвы, систематическое внесение удобрений, известкование, чередование культур, инженерные мелиорации

Таблица 2. Содержание и распределение закисных и окисных форм железа в дерново-подзолистых глееватых глинистых почвах, %

Горизонт	Мощность, см	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃ : FeO
Целина				
AУ	3–10	1.65	1.21	1.36
ELg	10–20	2.60	1.04	2.50
BTg	30–40	2.89	1.44	2.01
Cg	120–130	2.53	1.47	1.72
Пашня				
P	0–30	2.32	0.99	2.34
BEЛg	40–50	3.12	0.69	4.52
BTg	70–80	3.03	0.92	3.29
Cg	130–140	3.88	0.93	4.17

трансформировали верхнюю часть почвенного профиля на глубину вспашки с образованием пахотного слоя и вовлечением в его состав горизонтов АУ, ELg и части почвенной массы горизонта BTg. Пахотный слой (P – 0–30 см) характеризуется равномерным темно-серым прокрашиванием, комковатой структурой, густо пронизан корнями травянистой растительности.

Под влиянием агрогенного почвообразования в профиле пахотной почвы формируется горизонт выноса **BEЛg** (30–55 см), который соответствует по глубине залегания верхней части горизонта BTg. Горизонт BTg (55–90 см) пахотной почвы более мощный. Изменение гидрологического режима при прокладке дренажа привело к ослаблению признаков оглеения до глубины закладки дрен. Цветовые признаки оглеения выражены менее ярко и отмечены на большей глубине.

Таким образом, в результате многолетнего использования и окультуривания агрогенной почвы создан мощный, однородный по окраске пахотный горизонт с благоприятной структурой. Увеличение в пахотной почве мощности агрогумусового горизонта (P) повлекло за собой смещение границ других горизонтов. Профиль пахотной почвы более растянут, а процессами почвообразования затронута бóльшая по мощности толща. Прокладка дренажа приводила к ослаблению признаков оглеения до глубины залегания дрен.

Сходное морфологическое строение средней и нижней части профиля целинной и пахотной почв свидетельствовало о развитии в окультуренной почве тех же процессов, что и в целинной почве.

Содержание и соотношение закисных и окисных форм железа в почвах. Вследствие сложившихся

водно-воздушных и окислительных условий в глинистых почвах происходит трансформация и перераспределение различных форм железа (табл. 2). Труднорастворимые формы, представленные окристаллизованным и аморфным не силикатным железом, переходят в более мобильные соединения гидроокиси закисного и окисного железа и его простые соли [14]. Изученные почвы характеризуются значительным содержанием закисных форм железа во всей почвенной толще, что придает характерную окраску их профилю. Наибольшее количество закисного железа содержится в лесной почве.

Принято выделять 5 групп соединений закисного железа в почвах, придающих характерную окраску оглееным почвам: водорастворимое ионное или комплексное железо; активное, представленное осажденными нерастворимыми формами и отчасти формами прочно адсорбированными глинистыми минералами; неактивное железо, прочно адсорбированное глинами, а также частично железо минералов и некоторые его нерастворимые формы; не экстрагируемое железо, связанное с глинистыми минералами и входящее в его состав [15].

При дренировании переувлажненных почв двухвалентное железо окисляется. Осушение приводит к снижению содержания закисного железа и увеличению его окисной формы. Соотношение окисленной и восстановленной форм железа в пахотной почве расширяется. Цветовые признаки оглеения ослабевают.

Однако полного исчезновения закисных форм железа при дренировании достичь не удалось. Это связано с тем, что не все формы закисного железа легко поддаются окислению. Активное и неактивное железо относятся к устойчивым формам, и даже на воздухе эти формы сохраняют свою специфическую окраску. Для полного исчезновения цветовых признаков оглеения, по-видимому, нужен значительный промежуток времени.

В целом окультуривание и прокладка дренажа приводят к расширению соотношения окисленной и восстановленной форм железа в пахотной почве, что свидетельствует об улучшении водно-воздушного режима и преобладании в профиле процессов окисления. Однако оглеение при осушении почв данного генезиса полностью не устраняется.

Гранулометрический состав. Представленные в табл. 1 данные гранулометрического состава показали, что профиль изученных почв довольно отчетливо дифференцирован по содержанию глины и илистой фракции.

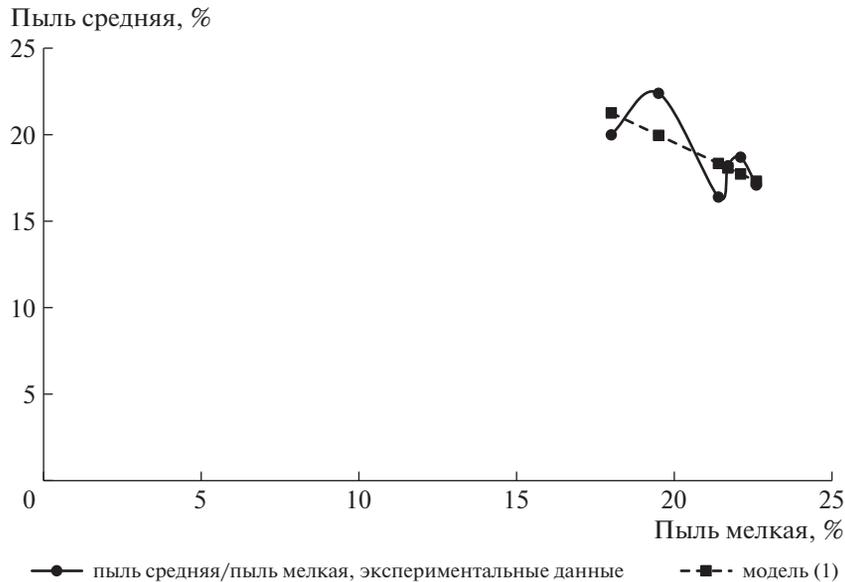


Рис. 1. Зависимость содержания средней пыли от количества мелкой пыли в профиле целинной дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы.

Зона элювиирования в целинной лесной почве охватывает слой 3–20 см (AY и ELg). Вниз по профилю в горизонте BTg содержание ила и физической глины резко возрастает с 11.0 до 18.5 и 50.7 до 58.3% соответственно. Далее, в нижележащих слоях профиля содержание глинистых частиц и илистой фракции имеет выровненный характер.

Длительный агрогенез изменил горизонтальное строение профиля дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы. Элювиальным горизонтом является весь пахотный слой (0–30 см), который равномерно обеднен илстыми частицами и фракцией глины. Переходный горизонт BELg, расположенный на глубине 30–55 см и сформированный на месте залегания иллювиального горизонта BTg целинной почвы, также затронут процессами элювиирования. Выявлено уменьшение содержания средней 0.01–0.005 мм и мелкой 0.005–0.001 мм пыли в процессе агрогенного почвообразования. В горизонте BELg количество частиц этих размеров минимально по сравнению со всеми другими слоями почвы.

Убыль фракций мелкой и средней пыли в агрогенной почве вполне может быть вызвана нисходящей миграцией по порам и трещинам с просачивающейся влагой атмосферных осадков. По данным [16], прокладка дренажа, усиливая нисходящий ток влаги, способствует усилению миграции мелкозема из верхних горизонтов профиля. Согласно исследованиям [17], водопроницаемость дерново-подзолистых глееватых почв

под влиянием дренажа, начиная с поверхности, в 1.7–2.0 раза больше, чем не дренированной.

Наоборот, по мнению [6], основным механизмом убыли пылеватых фракций в дерново-подзолистых глинистых почвах является физическое дробление кластогенных глинистых минералов, в том числе триоктаэдрических, каолинита и гидрослюд.

Дробление частиц средней пыли до размера мелкопылевой фракции активно проходит в профиле целинной лесной почвы. Установлена средней силы отрицательная связь между содержанием средне-пылеватых и мелко-пылеватых частиц в профиле целинной почвы: $r = -0.72$. Эмпирическая модель процесса трансформации частиц средней пыли до размера мелко-пылевой фракции описывается уравнением:

$$y = 36.73 - 0.859x, \quad (1)$$

где y — пыль средняя, x — пыль мелкая, $v_1 = -0.859$ — средняя скорость относительного изменения содержания (уменьшения) среднепылевой фракции до размера мелкой пыли на одну единицу.

Эмпирическая модель (1) статистически значима на уровне значимости, $p = 0.067$ (p -value по критерию Фишера для эмпирической модели (1)), коэффициент детерминации — $R^2 = 0.52$. Следовательно, можно сделать вывод о наличии статистически значимой взаимосвязи между содержанием частиц указанных размеров. График модели (1) представлен на рис. 1.

Таблица 3. Баланс фракции <0.001 мм в профиле дерново-подзолистой глееватой почвы

Горизонт	Мощность, см	Плотность, г/см ³	Содержание фракции <0.001 мм		Вынос–накопление*, г/см ³	Сумма выноса–накопления, кг/м ²
			% от содержания в почве	г/см ³		
Целина						
AY	7	1.02	12.4	12.6	–19.5	–137
ELg	10	1.55	11.0	17.0	–15.1	–151
BTg	38	1.68	19.1	32.1	0	0
Cg	–	1.70	18.9	32.1	–	–
Пашня						
P	30	1.29	12.0	15.5	–19.0	–570
BEg	25	1.64	21.9	32.9	+1.4	+35.0
BTg	45	1.71	20.7	35.4	+0.9	+40.5
Cg	–	1.72	20.1	34.5	–	–

*Расчет проведен для равных по мощности слоев по сравнению с материнской породой. То же в табл. 4.

Таблица 4. Баланс фракции <0.01 мм в профиле дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы

Горизонт	Мощность, см	Плотность, г/см ³	Содержание фракции <0.01 мм		Вынос–накопление*, г/см ³	Сумма выноса–накопления, кг/м ²
			% от содержания в почве	г/см ³		
Целина						
AY	7	1.02	50.4	51.4	–50.3	–352
ELg	10	1.55	50.7	78.6	–42.6	–426
BTg	38	1.68	59.1	99.3	–2.4	–90.0
Cg	–	1.70	59.8	102	–	–
Пашня						
P	30	1.29	51.4	66.3	–32.6	–978
BEg	25	1.64	53.8	88.2	–10.7	–267
BTg	45	1.71	56.4	96.4	–2.5	–111
Cg	–	1.72	57.5	98.9	–	–

Подсчет коэффициента корреляции между содержанием средней пыли и илистой фракции, а также мелкой пыли и частицами ила не выявил достоверной связи между ними. Однако это не значит, что процессы физического дробления и химического разрушения пылеватых фракций в профиле целинной лесной почвы задерживаются на стадии пыль средняя–пыль мелкая и не приводят к пополнению содержания илистых частиц. Вероятно, что соотношение поступления ила в результате “илообразования” и нисходящей его миграции в растворах и суспензиях складывается в целинной лесной почве в пользу последнего.

Проведенное в работе [6] изучение подфракций ила показало преобладание водно-пептизируемого ила (>90%). Расчет баланса фракций <0.001 и <0.01 мм, выполненный для целинной

лесной почвы, показал (табл. 3, 4), что суммарные потери глинистых частиц из элювиальной толщи составили 877, илистой фракции – 288 кг/м². Иллювиального накопления физической глины и ила не выявлено.

Линейная эмпирическая модель (2) зависимости содержания пыли мелкой от пыли средней для пахотной почвы описывается уравнением:

$$y = 9.16 + 0.596x_1, \quad (2)$$

где y – пыль мелкая, x_1 – пыль средняя.

Эмпирическая модель (2) статистически значима на уровне значимости $p = 0.099$ (p -value по критерию Фишера для эмпирической модели (2)), коэффициент детерминации $R^2 = 0.45$.

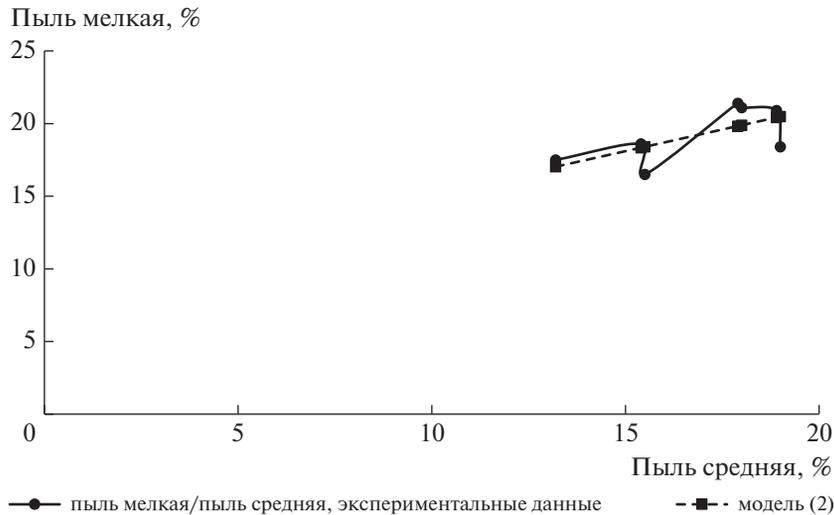


Рис. 2. Зависимость содержания пыли мелкой от пыли средней в профиле пахотной дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы.

Следовательно, для пахотной почвы также выявлена статистически значимая зависимость содержания в профиле пыли мелкой от пыли средней. График модели (2) представлен на рис. 2.

Процесс физического дробления и химического разрушения пылеватых фракций в пахотной почве действует наиболее активно. Об этом свидетельствует резкое уменьшение содержания фракций средней и мелкой пыли, начиная с глубины 30–40 см. Одновременно на этой глубине установлен рост содержания илистой фракции (табл. 1).

Выявлена достоверная средней силы отрицательная связь содержания средней пыли и илистой фракции ($r = -0.67$) и практически линейная отрицательная связь между содержанием мелкой пыли и илистыми частицами ($r = -0.95$) в профиле осушенной почвы.

Линейная эмпирическая модель (3) зависимости содержания ила от пыли средней для пахотной почвы описывается уравнением:

$$y = 43.99 - 1.58x_1, \quad (3)$$

где x_1 – пыль средняя.

Эмпирическая модель (3) статистически значима на уровне значимости $p = 0.089$ (p -value по критерию Фишера для эмпирической модели (3)), коэффициент детерминации $R^2 = 0.47$. График модели (3) представлен на рис. 3.

Линейная эмпирическая модель (4) зависимости содержания ила от мелкопылеватой фракции для пахотной почвы описывается уравнением:

$$y = 64.72 - 2.47x_2, \quad (4)$$

где x_2 – пыль мелкая.

Эмпирическая модель (4) статистически значима на очень высоком уровне значимости, $p = 0.001$ (p -value по критерию Фишера для эмпирической модели (4)), коэффициент детерминации $R^2 = 0.903$. График модели (4) представлен на рис. 4.

Линейная эмпирическая модель (5) зависимости содержания ила от двух факторов – пыли средней и пыли мелкой для пахотной почвы описывается уравнением:

$$y = 65.2 - 0.2x_1 - 2.3x_2, \quad (5)$$

где x_1 – пыль средняя, x_2 – пыль мелкая.

Эмпирическая модель (5) статистически значима на очень высоком уровне значимости, $p = 0.008$ (p -value по критерию Фишера для эмпирической модели (5)), коэффициент детерминации $R^2 = 0.907$.

Эмпирические модели (4) и (5) обладают очень высоким уровнем значимости. Следовательно, содержание ила в профиле пахотной осушенной почвы сильно связано с содержанием пыли мелкой и в меньшей степени с содержанием пыли средней (статистическая значимость модели (3) меньше, чем статистическая значимость модели (4)).

Вероятно, в результате разрушения в профиле пахотной почвы частиц средней пыли идет пополнение преимущественно мелкопылеватых частиц, которые, в свою очередь, разрушаясь, пополняют запас илистой фракции. Таким образом,

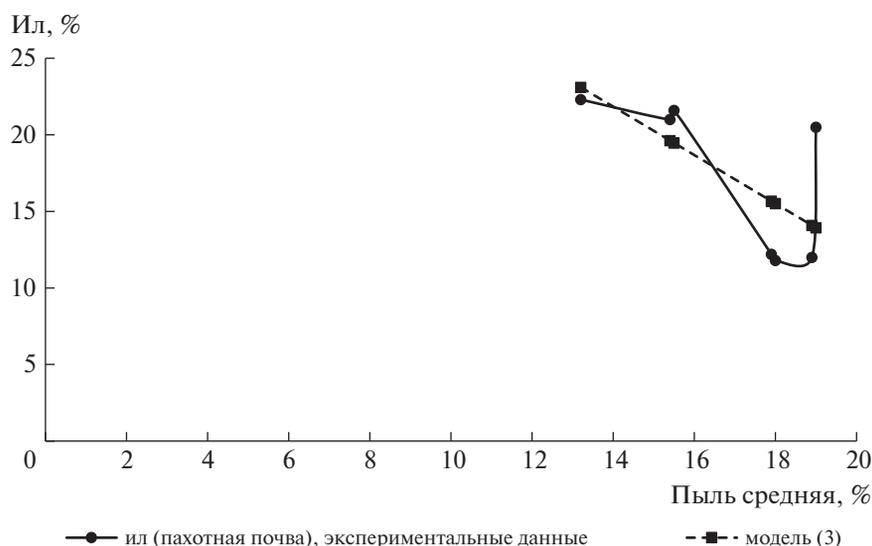


Рис. 3. Зависимость содержания ила от пыли средней в профиле пахотной почвы.

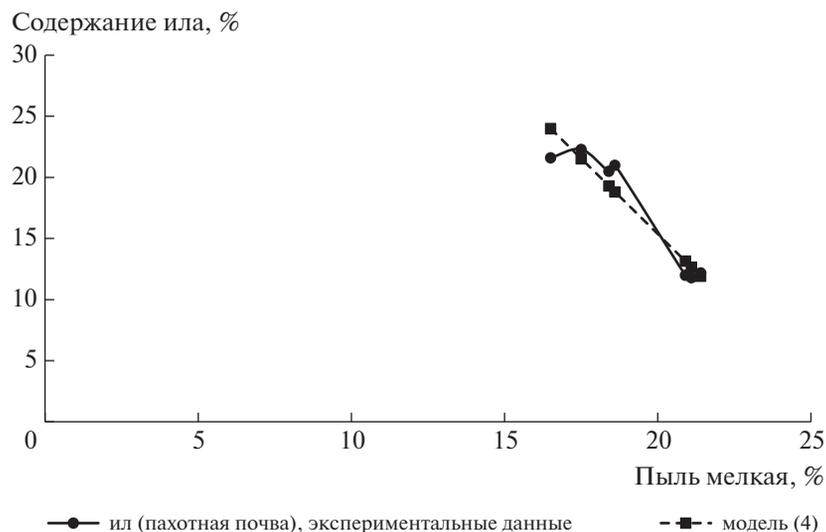


Рис. 4. Содержание ила в зависимости от количества мелкой пыли в профиле пахотной почвы.

можно говорить о “стадийности” процесса трансформации пылеватых частиц до размера илистой фракции. Следовательно, для построения модели содержания ила для пахотной почвы достаточно информации о трансформации мелкопылеватой фракции.

Таким образом, процесс физического дробления и химического разрушения (диспергации) пылеватых фракций проходит в обеих почвах. Однако интенсивность этих процессов в профиле осушенной почвы длительного сельскохозяйственного использования больше. Элювиальные потери физической глины и ила при длительном агрогенезе и прокладке дренажа усиливаются.

Об этом свидетельствует сдвиг иллювиального максимума ила (заглубление иллювиальной толщи) вниз от границы пахоты (табл. 1). Убыль глинистых частиц из горизонтов P и BELg составила 1240 кг/м^2 (табл. 4). Потери илистой фракции равны 570 кг/м^2 (табл. 3).

Таким образом, в пахотной осушенной почве процессы разрушения частиц глины и илистой фракции в иллювиальной толще не только не ослабевают, но, напротив, усиливаются. Это тем более очевидно, если иметь в виду, что пахотный слой в процессе своего создания был обогащен мелкоземом из верхней части иллювиальной толщи целинной почвы и испытывал регулярный

Таблица 5. Содержание коллоидной фракции в дерново-подзолистых глееватых почвах, %

Горизонт	Глубина, см	Всего в почве	В том числе		Соотношение органические : минеральные
			минеральных	органических	
Целина					
AУ	3–10	2.0	1.44	0.56	0.38
ELg	10–20	1.5	1.10	0.40	0.36
BTg	30–40	4.1	3.79	0.31	0.08
Cg	120–130	6.0	5.92	0.08	0.01
Пашня					
P	0–30	2.5	2.15	0.35	0.16
BEЛg	40–50	7.6	7.32	0.28	0.03
BTg	70–80	7.6	7.42	0.18	0.02
Cg	130–140	7.5	7.43	0.07	0.01

привнос удобрений и извести. В результате происходило уменьшение содержания частиц средней и мелкой пыли с одновременным обогащением иллювиальной толщи илистой фракцией. Иллювиальное накопление ила в горизонтах BEЛg и BTg было равно соответственно 35.0 и 40.5 кг/м² (табл. 3).

Вероятно, что в данной части профиля процессы поступления ила в результате миграции из верхних слоев и “илообразование” в результате физического дробления и химического разрушения пылеватых фракций компенсируют его вынос в растворах и суспензиях, что приводит к росту содержания илистой фракции в иллювиальных слоях.

Постоянное пополнение илом и без того тяжелой массы подпахотного слоя является негативным явлением, поскольку приводит к кольматации (заиливанию) этих горизонтов. Нарушается перераспределение влаги в глубокие горизонты профиля. Сокращается сеть трещин, созданных при рыхлении. Усиливается роль иллювиальной толщи как водоупора. Все это приводит к необходимости регулярного проведения глубокого мелиоративного рыхления осушенных глееватых глинистых почв, положительное влияние которого исчерпывается через 1 год [16].

Содержание и распределение коллоидной фракции в профиле изученных почв приведено в табл. 5. Показано, что характер распределения коллоидной фракции в профиле почв определяется ходом и развитием почвообразовательного процесса и идентичен распределению илистой фракции. Верхняя часть профиля целинной лесной почвы в значительной степени обеднена коллоидными частицами. Минимальное содержание характерно для подзолистого горизонта. В соста-

ве коллоидов по всему профилю доминирует минеральная фракция. На долю органических коллоидов в горизонте АУ приходится 28% коллоидных частиц. Вниз по профилю их абсолютное содержание постепенно снижается. Распределение минеральных коллоидов в профиле целинной почвы носит элювиально-иллювиальный характер.

Профиль пахотной осушенной почвы богаче своего целинного аналога по общему содержанию коллоидов. Суммарное количество коллоидных частиц в пахотном слое равно 2.5%. На долю органических коллоидов приходится 14% от общего содержания. Это в 2 раза меньше, чем их содержание в горизонте АУ целинной почвы. Таким образом, процессы выноса органической части коллоидных частиц при вовлечении почвы в культуру и прокладке дренажа проходят довольно интенсивно. По данным [18], в отдельные периоды дренажного стока концентрация органических веществ в нем может достигать 1.4 г/л.

На глубине 40–50 см общее содержание коллоидных частиц возрастает до 7.6% и мало изменяется с глубиной. В составе коллоидов преобладает минеральная фракция. Так же, как и в целинной, в пахотной почве содержание органических коллоидов с глубиной снижается.

Процесс разрушения коллоидального комплекса развит в обеих почвах. Данное положение хорошо иллюстрирует подсчет выноса–накопления коллоидных частиц в профиле сравниваемых почв (табл. 6). Результаты свидетельствуют, что длительное нахождение почвы в культуре привело к усилению разрушения и выноса коллоидных частиц. Например, если суммарные потери коллоидов из всего профиля целинной почвы равны

Таблица 6. Баланс фракции <0.0002 мм в профиле дерново-подзолистой глееватой почвы

Горизонт	Мощность, см	Плотность, г/см ³	Содержание фракции <0.0002 мм		Вынос–накопление, г/см ³	Сумма выноса–накопления, кг/м ²
			% от содержания в почве	г/см ³		
Целина						
AУ	7	1.02	2.0	2.04	–8.16	–57.1
ELg	10	1.55	1.5	2.32	–7.88	–78.8
BTg	38	1.68	4.1	6.88	–3.32	–126
Cg	–	1.70	6.0	10.2	–	–
Пашня						
P	30	1.29	2.5	3.23	–9.67	–290
BEЛg	25	1.64	7.6	12.5	–0.40	–10.0
BTg	45	1.71	7.6	12.9	0	0
Cg	–	1.72	7.5	12.9	–	–

Таблица 7. Запасы коллоидов в целинных и пахотных дерново-подзолистых глееватых почвах, т/га

Угодье	0–30 см	0–50 см	Вынос (–), накопление (+) по сравнению с равным слоем материнской породы			
			0–30 см	%	0–50 см	%
Целина	108	246	–204	65.4	–274	52.8
Пашня	96.7	346	–290	75.0	–299	46.3

262 кг/м², то из пахотного слоя осушенной почвы потери составили 290 кг/м².

Эти данные подтверждает подсчет запасов коллоидной фракции в слоях 0–30 и 0–50 см почв (табл. 7). Абсолютные потери коллоидных частиц из слоя 0–30 см в целинной почве составили 204 т/га и возросли до 290 т/га в пахотной осушенной почве. Потери из слоя 0–50 см составили 274 и 299 т/га соответственно. Следовательно, длительное (>200 лет) сельскохозяйственное использование глееватой глинистой осушенной почвы приводило к усилению разрушения и выноса за пределы пахотного горизонта не только илистой фракции, но и коллоидных частиц.

Возникает вопрос, какова интенсивность процесса выноса илистой и коллоидной фракций при окультуривании и прокладке дренажа? Вероятно, эти процессы происходят достаточно энергично. Например, по данным [16], вынос ила в почвах данного генезиса при прокладке закрытой осушительной сети проходит “взрывообразно”. Уже на 3-й год обратная засыпка дрен оказывается заиленной. Кроме того, часть ила оседает в дренажных трубах, что сокращает срок эксплуатации дренажной системы. Очевидно, интенсивное разрушение и вынос тонкодисперсных фракций из элювиальной толщи в растворах и суспензиях при

окультурировании и прокладке дренажа являются необратимыми последствиями агрогенеза.

Органо-профиль. Характерной особенностью гумусового профиля целинной дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы является приуроченность максимального содержания органического вещества к верхнему органо-генному горизонту и его резкое уменьшение непосредственно на границе перехода серогумусового (AУ) горизонта к элювиальному (EL). В горизонте AУ целинной почвы содержание гумуса высокое – 4.9%. При переходе от горизонта AУ к горизонту EL гумусированность резко снижается до 0.9%. Вниз по профилю отмечено дальнейшее постепенное снижение содержания гумуса (табл. 8).

Содержание гумуса в пахотном слое окультуренной почвы уступает его содержанию в горизонте AУ целинной почвы. В толще пахотного слоя (слои 0–10, 10–20 и 20–30 см) распределение гумуса равномерное. Изменения составляют от 3.31 до 3.40%. На глубине 30–40 см при переходе к горизонту BEЛ содержание гумуса резко снижается до 0.6%.

Следовательно, в агрогенной почве общий характер распределения гумуса сохраняется, но в пахотном слое его содержание значительно меньше, чем в целинной лесной почве. Окультуриваю-

Таблица 8. Содержание гумуса в предколлоидной и коллоидной фракциях дерново-подзолистых глееватых почв, %

Горизонт	Глубина, см	Содержание гумуса в почве, %	Размер фракции, мм	Содержание фракции, %	От массы		От содержания гумуса в почве
					фракции	исходной почвы	
Целина							
AY	3–10	4.90	0.001–0.0002	10.4	6.1	0.63	12.8
			<0.0002	2.00	28.5	0.56	11.6
ELg	10–20	0.90	0.001–0.0002	9.5	1.2	0.10	12.1
			<0.0002	1.50	11.3	0.16	18.4
BTg	30–40	0.40	0.001–0.0002	15.0	0.9	0.13	33.3
			<0.0002	4.10	5.8	0.23	59.3
Cg	120–130	0.25	0.001–0.0002	12.9	0.9	0.11	44.7
			<0.0002	6.00	1.1	0.06	28.7
Пашня							
P	0–30	3.36	0.001–0.0002	9.5	6.3	0.60	17.8
			<0.0002	2.5	14.7	0.36	10.9
BELg	40–50	0.60	0.001–0.0002	14.3	1.5	0.21	36.3
			<0.0002	7.6	1.9	0.15	24.6
BTg	70–80	0.24	0.001–0.0002	13.1	1.0	0.14	48.5
			<0.0002	7.6	1.2	0.14	33.7
Cg	130–140	0.22	0.001–0.0002	12.6	1.0	0.13	57.3
			<0.0002	78.5	1.1	0.08	37.4

шее влияние агротехники проявляется в том, что в процессе эксплуатации создается глубокогумусированный агрогумусовый горизонт (P), значительно превосходящий по мощности серогумусовый горизонт (AY) целинной почвы.

Таким образом, агрогенная трансформация органо-профиля проявляется в увеличении мощности гумусированного слоя и возрастании запасов гумуса в равных по мощности слоях. В пахотной почве в слое 0–30 см запасы гумуса составляют 130 т/га, в слое 0–50 см – 150 т/га, в целинной почве в слое 0–30 см – 56.4 т/га, в слое 0–50 см – 71.5 т/га.

Содержание гумуса в предколлоидной фракции серогумусового горизонта составляет 6.1% от массы фракции, что равно 12.8% от общего содержания гумуса в почве. В нижних горизонтах профиля содержание гумуса, закрепляемого предколлоидами, снижается и меняется от 1.2 до 0.9%. На долю гумуса предколлоидной фракции в горизонте ELg приходится 12.1%, в горизонте BTg – 33.3% от его общего содержания в почве.

Абсолютное количество гумуса, связанного с коллоидной фракцией, превосходит содержание, закрепляемого предколлоидами. Выявленная закономерность характерна для всех горизонтов профиля целинной лесной почвы. Доля связан-

ного с коллоидными частицами гумуса от его общего содержания в почве этих горизонтов составляет 11.6% в горизонте AY, 18.4% – в горизонте EL и 59.3% – в горизонте BTg. Таким образом, с уменьшением размера частиц их роль в закреплении органического вещества в подпахотной части профиля возрастает.

Суммарный вклад тонкодисперсных частиц (коллоидов и предколлоидов) в связывании гумуса целинной почвы составил: в горизонте AY – 24.4, в горизонте ELg – 30.5 и в горизонте BTg – 92.6%. Следовательно, роль тонкодисперсных частиц в закреплении гумуса в целинной лесной почве с глубиной возрастает.

Длительное окультуривание и осушение не повлияло на абсолютное содержание гумуса, закрепляемого на поверхности предколлоидных частиц пахотной почвы. В культивируемом слое его содержание составило 6.3, в горизонте BEL – 1.9 и в горизонте BT – 1.2% от массы фракции, мало отличаясь от содержания в аналогичных горизонтах целинной почвы. Вместе с тем относительное количество гумуса предколлоидной фракции от его общего содержания в агрогенной почве по сравнению с целинной возросло и составило в пахотном слое 17.8, в горизонте BELg – 36.3%, т.е. увеличилось соответственно в 1.4 и 3.0 раза. Ис-

ключение составляет горизонт ВТg, где его содержание было меньше, чем в аналогичном горизонте целинной почвы. Таким образом, относительный вклад предколлоидных частиц в закреплении гумуса при окультуривании глинистой почвы возрастает.

При несколько большем содержании коллоидной фракции в пахотном слое окультуренной почвы по сравнению с горизонтом АУ целинной (2.5 и 2.0% соответственно), обогащенность гумусом коллоидов пахотной почвы оказалось в 2 раза меньше, чем в целинной. Однако относительная доля участия коллоидов целинной и пахотной почвы в фиксации гумуса оказалась одинаковой (11.6 и 10.9% соответственно).

В нижних горизонтах профиля абсолютное содержание гумуса в составе коллоидов пахотной почвы снижается, а доля участия в закреплении общего гумуса почвы возрастает. Суммарный вклад коллоидной и предколлоидной фракций в закреплении гумуса в отдельных горизонтах профиля составил: Р – 28.7, ВЕLg – 60.9, ВТg – 82.2%. Таким образом, общий вклад тонкодисперсных фракций (коллоидной и предколлоидной) в закреплении гумуса в пахотном слое оказался выше, чем в серогумусовом горизонте целинной почвы.

Дерново-подзолистые почвы на ленточных глинах – один из наиболее сложных объектов для мелиорации и сельскохозяйственного использования в Нечерноземной зоне России. В 1960–1980 гг. почвы данного генезиса являлись частым объектом дренажа [16]. Необходимость и хозяйственная целесообразность мелиоративных мероприятий в связи с большими трудоемкостью и затратами на окультуривание и эксплуатацию почв данного генезиса и использование их под пашню ранее неоднократно ставилось под сомнение [8, 16, 19, 20].

Дренирование почв на ленточных глинах безусловно оказывает определенное положительное влияние на режим влажности и верховодки этих почв. Однако гидрологический режим влажности дренированных почв на ленточных глинах является весьма неустойчивым для ведения сельскохозяйственного производства [16]. В дренированных почвах на ленточных глинах необходимый гидрологический эффект может быть достигнут только в случае выполнения специального, достаточно сложного и регулярно проводимого комплекса мероприятий, обеспечивающего организацию и ускорение поверхностного стока, и сброс внутрпочвенной влаги дренажными линиями. Положительное влияние на водный ре-

жим этих почв достигается только в результате одновременно проводимых гидротехнических, агро-мелиоративных, и агрономических мероприятий. В их числе – регулярное, глубокое мелиоративное рыхление (не реже 1 раза в 2 года), проводимое на глубину 60–90 см, поверхностное агротехническое рыхление легкими орудиями на глубину 40–50 см, мероприятия по окультуриванию. Чем выше уровень земледелия, тем более глубокие изменения будут претерпевать осушенные почвы и тем более благоприятные условия создаются для работы дренажа.

Долговременное использование земель под пашню хотя и приводит к глубокой трансформации экосистем, но не устраняет возможность возвращения их к исходному состоянию после прекращения или ослабления антропогенной нагрузки [21, 22]. Почти все благоприятные свойства, созданные агрогенным воздействием, являются обратимыми. Достигнутый уровень плодородия является следствием того уровня антропогенного воздействия, результатом которого он явился [23]. Учитывая большие затраты на повторное окультуривание, длительность этого процесса, невозможность без повторного осушения в полной мере регулировать водно-воздушный режим почв данного генезиса, хозяйственная целесообразность повторного распашивания этих почв не велика.

Например, по данным [8], при направленном окультуривании тяжелых глинистых почв на ленточных глинах южной тайги Северо-Запада России за период 20–25 лет удалось создать лишь “полуокультуренные” пахотные почвы. В пахотном слое, несмотря на гомогенность и положительные изменения ряда свойств, сохранились или усилились неблагоприятные физические и водно-физические свойства. Гумус остался подвижным. В подпахотной части (даже при осушении) сохранились оглеенные горизонты, являющиеся относительным водоупором. Это в значительной мере затруднило развитие окультуривания.

Наиболее целесообразным является использование этих почв под луговые и сенокосные угодья. Представляется также уместным оставление этих ареалов для формирования на них лесных массивов.

ВЫВОДЫ

1. В результате многолетнего использования и окультуривания дерново-подзолистой глееватой глинистой почвы создается однородный по окраске мощный пахотный слой. Профиль пахотной почвы более растянут, а процессами почво-

образования затронута большая по мощности толща. Прокладка дренажа, регулируя сток избытка влаги, наряду с агроメリоративными мероприятиями приводит к улучшению водно-воздушного режима. Соотношение окисных форм железа к закисным расширяется.

2. Зона элювиирования мелкозема и илистой фракции в целинной почве охватывает слой 3–20 см (гор. АУ и ЕLg). Процессами элювиирования в пахотной почве затронута большая по мощности толща.

3. Потери глинистых частиц (фракция <0.01 мм) из элювиальной толщи целинной почвы равны 877, вынос ила – 288 кг/м². Длительный агрогенез приводит к усилению элювиальных потерь частиц мелкозема. Убыль глинистых частиц из горизонтов Р и ВЕLg составил 1240, ила – 570 кг/м². Суммарные потери коллоидов из всего профиля целинной почвы равны 262, из пахотного слоя осушенной почвы – 290 кг/м². Потери из слоев 0–30 и 0–50 см в целинной почве равны 204 и 274 т/га, из соответствующих слоев пахотной почвы – 274 и 299 т/га.

4. Максимальное содержание гумуса в целинной почве приурочено к верхнему серогумусовому горизонту – 4.9%. При переходе к горизонту ЕLg оно резко снижается до 0.9%. Вниз по профилю наблюдается дальнейшее снижение содержания гумуса. В пахотном слое осушенной почвы содержание гумуса по сравнению с горизонтом АУ целинной почвы снижается, но мощность гумусированной толщи увеличивается. В целинной почве запасы гумуса в слое 0–30 см равны 56.4, в слое 0–50 см – 71.5 т/га. В пахотной почве они возрастают до 130 и 150 т/га соответственно.

5. Содержание гумуса в предколлоидной фракции серогумусового горизонта целинной почвы равно 6.1%, в горизонте ЕLg – 1.2%, в горизонте ВТg – 0.9% (6.1, 12.1 и 33.9% от общего содержания гумуса в почве). Доля гумуса, связанного с коллоидными частицами от его общего содержания в почве, составляет в горизонте АУ – 11.6, в горизонте ЕLg – 18.4, в горизонте ВТg – 59.3%. Окультуривание осушенной глинистой почвы не повлияло на абсолютное содержание гумуса, закрепляемого предколлоидными частицами. Содержание составило: горизонт Р – 6.3, горизонт ВЕLg – 1.9, горизонт ВТg – 1.2% от массы фракции. Относительное количество гумуса предколлоидной фракции в горизонтах Р и ВЕLg по сравнению с аналогичными горизонтами целинной почвы возросло и составило 17.8 и 36.3%, т.е. увеличилось соответственно в 1.4 и 3.0 раза.

6. Обогащенность гумусом коллоидов горизонта Р пахотной почвы в 2 раза меньше, чем горизонта АУ. Относительная доля участия коллоидов в закреплении гумуса почвой оказались одинаковой (11.6 и 10.9% соответственно). В подпахотных горизонтах профиля абсолютное содержание гумуса в составе коллоидов снижается, а доля участия в закреплении гумуса почвой – возрастает.

7. При выведении из хозяйственного оборота почв данного генезиса и отсутствии мероприятий по регулированию водно-воздушного режима положительные изменения, достигнутые в результате окультуривания и осушения, постепенно утрачиваются. Повторное распахивание и вовлечение таких почв в культуру из-за высоких затрат на вторичное окультуривание и поддержание оптимального гидрологического режима с хозяйственной точки зрения представляется нецелесообразным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пестряков В.К.* Окультуривание почв Северо-Запада. Л.: Колос, ЛО, 1977. 343 с.
2. *Хантулев А.А., Гагарина Э.И., Матинян Н.Н., Счастливая Л.С.* Особенности почвообразования на глинах в лесной зоне Советского Союза // Вестн. ЛГУ. 1977. Сер. биол. № 3. С. 125–130.
3. *Шоба С.А., Бганцов В.Н., Урусевская И.С., Матинян Н.Н.* Микроморфология поверхностно-переувлажненных почв на ленточных глинах // Микроморфологическая диагностика почв и образовательных процессов. М.: Наука, 1983. С. 153–179.
4. *Зверева Т.С., Кябелева Г.К., Стрекова А.А., Шаповалова А.Н.* Влияние освоения на химический и минералогический состав поверхностно-глеевых почв Карелии // Пути повышения эффективности мелиораций. Петрозаводск, 1990. С. 76–95.
5. *Зверева Т.С., Лазарева И.П.* О минералогическом составе поверхностно-глеевых почв Карелии // Почвоведение. 1989. № 11. С. 83–93.
6. *Гагарина Э.И.* Литологический фактор почвообразования (на примере Северо-Запада Русской равнины): Дис. ... д-ра биол. наук. СПб.: СПбГАУ, 1994. 565 с.
7. *Матинян Н.Н., Урусевская И.С., Селенков Н.А., Шоба С.А.* Особенности почвенного покрова глинистых озерно-ледниковых равнин Валдайского оледенения Северо-Запада РСФСР // Почвоведение. 1983. № 1. С. 12–21.
8. *Караваева Н.А.* Антропогенные изменения таежных почв на ленточных глинах Северо-Запада России // Почвоведение. 1996. № 11. С. 1285–1294.
9. *Караваева Н.А.* Длительная агрогенная эволюция дерново-подзолистей почвы // Почвоведение. 2000. № 2. С. 169–179.
10. *Соколова Т.А., Шоба С.А., Бганцов В.Н., Чернова Г.Н.* Преобразование минеральной массы в подзоли-

- стых почвах на озерно-ледниковых глинах // Почвоведение. 1983. № 1. С. 101–112.
11. Кауричев И.С., Ноздрунова Е.П. Общие черты генезиса почв временного избыточного увлажнения // Новое в теории оподзоливания и осолодения почв. М.: Наука, 1964. С. 45–61.
 12. Иванов А.И., Янко Ю.Г. Мелиорация как необходимое средство развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны России // Агрофизика. 2019. № 1. С. 67–78.
 13. Буре В.М. Методология статистического анализа опытных данных. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. 141 с.
 14. Patrick W.H., Turner F.T. Effect of redox potential on manganese transformation in waterlogged soil // Nature. 1968. V. 220 (5166) P. 476–478. PMID:; <https://doi.org/10.1038/220476a05686162>
 15. Motomura S. Dynamic behavior of ferrous iron in paddy soils // Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. 1969. Ser. B 21. P. 1–114.
 16. Зайдельман Ф.Р. Гидрологический режим почв нечерноземной зоны. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 328 с.
 17. Милляускас В.В. Влияние дренажа на физические и агрохимические свойства избыточно увлажненных почв Литовской ССР // Почвоведение. 1963. № 2. С. 61–74.
 18. Пестряков В.К., Циприс Д.Б., Шевелев Я.З. Мелиоративное земледелие в пригородной зоне. Л.: Лениздат, 1979. 148 с.
 19. Дюшофур Ф. Основы почвоведения. Эволюция почв. М.: Прогресс, 1970. 592 с.
 20. Thomasson A.J. Factors influencing the water regimes of gleyed clayey soils in moist temperate regions // Gley and Pseudogley / Eds. Schlichting E., Schwertmann V. Verlag–Chimie, 1973. P. 491–502.
 21. Литвинович А.В. Постагрогенная эволюция хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв северо-запада Нечерноземной зоны // Агрохимия. 2009. № 7. С. 85–93.
 22. Литвинович А.В., Павлова О.Ю. Трансформация состава гумуса дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава под действием возрастающих доз извести и в постагрогенный период // Почвоведение. 2010. № 11. С. 1362–1369.
 23. Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Чернов Д.В. Изменение показателей почвенного плодородия и лабильной части гумуса дерново-подзолистой песчаной почвы при интенсивном окультуривании и в условиях хозяйственного истощения // Агрохимия. 2003. № 4. С. 14–21.

Agrogenic Evolution of Sod-Podzolic Surface-Moistened Clay Soil (Albic retisols) with Adjustable Water-Air Mode

A. V. Litvinovich^{a, #}, A. V. Lavrishchev^b, and V. M. Bure^{a, c}

^a Agrophysical Research Institute
Grazhdansky prosp. 14, Saint Petersburg 195220, Russia

^b St. Petersburg State Agrarian University
Peterburgskoe shosse 2, St. Petersburg 196601, Russia

^c Sankt-Petersburg State University,
Universitetskaya nab. 7–9, Saint Petersburg 199034, Russia

[#] E-mail: av.lavrishchev@yandex.ru

The study of changes in the composition and properties of sod-podzolic surface-moistened clay soil in the process of cultivation and long-term agricultural use was carried out. The materials of the morphological structure, content and ratio of nitrous and oxide forms of iron in the profile of virgin and arable drained soil are presented. Changes in the organo-profile during long-term agrogenesis are traced. The influence of agrogenesis on the conservative properties of the soil – its granulometric composition, the content and ratio of fractions in the composition of fine-grained soil, their migration and distribution in the profile. Empirical models describing the transformation of fine fractions in the process of natural and agrogenic soil formation have been developed. It is emphasized that when the soil is removed from the economic turnover, the positive changes achieved as a result of cultivation are gradually lost. Re-plowing and involvement of soils of this genesis in the culture due to the high costs of secondary cultivation and maintenance of the optimal hydrological regime from an economic point of view is not appropriate.

Key words: sod-podzolic clay soils, agrogenic evolution, fine fractions, organo-mineral profile, empirical models.