

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

### АГРОГЕННЫЕ ПОЧВЫ НА ОБНОВЛЕННОЙ ВЕРСИИ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ РОССИИ МАСШТАБА 1 : 2.5 МЛН: КЛАССИФИКАЦИОННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОЛОЖЕНИЕ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ

© 2023 г. М. И. Герасимова<sup>a, b, \*</sup>, Т. В. Ананко<sup>a</sup>, Д. Е. Конюшков<sup>a</sup>, Н. В. Савицкая<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., 7, стр. 2, Москва, 119017 Россия

<sup>b</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, Москва, 119991 Россия

\*e-mail: maria.i.gerasimova@gmail.com

Поступила в редакцию 29.06.2022 г.

После доработки 08.09.2022 г.

Принята к публикации 09.09.2022 г.

Измененные земледелием (агрогенные) почвы обычно не входят в содержание мелкомасштабных почвенных карт, в том числе Почвенной карты Российской Федерации масштаба 1 : 2.5 млн (1988). Одним из элементов ее обновления, проводимого в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, является введение в содержание карты агрогенных почв и перевод в них части природных почв. Природные почвы были предварительно интерпретированы в формате классификации почв России. К агрогенным почвам отнесены типы агропочв разных отделов и типы почв отдела агроземов, различающиеся наличием или отсутствием диагностических горизонтов между пахотным и срединным (или породой) соответственно. Агрогенные почвы выделены в ранее определенных ареалах пахотных земель, наложенных на почвенную карту. Классификационная интерпретация распаханых исходно природных почв проведена с соблюдением определенных правил. Всего получено 114 единиц легенды агропочв и агроземов, за счет разнообразия исходных природных почв и их агрогенных модификаций. Агрогенные почвы на обновленной карте отмечены в 4813 из 25711 полигонов карты. По разнообразию агропочв, как и по числу полигонов с их участием, выделяются черноземы. В отделе текстурно-дифференцированных почв много агрогенных почв, как агропочв, так и агроземов. Пахотные почвы отдела альфегумусовых почв немногочисленны и представлены исключительно агроземами альфегумусовыми. Количество полигонов с участием агрогенных почв и их доля в почвенном покрове иллюстрируют географические закономерности их размещения, в частности однородность или мозаичность ареалов агрогенных почв разных отделов.

**Ключевые слова:** классификация почв России, отделы, агропочвы, агроземы, атрибутивная база данных карты, состав картографических единиц, текстурно-дифференцированные почвы, черноземы

**DOI:** 10.31857/S0032180X22600846, **EDN:** BKEVGU

#### ВВЕДЕНИЕ

Ограниченность пространственной информации и классификационных разработок по агрогенным (пахотным) почвам была основной причиной их отсутствия на мелкомасштабных почвенных картах. Отчасти это было связано с малыми размерами их ареалов. Систематика почв, измененных земледелием, использовалась на почвенных картах крупного и среднего масштабов, например, разделение почв по степени их окультуренности, влиянию орошения на полупустынные почвы [6, 8]. Вероятно, впервые антропогенные почвы — почвы оазисов были показаны внемасштабным знаком на почвенной карте мира Л.И. Прасолова в Большом советском атласе мира 1937 г. [3]. На некоторых листах Государственной почвенной карты масштаба 1 : 1 млн в составе почвенного покрова республик Средней

Азии есть “орошаемые и древнеорошаемые почвы” (листы Ашхабад, Бухара, Нукус, Кызыл-Орда, составленные в 50-е годы прошлого столетия); они приурочены к древним и современным дельтам рек. Другим примером может служить лист Котлас 1973 г., на котором штриховкой выделены “освоенные” — любые распаханые почвы.

Стремление почвоведов вынести на почвенные карты информацию об антропогенно-измененных почвах с целью представления более реальной картины почвенного покрова обширных территорий проявилось в обращении к причинам этих изменений. Так, в 1990-е годы была предпринята попытка показать на карте не столько конкретные антропогенно-трансформированные почвы, сколько факторы, приводящие к тем или иным нарушениям почв и соответствующие почвенные процессы. Факторы представляют основ-

ное содержание двух обзорных карт: мировой карты антропогенной деградации почв GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) масштаба 1 : 25 млн (1992) [25] и карты-врезки масштаба 1 : 20 млн к почвенной карте Российской Федерации и сопредельных государств [4, 13]. На обеих картах показаны такие процессы, как физическая и химическая деградация почв [25], дегумификация, засоление [13]. Негативные процессы в почвах сельскохозяйственного назначения составляют основное содержание обзорных карт (масштаб 1 : 30 млн) в Национальном атласе почв Российской Федерации [10] в специальном его разделе “Антропогенные изменения почв и почвенного покрова”. К ним относятся процессы эрозии, засоления, распространение которых не визуализировано для конкретных почв. Редким исключением из немногих “факторных” карт является почвенная карта Словакии масштаба 1 : 1 млн в ландшафтном атласе страны [24]. На карте показаны не только факторы — виды землепользования, но и собственно антропогенно-преобразованные почвы в системе национальной классификации, произошедшие из разных природных почв и измененные земледелием (в том числе культурные), урбанизацией и другими видами деятельности человека.

Реальная картина почвенного покрова той или иной территории во многом зависит от степени распаханности. Известно, что доля пашни в России не превышает 7% от площади страны и колеблется от 46 до 70% в сельскохозяйственных районах европейской России [15, 16]. Поэтому составление карт распаханности почв — важный шаг на пути реальной оценки почвенного покрова больших территорий.

Подсчеты площадей пахотных почв в СССР в прошлом проводили различными методами, по разным источникам и объектам [5, 15–19]. Долю пахотных земель оценивали по административным единицам или по отдельным почвам обычно высокого экономического уровня: типам и подтипам [10, 16]. Развитие современных технологий позволило провести более точную оценку ареалов пахотных почв страны. Такая работа была выполнена в Почвенном институте им. В.В. Докучаева И.Ю. Савиным с коллегами, подсчитавшими долю пашни, в том числе используемой с орошением или осушением [19]. Ими опубликована схематическая карта России с семью грациями долей пахотных почв и списком из 27 наиболее сильно распаханых почв с долей пашни от 98 до 71% от занимаемой ими площади. На почвенной карте масштаба 1 : 15 млн в Национальном атласе России [11] ареалы природных почв, традиционно показанные красочным фоном, были дополнены штриховками, указывающими их нахождение под пашней, ареалы которой определены по карте земельных угодий в том же атласе.

На Почвенной карте РСФСР 1988 г. масштаба 1 : 2.5 млн, составленной под руководством В.М. Фридланда в Почвенном институте [14] (ПКРФ), антропогенно-измененные почвы отсутствуют. Эта карта является единственной почвенной картой всей страны, она широко используется во многих научных и прикладных областях и служит картографической основой Единого государственного реестра почвенных ресурсов России. В Почвенном институте проводится обновление содержания этой карты [1].

Одной из задач обновления ПКРФ является введение в легенду и содержание карты агрогенных почв в единой для природных и антропогенно-измененных почв идеологии и номенклатуре классификации и диагностики почв России (КиДПР) [9, 12]. Оно осуществлялось в атрибутивной базе данных (БД)<sup>1</sup> оцифрованного варианта карты, на основе материалов И.Ю. Савина о процентном содержании пашни в полигонах карты; концептуально — накопленного общего знания трендов изменений природных почв при их использовании под пашню и, следовательно, их иного классификационного положения.

Задача настоящей работы — обоснование классификационного разнообразия агрогенных (пахотных) почв в классификации почв России, имеющих на обновленной версии почвенной карты Российской Федерации, и анализ пространственной картины их ареалов.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются пахотные почвы, сформировавшиеся из природных: их можно называть агрогенными, то есть агроаналогами природных почв в легенде обновленной версии карты.

Количественные данные о процентном содержании пахотных и залежных почв, включая мелиорированные (осушенные или орошаемые земли), были внесены в атрибутивную БД ко всем полигонам карты. Эти материалы получены И.Ю. Савиным с соавт. [19] по спутниковым данным MODIS, интернет-сервису Google Earth, привязаны к полигонам карты (геометрической части Единого государственного реестра почвенных ресурсов России) и переданы нам для классификационной идентификации почв.

При внесении пахотных почв в БД карты соблюдали следующие правила. Если площадь пашни в полигоне была равна или превышает 40%, то агрогенная почва, как правило производная от преобладающей природной почвы, ставится в БД

<sup>1</sup> Атрибутивная база данных к векторизованному варианту Почвенной карты Российской Федерации масштаба 1 : 2.5 млн. Таблицы Excel. Приложение к отчету Отдела генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв за 2021 г. Фонды Почвенного института им. В.В. Докучаева.

на первое место (Soil 0). Оставшаяся доля пашни распределялась между ячейками сопутствующих компонентов почвенного покрова полигона в соответствии со следующим правилом: Soil 1 30%, Soil 2 20%, Soil 3 10%; при доле пашни <5%, все почвы считали природными. В тех случаях, когда доля пашни в полигоне была <40%, в качестве преобладающей (Soil 0) принималась природная почва, а агрогенные почвы становились сопутствующими.

Каждой пахотной почве дано номенклатурное название по правилам КиДПР, исходя из свойств изначальной природной почвы и новых агрогенных свойств, в первую очередь, строения профиля. Сведения о профилях агрогенных почв частично получены из публикаций, и/или определены экспертным путем на основе сложившихся в почвоведении представлений об агрогенном почвообразовании. Если в процессе работы по определению классификационного положения пахотных почв и внесению их в атрибутивную БД возникали сомнения в процентном содержании пашни и ее соотношении с теми или иными природными почвами, данные уточнялись по космическим снимкам, в состав почвенных полигонов вносились изменения. Решение о последовательности ячеек четырех почв в БД, агрогенных и природных, принимали в каждом конкретном случае с учетом свойств почв, условий рельефа и других сведений.

Одной из особенностей классификации почв России является возможность детально дифференцировать агрогенные почвы по строению их профилей. Так, некоторые природные почвы приобрели по два агроаналога: агропочвы и агроземы в зависимости от исходного строения профиля и эрозионного потенциала условий рельефа.

К *агропочвам* были отнесены почвы, в профиле которых под любым пахотным горизонтом (P, PU, PN<sup>2</sup>, PTR) выделяется еще один горизонт или его оставшаяся ненарушенной часть над срединным горизонтом. Примеры формул профилей типов агропочв: агродерново-подзолистая почва: P–EL–BEL–BT–C или P–BEL–BT–C, агротемногумусовая почва: PU–AU–(AUC)–C, агрочернозем: PN–AU–BCA–Cca. Строение профиля определяет положение агропочв как типов в отделах природных почв.

В профилях *агроземов* пахотные горизонты сразу сменяются срединными. Промежуточные горизонты отсутствуют, что связано либо с исходными малыми мощностями верхних горизонтов, трансформированных и/или вовлеченных в пахотные, либо с эрозионными потерями. Отдел агроземов в КиДПР объединяет типы почв, назы-

ваемые по срединным горизонтам [12]. Примером первого пути формирования агроземов служат почвы отделов альфегумусовых, структурно- и железисто-метаморфических почв с их исходными маломощными грубогумусовыми, серогумусовыми или другими верхними аккумулятивными горизонтами (и горизонтом Е в подзолах), ставшими агрогоризонтами; не исключено и припахивание нижележащего срединного. Второй путь образования агроземов – поверхностный смыл верхних горизонтов любых почв на эрозионно-опасных землях, усиленный пахотой.

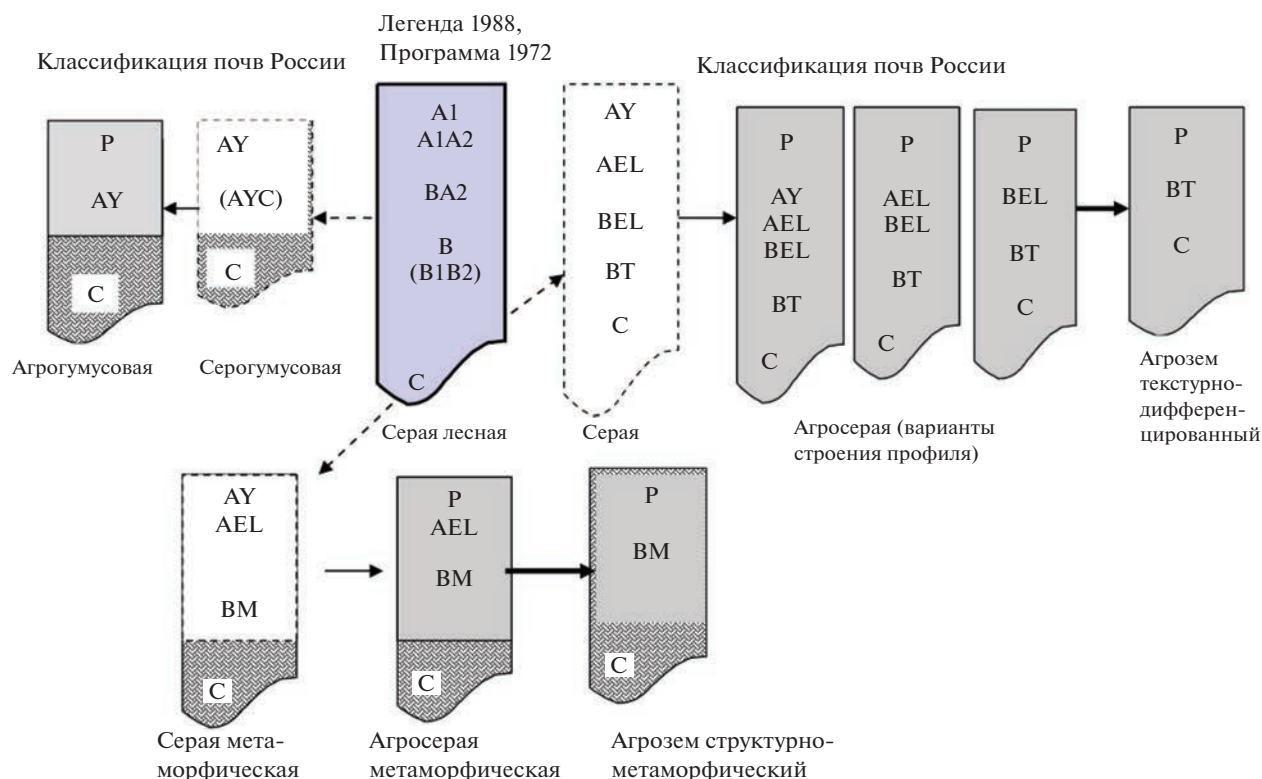
В качестве примера пути идентификации агрогенных аналогов природных почв для обновленной карты, исходя из ее Программы 1972 г. [21], содержащей краткую характеристику единиц легенды, рассмотрим единицу легенды ПКРФ серые лесные почвы (рис. 1).

Природные *серые лесные* почвы на ПКРФ разделяются на две единицы в зависимости от почвообразующей породы и, соответственно, рельефа. Почвы на суглинках равнинных территорий называются в КиДПР *серыми* (исключается “ландшафтное” название) и имеют аналогичное исходному строение профиля, но с другими индексами горизонтов. Почвы на плотных породах, преимущественно на склонах разной крутизны, имеют несколько иное строение профиля, в котором отсутствует диагностический горизонт BEL, а срединным является метаморфический горизонт BM; почва классифицируется как *серая метаморфическая* отдела структурно-метаморфических почв. Если крутизна склона ограничивает развитие профиля, и срединный горизонт не формируется, почва диагностируется как *серогумусовая* отдела органо-аккумулятивных.

Пахотные почвы первой группы (на суглинках), сохранившие в большей или меньшей степени природные горизонты над срединным BT, относятся по правилам КиДПР к *агросерым*. Если верхние горизонты вовлечены в пахотный и не сохранились в профиле, почва становится *агроземом текстурно-дифференцированным*. Аналогичным образом классифицируются почвы на плотных породах: при условии достаточной мощности исходного серогумусового горизонта AY и сохранения горизонта AEL, они переходят в *агросерые метаморфические* или *агрозумусовые* почвы; если переходный горизонт не сохранился, почвы классифицируются как агроземы структурно-метаморфические и агроземы типичные соответственно (рис. 1).

Однако представление агрогенных почв на уровне типов не полностью соответствует исходной легенде ПКРФ. Поэтому в списке агрогенных почв, как правило, присутствуют подтиповые названия. В ряде случаев перевод природных почв в агрогенные вызывал необходимость

<sup>2</sup> В дополнение к имеющимся в классификации (2004/2008) диагностическим горизонтам был предложен черногумусовый горизонт черноземов (AN) и его агроаналог (PN) [22].



**Рис. 1.** Пример интерпретации почв — единиц исходной легенды [21] в формате классификации почв России и перевода их в агрогенные почвы. Серые лесные → серые/серые метаморфические → производные агрогенные почвы. Пунктирными линиями показаны природные почвы, сплошными — разные варианты агрогенных почв.

указания на характер и степень выраженности новых диагностических признаков по сравнению с исходной природной почвой. Например, осушенные глеевые почвы приобретают признак *ox* — оксиглеевый<sup>3</sup> в глеевом горизонте — G<sub>ox</sub>, как результат агрогенного изменения водно-воздушного режима и соответствующее название, например агроперегнойно-оксиглеевые. Еще одним условным экспертным решением было “ослабление” глеевых процессов при переводе природных глеевых и глееватых почв в агропочвы или агроземы. В итоге создана легенда агрогенных почв — агропочв и агроземов по отделам КиДПР, как часть основной легенды обновленной версии ПКРФ. Городские почвы также введены в легенду ПКРФ, но в данной работе не рассматриваются.

Таким образом, методом решения классификационных задач был экспертный анализ и прогноз таксономического положения измененных земледелием природных почв на основе строения профиля. Сведения о долевом участии агрогенных почв в составе почвенных полигонов послужили основанием для рассмотрения элементов их географии.

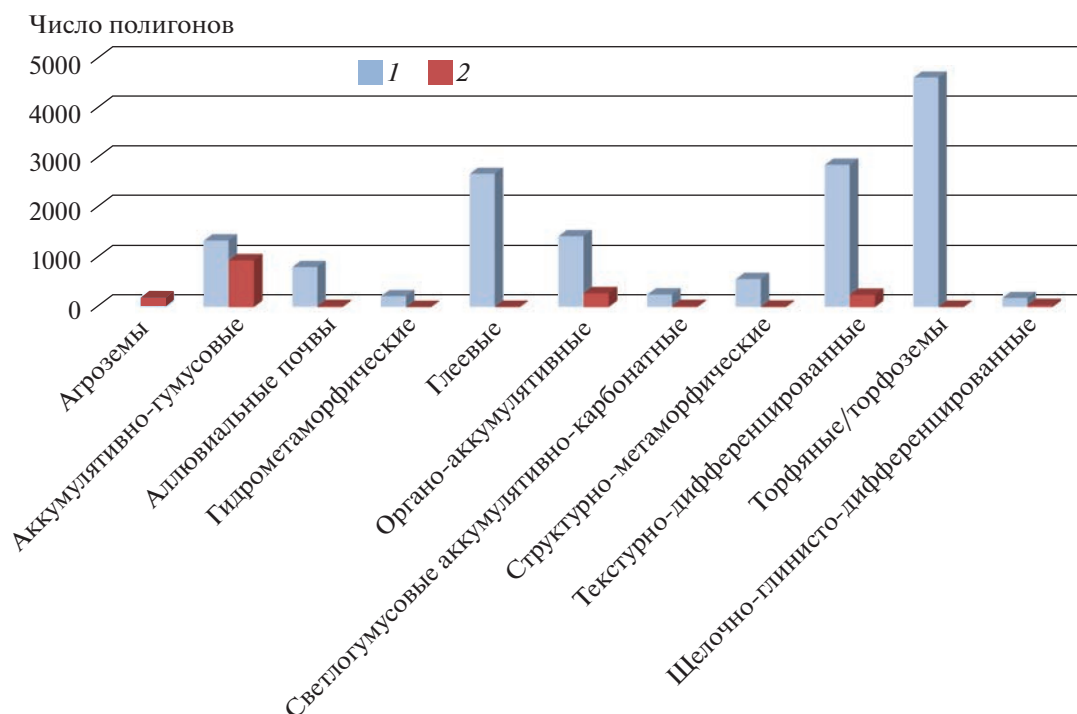
<sup>3</sup> Термин слегка изменен для удобства употребления: “окисленно-глеевый” в КиДПР заменен на “оксиглеевый” [23].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Классификационное разнообразие агрогенных почв** в обновленной легенде ПКРФ определяется в значительной степени разнообразием природных почв. Легенда карты 1988 г. содержит 205 единиц природных почв<sup>4</sup>, она увеличилась почти в два раза в процессе актуализации содержания карты, что объясняется появлением новой информации о почвах, накопившейся за прошедшие почти полвека, и переходом к новой классификации почв России. Количество агрогенных почв, введенных в содержание обновленной версии ПКРФ, составляет 114 единиц различных таксономических уровней: типов, подтипов и видов. Первоначальный список, полученный путем простого перевода тех природных почв, часть ареалов которых дешифрируется как пашня, включал 191 единицу. После работы по унификации названий, снятия неизбежных повторов<sup>5</sup>, критической оценки площади и количества полигонов

<sup>4</sup> Почвы — компоненты почвенных комплексов входят в общий список и не учитывались отдельно.

<sup>5</sup> Повторы объясняются тем, что иногда разные природные почвы трансформировались в одинаковые типы агроземов, например, подзолы и подбуры стали агроземами альфегумусовыми, разные буроземы и серые метаморфические почвы — агроземами метаморфическими.



**Рис. 2.** Соотношение количества полигонов природных (1) и агрогенных почв (2) по отделам (подсчет по преобладающей почве).

с пашней, а также контроля возможности земледельческого использования почв с неблагоприятными свойствами (солончаки, литоземы) список существенно сократился. Из 27 отделов почв КиДПР типы агропочв вошли в состав 10 природных отделов; еще один отдел образуют агроземы. Общее количество полигонов с участием агрогенных почв — 4813; в 1567 полигонах агрогенные почвы являются преобладающими в почвенном покрове (рис. 2).

Отделы органо-аккумулятивных, текстурно-дифференцированных, щелочно-глинисто-дифференцированных, гумусово-аккумулятивных почв имеют по два агроаналога: агропочвы и агроземы; агроаналогами природных почв альфегумусового и некоторых метаморфических отделов могут быть только агроземы.

О разнообразии агрогенных почв можно судить по количеству единиц легенды в отделах почв КиДПР (табл. 1).

*Отдел текстурно-дифференцированных почв* занимают первое место по количеству вошедших в него агропочв: это типы, подтипы и виды агродерново-подзолистых (13) и агросерых (7) почв, агроподбелов (6) и агросолодей (2). Природные почвы отдела представлены в обновленной легенде 41 единицей, агрогенные — 28 единицами: значительная часть почв отдела не распаивается или объединялась при переводе в агропочвы. При выявле-

нии агроаналогов дерново-подзолистых почв, образующих в отделе основной массив пахотных почв, основное внимание уделялось морфометрическим показателям, то есть делению на уровне вида, и проявлениям гидроморфизма.

Условная степень оподзоленности природных почв учитывалась только в случае глубокоподзолистых почв, поскольку виды мелко- и неглубокоподзолистых почв, выделяемые по глубине нижней границы осветленного горизонта, находящейся не глубже 20–30 см, теряют смысл при глубине пахоты 20–22 и 33–35 см, так как осветленные горизонты (EL, иногда и BEL) оказываются включенными в агрогумусовый горизонт R, и почвы определяются как агродерново-подзолистые. Глубокоподзолистые виды агропочв были объединены со сверхглубокоподзолистыми в связи с малым количеством информации и известной условностью разделения.

Было сохранено разделение по оглеению в случае глубокой глееватости; при поверхностной глееватости агродерново-подзолистые почвы по умолчанию переводились в неоглеенные подтипы, поскольку предполагается улучшение условий аэрации агрогоризонта за счет перемешивания его массы при обработках. В агропочвах учитывалось наличие второго гумусового горизонта, контактного осветления (если оно фиксируется глубже агрогоризонта), карбонатность почвообразующих пород. Введены новые, не свойственные

**Таблица 1.** Количество единиц легенды агрогенных почв в обновленной версии ПКРФ по отделам классификации почв России

| Отдел почв                                | Количество единиц легенды |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Текстурно-дифференцированные              | 28                        |
| Аккумулятивно-гумусовые                   | 24                        |
| Агроземы                                  | 21                        |
| Органо-аккумулятивные                     | 12                        |
| Светлогумусовые аккумулятивно-карбонатные | 9                         |
| Аллювиальные                              | 8                         |
| Структурно-метаморфические                | 4                         |
| Глеевые                                   | 3                         |
| Щелочно-глинисто-дифференцированные       | 2                         |
| Торфяные (торфоземы)                      | 2                         |
| Гидрометаморфические                      | 1                         |
| Всего                                     | 114                       |

природным почвам характеристики на уровне под-типа: агродерново-подзолистые оксиглеевые и агроторфяно-подзолистые оксиглеевые, принятые как результат осушения глеевых типов почв, и агродерново-подзолистые проградированные, как результат интенсивного окультуривания. Подбелы, в том числе глубокоглееватые и глеевые, в Приморье и Хабаровском крае интенсивно распахируются и осушаются. В результате число единиц легенды подбелов возросло с 4 природных почв до 6 агроподбелов за счет осушенных оксиглеевых светлых и темногумусовых подбелов. Небольшая часть почв отдела переведена в отдел агроземов как тип агроземов текстурно-дифференцированных.

Противоположная картина наблюдается для почв *отделов торфяных и глеевых*, представленных, соответственно, восемью и двенадцатью природными единицами обновленной легенды ПКРФ. Эти почвы разного происхождения, с разными гидротермическими режимами и свойствами, освоены крайне мало и только при условии осушения, так что агрогенные торфяные и торфяно-глеевые почвы введены в новую легенду как торфоземы [12] и агроторфяные оксиглеевые; осушенные пахотные темногумусово- и перегнойно-глеевые почвы — как агротемногумусовые и агроперегнойные оксиглеевые. Они встречаются в южной и средней тайге европейской части России и изредка на юге Западной Сибири. Большая часть полей с торфоземами и оксиглеевыми почвами заброшена и перешла в залежи.

*Аккумулятивно-гумусовые почвы* занимают второе место по количеству единиц легенды агрогенных почв. С одной стороны, это объясняется тем, что черноземы составляют более половины пахотного фонда страны [5], а степень их распаханности (по материалам БД) в среднем колеб-

лется от 40–60 до 80–90%, то есть распаханы разные черноземы, следовательно, сформировались разные агрочерноземы. Судя по имеющимся данным, морфологические свойства срединных горизонтов (ВСА или VI + ВСА) в пахотных черноземах по сравнению с их естественными аналогами изменяются слабо, сохраняя качественные особенности целинных почв. Поэтому дифференциация исходных природных черноземов по свойствам их срединных горизонтов наследуется агрочерноземами [12]. Ранее показано, что значительная часть исходных черноземов переведена на ПКРФ в темногумусовые почвы [2]. Агроаналогами последних являются преимущественно агротемногумусовые почвы, так как мощность гумусового горизонта превышает глубину вспашки. В агротемногумусовые глееватые и квазиглееватые переведены пахотные луговые почвы исходной легенды. Всего в отделе органо-аккумулятивных почв выделено 12 агроаналогов.

*Агроземы* занимают третье место по количеству единиц в легенде агрогенных почв. Всего типов и подтипов агроземов в легенде — 21, что объясняется, с одной стороны, формированием их из почв многих отделов, с другой — разделением на подтипы, представляющие прежние природные почвы. Агроземы — агрогенные производные от исходных природных почв с маломощными верхними горизонтами. К таким почвам относятся агроземы альфегумусовые. Из большого числа единиц легенды природных почв этого отдела распахируются преимущественно дерново-подзолы иллювиально-железистые южной тайги и лесостепи и очень ограниченно при осушении — подзолы глеевые торфянистые и торфяные иллювиально-гумусовые, классифицированные как агроземы альфегумусовые торфяно-минеральные оксиглеевые. Агроземы со структурно-мета-

морфическими горизонтами — в основном природные бурые лесные почвы широколиственных лесов, разделяются в пахотном варианте по верхнему агрогоризонту на агроземы метаморфические (исходно бурые лесные кислые) и агроземы метаморфические темные (исходно бурые лесные насыщенные и слабонасыщенные). Последние включают и агрогенные варианты коричневых почв, а также (темно)серых метаморфических почв. На песчаных щебнистых и валунно-галечниковых отложениях северо-запада европейской России и на юге Сахалина выделены агроземы железисто-метаморфические.

Агроземы темные с профилем PU—C формируются из распаханых маломощных темногоhumусовых почв преимущественно в Забайкалье и Средней Сибири [2]. Их классификационное разнообразие в легенде определяется подтиповыми характеристиками: глееватые, остаточнокарбонатные, криоязыковатые, дисперсно- и натечнокарбонатные. Однако некоторые подтиповые признаки, например, глинисто-иллювирированные, метаморфизованные, оподзоленные, при определении классификационной принадлежности этих агроземов снимались, как недостаточно ясно сохранившиеся в профиле пахотных почв.

Агроземы темные аккумулятивно-карбонатные с профилем PU—BCa—Cca являются агроаналогами маломощных черноземов (мощность гумусово-аккумулятивного горизонта 15–25 см) Забайкалья и Центральной Якутии. К числу подтиповых признаков этих агроземов относятся те, которые характерны для природных черноземов, из которых они образовались: дисперсно-карбонатные, криогенно-мицелярные, натечно-карбонатные. Агроземы текстурно-карбонатные с подтиповыми признаками “дисперсно- и натечнокарбонатные” формируются при распашке маломощных каштановых почв межгорных котловин Центрального Алтая, Хакасии, Тувы и Забайкалья [9].

В агроземы переведены и другие почвы, в профилях которых нет срединных горизонтов. Боровые пески исходной легенды, распространенные в лесостепи и переведенные в псаммоземы или грубогумусовые почвы, при распашке переходят в агроземы, как и агрогенные варианты степных серопесков (профиль P—C).

Агрогенные варианты солонцов представлены как агросолонцами, так и агроземами солонцовыми. Агросолонцы формируются из глубоких солонцов: мощность гумусового горизонта должна быть не меньше 20 см, и под ним сохраняется солонцово-элювиальный горизонт SEL. Такое сочетание горизонтов чаще встречается в северных вариантах солонцов; в сухостепных и пустынных солонцах мощности надсолонцовых горизонтов недостаточны для формирования агро-

горизонта, и природные солонцы переводятся в агроземы солонцовые. Поскольку значительная часть солонцов входит в состав комплексов (преимущественно с каштановыми солонцеватыми, квазиглееватыми и с засоленными почвами), то в результате распашки и гомогенизации почвенного покрова свойства солонцов становятся выраженными слабее, и они могут диагностироваться как агрокаштановые солонцеватые почвы или агроземы солонцовые.

Среди агропочв обновленной легенды имеются аллювиальные агропочвы с их простым строением профиля и мощностью аккумулятивных горизонтов, достаточной для формирования агрогоризонтов, ниже которых сохраняются части природного профиля. В результате на карте выделено несколько подтипов агропочв с темногоhumусовыми горизонтами: аллювиальные агротемногоhumусовые, аллювиальные агротемногоhumусовые глееватые, аллювиальные агротемногоhumусовые оксиглеевые (осушенные), аллювиальные агротемногоhumусовые слитизированные. Преимущественно в качестве сопутствующих выделены аллювиальные агрогумусовые и агроперегнойные и агроотрфяно-минеральные оксиглеевые почвы.

**О пространственной картине ареалов агрогенных почв** и их соотношениях в почвенном покрове в первом приближении можно судить по расположению, количеству и составу полигонов с их участием.

Количество полигонов с агрогенными почвами на карте составляет 4813, или около 19% от общего количества полигонов (25711); в 1736 полигонах агрогенные почвы являются преобладающими в почвенном покрове. Основной массив полигонов, в которых агрогенные почвы преобладают (отмечаются в БД в колонке Soil 0) и занимают от 40 до 90% площади, представляют почвы аккумулятивно-гумусового отдела: черноземы, черноземовидные (“Амурские черноземы”). Севернее, в ареалах дерново-подзолистых, частично подзолистых почв и подзолов, агрогенные почвы занимают положение преимущественно сопутствующих почв, чередуясь еще и с торфяными и торфяно-глеевыми почвами болот. Распределение полигонов с агрогенными почвами разного статуса представлено на рис. 3.

Число полигонов агропочв существенно больше числа агроземов, что иллюстрируется подсчетами: 4082 и 730 соответственно. Три самых крупных отдела по количеству полигонов с агрогенными почвами — текстурно-дифференцированных, аккумулятивно-гумусовых и органо-аккумулятивных почв, характеризуются не только разным соотношением агропочв и агроземов, но и разным распределением их в полигонах (табл. 2, 3).

В отделе аккумулятивно-гумусовых почв подавляющее количество полигонов с агропочва-



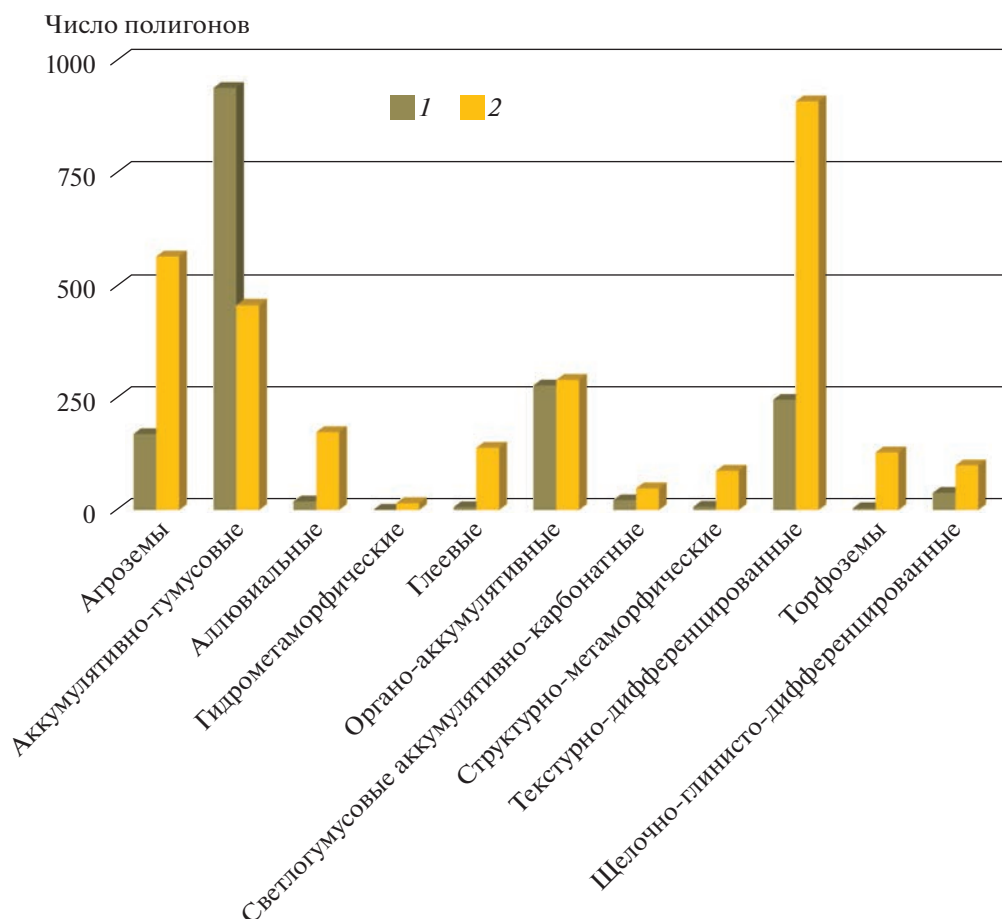


Рис. 3. Количество полигонов с преобладающими (1) и сопутствующими (2) агрогенными почвам разных отделов.

ми (1367) по сравнению с агроземами (25) отражает известные представления о профиле черноземов и преимущественно равнинном характере рельефа их ареалов. Доля агроземов в составе полигонов среди агроаналогов черноземов увеличивается с запада на восток, что соответствует фациальному тренду уменьшения мощности гумусового горизонта природных черноземов к востоку [7, 8]. Наибольшие значения по количеству полигонов агропочв в качестве преобладающих с минимумом сопутствующих природных компонентов свидетельствуют о господстве однородных крупных массивов пашен на агрочерноземах.

Участие агрочерноземов в составе почвенного покрова других “нечерноземных” ареалов невелико. Они являются сопутствующими в полигонах с агросерыми, агротемногумусовыми почвами и агросолонцами.

Для отдела текстурно-дифференцированных почв наблюдается противоположная картина. Количество полигонов с сопутствующими агропочвами (912) в несколько раз превышает их количество как преобладающих (167). Для агродерново-подзолистых почв преобладание полиго-

нов, в которых они являются сопутствующими, можно объяснить мозаичностью почвообразующих пород постледниковых ландшафтов европейской части России: частым чередованием суглинистых моренных и покровных отложений с флювиогляциальными и древнеаллювиальными песками и с двучленами, распространенностью болот. Небольшие размеры полей в средней и частично южной тайге определяются также историческими и социально-экономическими причинами. Распахиваемые солоды, исходно приуроченные к ограниченному по площади, локальным формам рельефа, занимают в БД позиции второй или третьей почвы, и только агросерые почвы преобладают в 30% полигонов от общего количества полигонов серых почв.

Органо-аккумулятивные почвы по самой своей природе встречаются небольшими массивами среди зональных почв, в том числе на плотных породах, на относительно крутых склонах, где они являются единственно возможными пахотными почвами. Так, агротемногумусовые почвы Забайкальских низкогорий занимают позиции второй и третьей сопутствующих почв (площадь



**Таблица 2.** Количество полигонов с преобладающими и сопутствующими агрогенными почвами на ПКРФ по отделам природных почв

| Отдел природных почв                      | Агропочвы     |        | Агроземы      |        |
|-------------------------------------------|---------------|--------|---------------|--------|
|                                           | преобладающие | всего* | преобладающие | всего* |
| Текстурно-дифференцированные              | 240           | 1122   | 5             | 30     |
| Альфегумусовые                            | 0             | 0      | 8             | 159    |
| Железисто-метаморфические                 | 0             | 0      | 2             | 35     |
| Структурно-метаморфические                | 4             | 44     | 3             | 50     |
| Глеевые (не глееземы)                     | 6             | 131    | 0             | 13     |
| Аккумулятивно-гумусовые                   | 935           | 1367   | 2             | 25     |
| Светлогумусовые аккумулятивно-карбонатные | 5             | 26     | 17            | 44     |
| Щелочно-глинисто-дифференцированные       | 37            | 136    | 1             | 1      |
| Гидрометаморфические                      | 1             | 16     | 0             | 0      |
| Органо-аккумулятивные                     | 146           | 359    | 131           | 207    |
| Аллювиальные                              | 19            | 192    | 0             | 0      |
| Торфяные                                  | 4             | 132    | 0             | 0      |
| Итого                                     | 1567          | 4082   | 169           | 731    |

\* Всего означает количество полигонов, в которых данная почва встречается как преобладающая и/или сопутствующая.

**Таблица 3.** Количество полигонов с разными соотношениями компонентов

| Отделы природных почв с участием агрогенных | Количество полигонов с разным процентным участием агрогенных почв* |              |              |              |       |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
|                                             | soil 0 (40%)                                                       | soil 1 (30%) | soil 2 (20%) | soil 3 (10%) | всего |
| Аккумулятивно-гумусовые                     | 935                                                                | 181          | 193          | 140          | 1449  |
| Текстурно-дифференцированные                | 167                                                                | 156          | 359          | 427          | 1109  |
| Органо-аккумулятивные                       | 153                                                                | 65           | 84           | 80           | 382   |
| Агроземы                                    | 170                                                                | 81           | 179          | 293          | 684   |

\* Подсчеты проводили по другой методике, и результаты не полностью совпадают с данными табл. 2.

пашни составляет 5–25% площади полигонов), а агротемногумусовые глееватые и квазиглееватые почвы, в том числе солонцеватые и засоленные на юге Западной Сибири (их природные аналоги — луговые почвы на исходной карте) являются сопутствующими преимущественно в монокомпонентных полигонах; на их пахотные варианты приходится 10–30% площади ареалов. Только в Заволжье и Предуралье (Общий Сырт) агротемногумусовые почвы, природными аналогами которых на исходной карте были черноземы глубоковскипающие и бескарбонатные, а также остаточо-карбонатные, занимают преобладающие позиции в полигонах с распаханностью 60–90%.

Агроземы входят в состав 731 полигона, но преобладают только в 170 что, вероятно, определяется характером рельефа — долей эрозионно-опасных земель, легкими или щебнистыми почвообразующими породами, малопригодными для пашни. Среди агроземов много почв, сформированных из текстурно-дифференцированных и органо-аккумулятивных естественных

почв. Так, преобладание агроземов темногумусовых остаточо-карбонатных в почвенном покрове отмечено в полигонах лесостепи Предбайкалья на суглинисто-глинистых дериватах плотных карбонатных пород, агроземов гумусовых (агроаналогов исходных серопесков) в степной зоне европейской части России; в лесостепной зоне агроземы гумусовые — агроаналоги серых лесных неполноразвитых почв также занимают значительные площади на Приволжской возвышенности и в Предуралье. Агроземы текстурно-дифференцированные, будучи агроаналогами видов дерново-подзолистых почв с маломощными верхними горизонтами, сочетаются с агродерново-подзолистыми почвами, но преобладают только в 15 полигонах. Доля агроземов альфегумусовых в полигонах сильно варьирует: от 5–15 до 40–80%, но как преобладающие они встречаются очень редко.

Аллювиальные агропочвы входят в состав 193 полигонов как сопутствующие и только в 19 полигонов как преобладающие. На 50% и более рас-

паханы только темногомусовые аллювиальные почвы пойм рек в степи и лесостепи европейской части России [20].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На мелкомасштабных почвенных картах пахотные почвы обычно отсутствовали, хотя целесообразность их учета стала очевидной в XXI в. Их отсутствие в известной степени компенсировалось косвенными сведениями, такими как уровень сельскохозяйственного освоения территории, площади, занимаемые пахотными почвами, или их доля в составе почвенного покрова. Они важны, но не характеризуют непосредственно почвы и почвенный покров. Поэтому актуализация Почвенной карты России, изданной в 1988 г., предполагает введение в содержание карты именно агрогенных (пахотных) почв в дополнение к природным почвам — ее основному содержанию.

Нахождение агроаналогов природным почвам — единицам обновленной легенды исходной карты — было проведено в формате классификации почв России версии 2008 г. с небольшими изменениями, изложенными в более поздних публикациях [22, 23]. Подбор агроаналогов осуществлялся с обращением к БД с целью выявления почв, для которых он необходим. Методически он оказался сложным по ряду причин и происходил в несколько этапов, что позволило сформировать некоторые правила. Принятие решения о названии почвы основывается на сведениях о природных почвах, видах агрогенного воздействия (включая искусственный дренаж), составе диагностических горизонтов и признаков природной почвы и новообразованных агрогенных диагностических элементов. Помимо прогноза агрогенных изменений строения профилей различных почв на основе известных закономерностей и морфометрических показателей, привлекали реальные описания почвенных профилей из региональных материалов.

Наибольшее классификационное разнообразие отмечено для почв трех отделов: текстурно-дифференцированных, аккумулятивно-гумусовых и органо-аккумулятивных почв — оно имеет разные объяснения. Большое количество агрогенных единиц легенды — агропочв — сформировано за счет черноземов, распаханых практически повсеместно. Все исходные варианты природных черноземов имеют агроаналоги. Агроземов, производных от черноземов мало, что объясняется мощностью аккумулятивно-гумусового горизонта естественных почв, превышающей 30–40 см. Агродерново-подзолистых почв с агроподбелами и солодами напротив, оказалось меньше по сравнению с количеством единиц природных почв отдела (41 и 28). Это связано с тем, что многие почвы отдела не распахиваются или классификационно объединяются при переводе в агрогенные аналоги.

Пространственная картина распределения агрогенных почв оценивалась по БД карты, что позволило выделить территории с преобладанием относительно крупных массивов агрогенных почв, с одной стороны, и оценить встречаемость их небольшими ареалами в зависимости от комплекса природных условий, с другой. Агропочвы 10 отделов и агроземы встречаются преимущественно небольшими ареалами и имеют подчиненное значение в составе почвенного покрова за исключением агрочерноземов, представленных крупными ареалами с ограниченным количеством сопутствующих почв других отделов.

### БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают глубокую признательность сотруднику Почвенного института С.В. Чуванову за помощь в работе с атрибутивной базой данных к карте.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Исследования выполнены в рамках государственной темы НИР “28.1. Создать прототип унифицированной цифровой модели почвенного покрова России на основе Почвенной карты РСФСР масштаба 1 : 2.5 млн (1988) в единой субстантивно-генетической системе классификации почв России”.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананко Т.В., Герасимова М.И., Конюшков Д.Е. Опыт обновления почвенной карты РСФСР масштаба 1 : 2.5 млн в системе классификации почв России // Почвоведение. 2017. № 12. С. 1411–1420. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17120024>
2. Ананко Т.В., Герасимова М.И. Темногомусовые почвы на обновленной почвенной карте Российской Федерации масштаба 1 : 2.5 млн // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2021. Вып. 108. С. 31–54. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2021-108-31-54>
3. Большой Советский атлас мира. М., Т. 1. 1937. 298 с.
4. Герасимова М.И., Богданова М.Д. Принципы составления и содержание обзорных карт антропогенных изменений почв // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. 1992. № 2. С. 63–68.
5. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2020 году. Россрестр, М., 2021. 197 с.
6. Григорьев Г.И., Фридланд В.М., Ливеровский Ю.А., Сабашвили М.Н. Принципы классификации окультуренных почв // Генезис, классификация и картография почв. Докл. к VIII Межд. конгрессу почвоведов. М.: Наука, 1964. С. 28–40.

7. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. М., 2004. 460 с.
8. Классификации и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Национальный атлас почв Российской Федерации. Астрель: АСТ Москва, 2011. 632 с.
11. Национальный Атлас России. М.: Роскартография, 2004. Т. 1.
12. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
13. Почвенная карта Российской Федерации и сопредельных государств 1 : 4 млн / Под ред. М.А. Глазовской. М.: Роскартография, 1995.
14. Почвенная карта РСФСР масштаба 1 : 2.5 млн / Под ред. В.М. Фридланда. М.: ГУГК, 1988. 16 листов.
15. Почвенные ресурсы России. Почвенно-географическая база данных. М.: ГЕОС, 2010. 128 с.
16. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2001. 400 с.
17. Прасолов Л.И. География и площадь распространения почв // Почвоведение. 1945. № 3–4. С. 146–151.
18. Розов Н.Н. Общий учет и качественная характеристика земельных ресурсов СССР // Проблемы почвоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 7–42.
19. Савин И.Ю., Столбовой В.С., Аветян С.А., Шишкова Е.А. Карта распаханности почв России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 94. С. 38–56.
20. Савицкая Н.В., Ананко Т.В., Герасимова М.И. Пойменные почвы на почвенной карте РСФСР 1988 г. М 1 : 2.5 млн в системе классификации почв России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2021. № 108. С. 5–30. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2021-108-5-30>
21. Фридланд В.М., Караваева Н.А., Руднева Е.Н. и др. Программа почвенной карты СССР масштаба 1 : 2 500 000. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1972. 160 с.
22. Хитров Н.Б., Герасимова М.И. Диагностические горизонты в классификации почв России, версия 2021 г. // Почвоведение. 2021. № 8. С. 899–910.
23. Хитров Н.Б., Герасимова М.И. Предлагаемые изменения в классификации почв России: диагностические признаки и почвообразующие породы // Почвоведение. 2022. № 1. С. 3–14.
24. Landscape atlas of the Slovak Republic. 2002.
25. Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G. World map of the status of human-induced soil degradation. ISRIC-UNEP, 1992.

## Agrogenic Soils on the Updated Version of the Soil Map of Russia, 1 : 2.5 M Scale: Classification Diversity and Place in the Soil Cover

M. I. Gerasimova<sup>1, 2, \*</sup>, T. V. Ananko<sup>1</sup>, D. E. Konyushkov<sup>1</sup>, and N. V. Savitskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, 119017 Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991 Russia

\*e-mail: maria.i.gerasimova@gmail.com

Usually, soils changed by farming (agrogenic soils) are not shown on small-scale maps, including the Soil Map of the Russian Federation, 1 : 2.5 M scale (1988). One of the issues of the map updating performed by the Dokuchaev Soil Science Institute is the inclusion of agrogenic soils into the map contents and representation of some of the former native soils as agrogenic soils on the updated map. Preliminarily, all native soils shown on the map have been reclassified into the new Russian soil classification system. Agrogenic soils in this system are separated as agrosols in different orders and as a specific order of agrozeims. Agrogenic soils have been identified in the soil polygons in agreement with the map showing the percentage of arable land in Russia linked to the polygons of the soil map. We have identified the classification position of the initial native soils involved in arable farming. Overall, 114 legend units representing agrosols and agrozeims have been identified. This number is dictated by the diversity of native soils subjected to the agrogenic impact and their agrogenic modifications. Agrogenic soils on the updated map are shown in 4813 polygons out of the total of 25711 map polygons. Chernozems are characterized by the greatest diversity of agrosols and the largest number of polygons containing various agrochernozeims. The order of texture-differentiated soils is also rich in agrogenic soils, both agrosols and agrozeims. Arable soils initially belonging to the order of Al–Fe–humus soils are present in a relatively small number of polygons and are only represented by Al–Fe–humus agrozeims. The number of polygons with participation of agrogenic soils and their proportion in the soil cover illustrate geographical patterns of their distribution, in particular, homogenous or mosaic distribution patterns in the areas of different soil orders.

**Keywords:** classification system of Russian soils, agrosols, agrozeims, attribute database, composition of soil polygons, texture-differentiated soils, chernozems