

УДК 332.1–338.4

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

¹Л.В. Демченко, ¹И.Н. Корабейников, ²С.В. Сидоренко

¹ Оренбургский государственный университет, Оренбург, email: lubov.d@list.ru, igor.korabeynikov@mail.ru

² Российская академия наук, Москва, email: info@pran.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию ключевых показателей обеспечения органическими удобрениями Приволжского федерального округа с учетом объемов внесения органических удобрений по основным видам сельскохозяйственных культур исходя из региональной специфики. Проведен анализ состояния сельскохозяйственных земель в Российской Федерации, в том числе Приволжского федерального округа по ключевому показателю почвенного плодородия, систематизированы факторы, влияющие на состояние пахотных земель в России. Предложены перспективные направления стимулирования применения органических удобрений в сельскохозяйственном производстве посредством использования технологий искусственного интеллекта для анализа почв на содержание микро-и макроэлементов питательных веществ, формирования графиков объемов и темпов внесения органических удобрений, мониторинга и прогнозирования роста урожая и др.

Ключевые слова: удобрения, органические удобрения, плодородие почв, структура почв, искусственный интеллект.

FEATURES OF THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

¹L.V. Demchenko, ¹I.N. Korabeynikov, ²S.V. Sidorenko

¹ Orenburg State University, Orenburg, email: lubov.d@list.ru, igor.korabeynikov@mail.ru

² Russian Academy of Sciences, Moscow, email: info@pran.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the structure and dynamics of the provision of organic fertilizers in the Volga Federal District, taking into account the volume of application of organic fertilizers for the main types of crops based on regional specifics. The analysis of the state of agricultural lands in the Russian Federation, including the Volga Federal District, has been carried out in terms of a key indicator of soil fertility, and factors affecting the state of arable lands in Russia have been systematized. Promising directions for stimulating the use of organic fertilizers in agricultural production are proposed through the use of artificial intelligence technologies to analyze soils for the content of micro- and macronutrients, form graphs of volumes and rates of application of organic fertilizers, monitor and predict crop growth, etc.

Keywords: fertilizers, organic fertilizers, soil fertility, soil structure, artificial intelligence.

Дата поступления статьи в редакцию: 09.07.2025

Дата принятия статьи в печать: 28.08.2025

Введение

Органические удобрения занимают важную нишу в развитии сельскохозяйственного производства и обеспечении отечественных сельхозпроизводителей полноценными натуральными подкормками, не просто направленными на стимулирование роста растений, а способствующими долгосрочному улучшению плодородия почв. Кроме того, большинство крестьянско-фермерских хозяйств способны для повышения эффективности и продуктивности земледелия использовать собственные источники в производстве органических удобрений, что снижает совокупные затраты сельхозпроизводителей и стимулирует развитие безотходного производства. Стоит отметить, что одним из важнейших интегральных показателей плодородия почв выступает содержание в землях сельскохозяйственного назначения гумуса — основы природного плодородия, формирующегося в результате естественного разложения растительных и животных элементов [1]. Вследствие совокупности факторов, таких как ухудшения водно-химических свойств почв, загрязнения земель токсикантами промышленного происхождения и остаточными пестицидами актуализируется необходимость развития отрасли производства органических удобрений как более эффективной формы активизации почвенной микрофлоры и насыщения ее питательными элементами.

Цель исследования

Цель исследования — в ходе комплексного анализа провести исследование обеспечения сельскохозяйственных земель Приволжского федерального округа РФ органическими удобрениями, оценить содержание уровня гумуса в разрезе федеральных округов.

Материал и методы исследования

Ключевые аспекты исследования были направлены на систематизацию данных по внесению органических удобрений под различные виды сельскохозяйственных культур в региональном разрезе Приволжского федерального округа, а также систематизацию факторов, влияющих на состояние пахотных земель по макрорегионам.

В ходе научного исследования были использованы методы синтеза и группировки, анализа и сравнения, индукции и дедукции.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ состояния пахотных земель Приволжского федерального округа по итогам 2022 г. показал, что всего за исследуемый период было внесено 17124,7 тыс. т органических удобрений под сельскохозяйственные культуры, многолетние насаждения, естественные сенокосы и пастбища в защищенном грунте. Наибольшие объемы внесения органических удобрений под сельскохозяйственные культуры, многолетние насаждения, естественные сенокосы и пастбища пришлось на Республику Татарстан – 3923,4 тыс. т (23%); Республику Башкортостан – 3231,7 тыс. т (19%); Нижегородскую область – 1874,4 тыс. т (11%) и другие регионы по убыванию (рис. 1) [2]. Саратовская и Оренбургская область среди 14 регионов, формирующих Приволжский Федеральный округ, по итогам 2022 г. находились на последнем и предпоследнем месте по данному показателю, соответственно, объем внесения органических удобрений в Саратовской области в 2022 г. составил – 117,3 тыс. т (1%), а в Оренбургской области – 170,4 тыс. т (1%).

Таблица 1

Динамика объемов внесения органических удобрений под различные виды сельскохозяйственных культур по регионам Приволжского федерального округа за 2022-2023 гг. (тыс. т).

ПФО	Внесено органических удобрений под сельскохозяйственные культуры							
	Зерновые и зернобобовые культуры (без кукурузы)		Кукурузу на зерно		Технические культуры (сах. свекла, рапс, лен-долгунец, подсолнечник, соя)		Кормовые культуры	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Республика Башкортостан	2661,1	1802,1	54,3	113,9	211,5	154,6	293,1	271,3
Республика Марий Эл	392,2	217,0				...	424,1	591,7
Республика Мордовия	338,0	321,3	4,8	...			175,0	121,0
Республика Татарстан	1694,7	1641,3	171,4	148,4	70,9	127,5	1975,4	1 854,8
Удмуртская Республика	282,6	299,6			13,3	3,1	1221,8	1 280,3
Чувашская Республика	404,3	366,1		...	6,4	7,5	216,6	261,7
Пермский край	635,5	580,2					560,7	541,5
Кировская область	1070,3	1127,0				...	411,1	612,4
Нижегородская область	1131,4	1417,2	29,4	30,3	65,6	128,4	593,5	677,4
Оренбургская область	148,5	134,6			23,1	28,0	32,8	...
Пензенская область	510,7	566,3	11,9	40,1	241,9	235,4	188,4	...
Самарская область	152,1	118,2				2,3	70,8	72,3
Саратовская область	44,0	47,4	11,1		21,6	18,4	40,5	31,7
Ульяновская область	148,5	105,2				19,5	102,1	108,4

Источник: составлено авторами по данным источников [2], [3].

Анализ структуры объемов внесения органических удобрений по итогам 2022 г. по основным видам сельскохозяйственных культур в Приволжском Федеральном округе в региональном аспекте показал, что под зерновые и зернобобовые культуры (без кукурузы) наибольший объем внесения органических удобрений наблюдался в Республике Башкортостан – 2661,1 тыс. т, далее: в Республике Татарстан – 1694,7 тыс. т, Нижегородской области – 1131,4 тыс. т, Кировской области – 1070,3 тыс. т. В наименьшей степени органические удобрения применяются для выращивания зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) в Самарской области – 152,1 тыс. т, Ульяновской области – 148,5 тыс. т, Оренбургской области – 148,5 тыс. т, и замыкает список регионов Саратовская область – 148,5 тыс. т [2]. Исследова-

ние объемов внесения органических удобрений под выращивание кукурузы на зерно продемонстрировало, что также лидерами использования данного вида подкормки выступают Республика Татарстан – 171,4 тыс. т, Республика Башкортостан – 54,3 тыс. т, Нижегородская область – 29,4 тыс. т, в ряде же регионов Приволжского Федерального округа органические удобрения для выращивания кукурузы на зерно либо не применялись вовсе, либо объемы внесения были на очень низком уровне.

Для выращивания технических культур (сахарная свекла, рапс, лен-долгунец, подсолнечник, соя) применение органических удобрений осуществлялось более интенсивно и в больших объемах, по сравнению с предыдущими культурами. Так наибольший объем внесения был отмечен в Пензенской области – 241,9 тыс. т, Республике Башкортостан – 211,5 тыс. т, Республике Татарстан – 70,9 тыс. т. Наименьшие значения наблюдались в Чувашской Республике – 6,4 т.

В целом, согласно анализу, для выращивания кормовых культур и корнеплодов использование органических удобрений в 2022 г. было характерно для всех без исключения регионов Приволжского федерального округа. Тем не менее, лидерами стали: Республика Башкортостан – 1975,4 тыс. т, Удмуртская Республика – 1221,8 тыс. т, Нижегородская область – 593,5 тыс. т. Минимальные дозы внесения органических удобрений (всего) под выращивание кормовых культур отмечены в 2022 г. в Саратовской области – 40,5 тыс. т и в Оренбургской области – 32,8 тыс. т.

В 2023 г. по сравнению с 2022 г. в Приволжском федеральном округе внесение органических удобрений под сельскохозяйственные культуры, многолетние насаждения, естественные сенокосы и пастбища в защищенном грунте сократилось на 709,6 тыс. т составив 16415,1 тыс. т. В региональном разрезе Приволжского федерального округа по итогам 2023 г. также наблюдалась отрицательная динамика внесения органических удобрений под выращивание зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) в 9 регионах из 14 (табл. 1) [3]. Наибольшее сокращение внесения органических удобрений под выращивание зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) по сравнению с 2022 г. отмечено в Республике Марий Эл (-44,7%), Республике Башкортостан (-32,3%), Ульяновской области (-29,2%), Самарской области (-22,3%). Существенный темп прироста внесения органических удобрений под выращивание зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы) отмечено исключительно в одном регионе – Нижегородской области (25,3%), в остальных четырех регионах темп прироста составил от 5,3% до 10,9%.

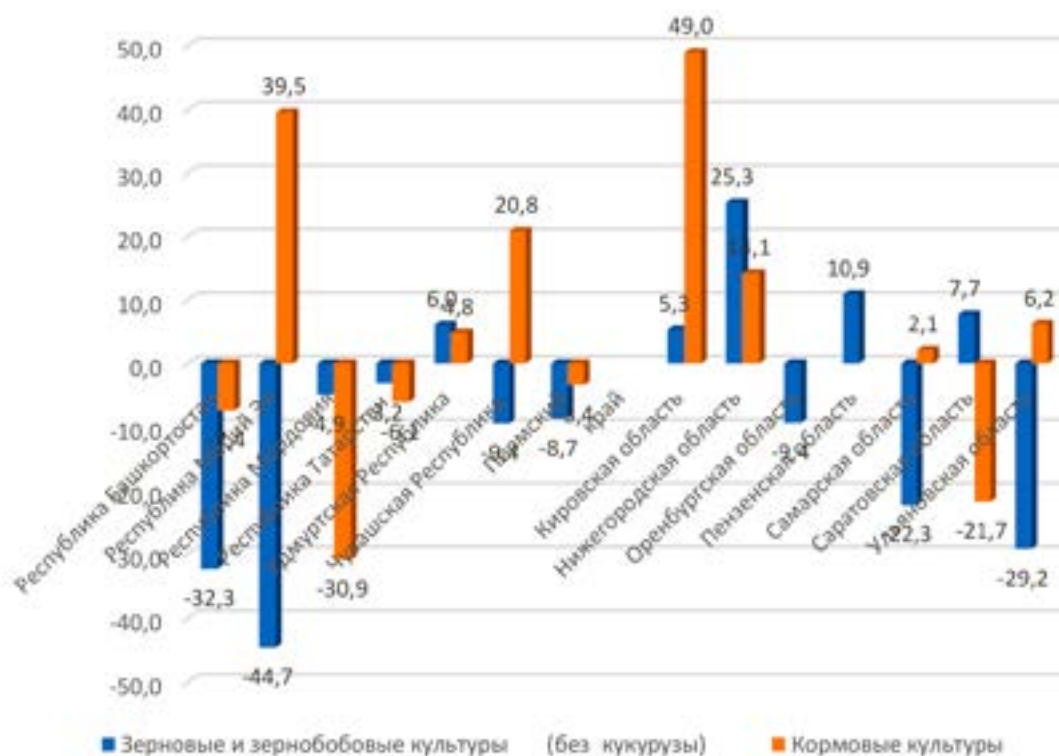


Рис. 1. Темп прироста внесения органических удобрений под зерновые и зернобобовые культуры (без кукурузы) и кормовые культуры по регионам Приволжского федерального округа за 2022-2023 гг. (%)

Источник: составлено авторами по данным источников [2], [3].

Сложившаяся картина сокращения применения органических удобрений в регионах Приволжского федерального округа во многом обуславливается ростом объемов использования минеральных удобрений, что, несомненно, является важным фактором, способствующим подъему урожайности сельскохозяйственных культур. Однако, стоит отметить, что агрохимические свойства пахотных почв зачастую ухудшаются вследствие длительного и в значительных объемах применения минеральных удобрений. Так, по мере роста насыщенности пашни минеральными удобрениями наблюдается тенденция снижения содержания гумуса в почвах. При этом, только органические удобрения оказали явное позитивное влияние на увеличение содержания гумуса [4].

Оценка состояния сельскохозяйственных земель в России показал, что на конец 2023 г. площадь сельхозугодий по всем категориям земель в совокупности составила 221572, 5 тыс. га, что на 238, 9 тыс. га меньше, чем в 2022 г. При том, только 12,9% от всего земельного фонда нашего государства приходится на ценные сельскохозяйственные земли [5]. Особое значение в определении почвенного плодородия занимает уровень и запасы гумуса (органического вещества). Гумус в естественной среде является важнейшим компонентом почвы, ответственным за содержание органических веществ в земле, кроме того, его способность удерживать влагу и препятствовать накоплению тяжелых металлов и токсических веществ повышает его ценность в развитии отрасли производства органических удобрений. Оценка данных агроэкологического мониторинга на содержание гумуса в пахотных землях по Российской Федерации показала, что 33% (1649,7 тыс. га) почв – слабогумусированные; 30,1% (1500,7 тыс. га) почв – средне гумусированные; и только 11,5% (573,5 тыс. га) почв – сильногумусированные [5]. Анализ структуры почв за 2023 г. на содержание гумуса по пахотным угодиям федеральных округов Российской Федерации по отношению к обследованным площадям показал, что наибольшая доля почв с высоким содержанием гумуса выявлена в Сибирском федеральном округе – 2,9%, а наименьшая в Дальневосточном федеральном округе – 0,3% (табл. 2).

Таблица 2

Структура почв на содержание гумуса по пахотным угодиям Федеральных округов Российской Федерации по отношению к обследованным площадям за 2023 г. (%)

Федеральные округа	Очень низкое содержание гумуса	Низкое содержание гумуса	Среднее содержание гумуса	Высокое содержание гумуса
Центральный федеральный округ	2,3	8,5	10,4	2,8
Северо-Западный федеральный округ	0,3	1,5	1,8	2,1
Южный федеральный округ	12,7	7,9	2,3	0,3
Северо-Кавказский федеральный округ	1,1	2,7	2,8	0,4
Приволжский федеральный округ	3,7	5,5	4,8	1,2
Уральский федеральный округ	3,1	0,7	0,6	1,5
Сибирский федеральный округ	1,5	4,7	5,0	2,9
Дальневосточный федеральный округ	0,2	1,5	2,2	0,3

Источник: составлено авторами по данным источника [5].

Наиболее низкое содержание гумуса на наибольшей доле площади пахотных земель по отношению к обследованной отмечено в Южном федеральном округе – 12,7%, а на наименьшей площади в Дальневосточном федеральном округе – 0,2% (рис. 2). Приволжский федеральный округ, согласно проведенному анализу, занимает средние позиции из 9 макрорегионов: 5 место по показателю «высокое содержание гумуса»; имеет значительную долю почв по отношению к обследованной (5,5%) с низким содержанием гумуса (3 место) и значительную долю почв по отношению к обследованной (3,7%) с очень низким содержанием гумуса (2 место), что актуализирует повышение применения доз органических удобрений при обработке пахотных земель.

Важно отметить, что на состояние пахотных земель, помимо содержания гумуса в них, существенное влияние оказывают различные природные факторы – рельеф, растительный покров, геологические особенности, климат и другие; а также антропогенные факторы, негативное влияние которых приво-

дит к существенному загрязнению почвы токсикантами промышленного происхождения (химическими элементами и металлами), пестицидами, что ухудшает структуру почвы и приводит к снижению биологической активности и истощению. Также особое значение для оценки плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения имеют такие агрономические показатели как кислотность почв, уровень подвижного фосфора и обменного калия.

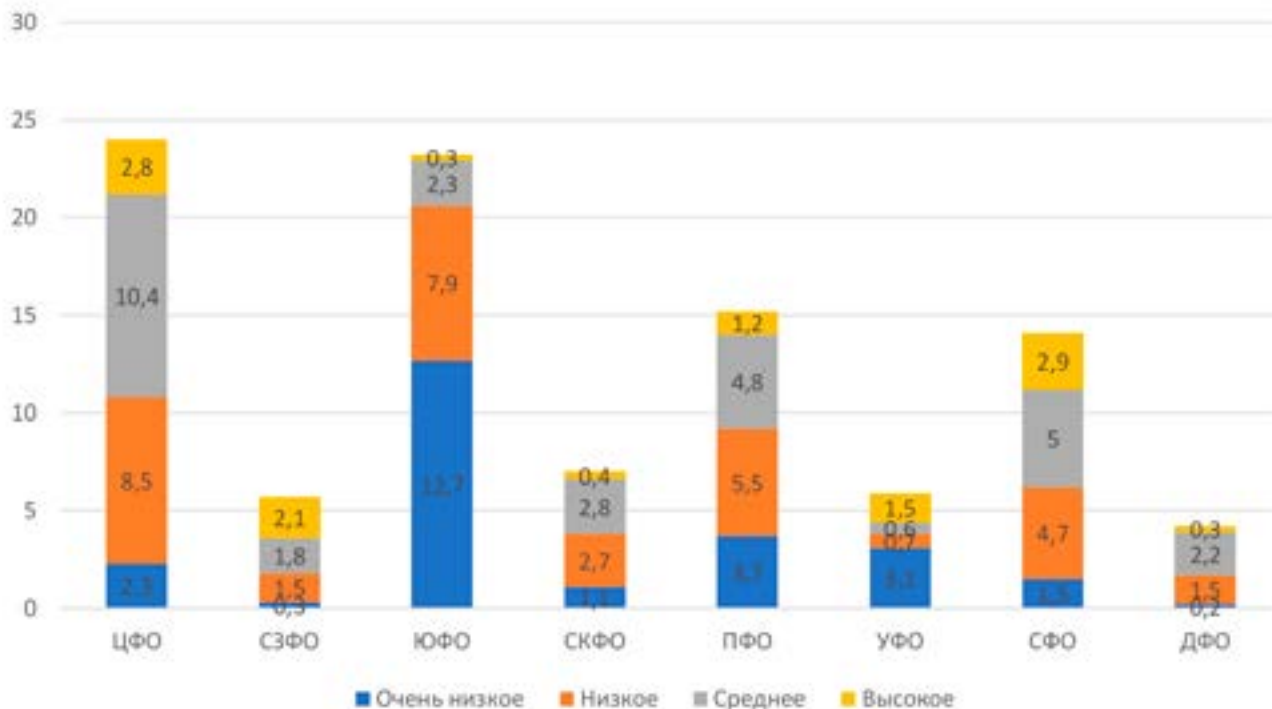


Рис. 2. Доля почв на содержание гумуса по пахотным угодиям Федеральных округов Российской Федерации по отношению к обследованным площадям за 2023 г. (%)

Источник: составлено авторами по данным источника [5].

Помимо исследования объективных факторов, таких как структуры и состояния пахотных земель в Российской Федерации, что определяет необходимость применения органических удобрений в зависимости от специфики регионов и типов сельскохозяйственных культур, необходимо обратить внимание на важность распространения в аграрном секторе современных инновационных форм по использованию новых технологий – технологий искусственного интеллекта. Технологии искусственного интеллекта активно завоевывают различные сегменты агропромышленного сектора во всем мире, и Российская Федерация не является исключением [6]. Системы искусственного интеллекта могут применяться для отслеживания погодных данных, влажности почв, уровня внесения удобрений, роста сельскохозяйственных культур и других направлений. С нашей точки зрения, системы и устройства на базе искусственного интеллекта можно внедрять по таким направлениям как:

- 1) Дифференциация и структуризация внесения органических удобрений посредством формирования баз карт спутниковых снимков по регионам и округам России с целью отслеживания аналитики внесенных доз и разновидностей органических удобрений с учетом потребностей конкретных участков полей;
- 2) Установление «датчиков-анализаторов» на полях, позволяющих проводить анализ почв на содержание микро-и макроэлементов питательных веществ;
- 3) Формирование календарного графика объемов и темпов внесения органических удобрений без применения излишних доз минеральных удобрений.
- 4) Мониторинг и прогнозирование роста урожая. Анализ данных о погоде и росте сельскохозяйственных культур, для расчета в режиме реального времени планов внесения удобрений и проведения орошения. Это сокращает растрату ресурсов, повышает урожайность и эффективность сельскохозяйственного производства [6].

Выводы

Таким образом, развитие отрасли органических удобрений выступает важной движущей силой реализации потенциала сельскохозяйственного производства и обеспечения отечественных сельхозпроизводителей полноценными натуральными подкормками, которые направлены не только на стимулирование роста растений, но и способствуют долгосрочному улучшению плодородия земель. Однако, в настоящее время отмечено сокращение объемов внесения органических удобрений под сельскохозяйственные культуры по Приволжскому федеральному округу, а также сокращение площади сельхозугодий по Российской Федерации и значительный уровень слабогумусированных почв, вследствие влияния различных природных и антропогенных факторов. Например, на конец 2023 г. площадь сельхозугодий по всем категориям земель в России уменьшилась на 238,9 тыс. га по сравнению с 2022 г., при том, что только 12,9% площадей от всего земельного фонда приходились на ценные сельскохозяйственные земли. Оказать положительное влияние на развитие сельскохозяйственного производства в зависимости от специфики региона, состояния сельскохозяйственных земель и вида сельскохозяйственных культур позволило бы расширение спектра использования современных инновационных технологий, например технологий искусственного интеллекта, которые могли бы применяться для мониторинга состояния почв, уровня внесенных органических удобрений, оценки плодородия и других агрономических показателей.

Работа выполнена в рамках гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технического развития 075-15-2024-550.

Литература

1. Савина О.В., Макаров В.А., Макарова О.В., Гаспарян С.В. Органические удобрения как фактор повышения плодородия почвы и эффективности растениеводства // Вестник РГАТУ. 2021. № 4 (44). С. 53-59.
2. «Внесение удобрений под урожай 2022 г. и проведение работ по химической мелиорации земель». Росстат. Главный межрегиональный центр. М., 2023. 17 с.
3. «Внесение удобрений под урожай 2023 г. и проведение работ по химической мелиорации земель». Росстат. Главный межрегиональный центр. М., 2024. 18 с.
4. Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин Марс М., Миннуллин Г.С., Хисматуллин Марсель М. Агрономические и энергоэкономические показатели химической мелиорации зональных почв республики Татарстан и применения расчетных доз минеральных удобрений // Плодородие. 2024. № 1. С. 55-60.
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году». Почвы и земельные ресурсы, 2024. 142 с.
6. Ван Ч. Искусственный интеллект как инструмент развития органического сельского хозяйства в Китае // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. № 2-1 (108). С. 43-46.