

Научная статья
УДК 001.89:631.452

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ПАШНИ НОВОЗЫБКОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

¹Николай Максимович Белоус, ¹Евгений Владимирович Смольский,

¹Игорь Николаевич Белоус, ^{1,2}Дмитрий Николаевич Прищеп

^{1,2}Олег Дмитриевич Ситнов

¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

²Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Брянская область,
Опытная станция, Россия

Аннотация. Проведён анализ и интерпретация изменения основных агрохимических свойств почвы пашни за период 1993-2023 годы. Результаты определения динамики плодородия дерново-подзолистой почвы пашни опытных полей Новозыбковской СХОС выявили, что средневзвешенный показатель обменной кислотности снизился на 0,55 единицы. Зафиксирована положительная динамика фосфатного режима: средневзвешенная концентрация подвижных фосфатов в пахотном слое возросла на 64 мг/кг. Обследованные почвы по грациям подвижного фосфора классифицируются как высокообеспеченные. Наблюдается негативная динамика калийного состояния: средневзвешенное содержание подвижного калия сократилось на 77 мг/кг. Средневзвешенное содержание органического вещества в пахотном горизонте составляет 1,65 %, что на 0,04 % ниже значения, зафиксированного в 2017 году. Полученные данные свидетельствуют о неоднозначном характере изменения плодородия пашни: при улучшении фосфатного режима сохраняются проблемы, связанные со снижением обеспеченности почв подвижным калием и органическим веществом. Это указывает на необходимость корректировки системы удобрения, усиления роли органических удобрений и применения агротехнических приёмов, направленных на стабилизацию гумусового состояния дерново-подзолистых почв. Расчётное значение интегрального индекса окультуренности пашни составляет 0,71 условных единиц, что свидетельствует о повышенном уровне её агрогенной трансформации. Средняя плотность загрязнения пахотных почв радионуклидом ¹³⁷Cs уменьшилась на 55,1 % - с 584,6 до 321,9 кБк/м². Наблюдалось снижение мощности дозы гамма-излучения на 33,5 % - с 34,2 мкР/ч в 1993 г. до 22,0 мкР/ч в настоящее время. Динамика радиационных показателей подтверждает постепенное снижение радиологической нагрузки на агроландшафты, однако сохраняющаяся плотность загрязнения требует дальнейшего мониторинга и учёта при ведении сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, гумус, элементы питания, кислотность, вариация, радиоактивное загрязнение.

Для цитирования. Динамика изменения основных агрохимических свойств почв на примере пашни Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции / Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, И.Н. Белоус, и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 3 (115). С. 30-39.

Original article

DYNAMICS OF CHANGES IN THE MAIN AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ON THE EXAMPLE OF ARABLE LAND OF NOVOZYBKOV AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION

Nikolai M. Belous¹, Yevgeniy V. Smol'sky¹, Igor' N. Belous¹,

Dmitry N. Prishchep^{1,2}, Oleg D. Sitnov^{1,2}

¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

²Novozybkovs Agricultural Experimental Station - the branch of FSC «All-Russia Williams Fodder Research
Institute», Bryansk Region, Experimental Station, Russia

Abstract. An analysis and interpretation of changes in the main agrochemical properties of arable lands was conducted for the period 1993-2023. The results of determining the fertility dynamics of sod-podzolic arable soil in the experimental fields of the Novozybkov Agricultural Experimental Station revealed that the weighted average exchangeable acidity decreased by 0.55 units. A positive dynamics in the phosphate regime was recorded: the weighted average concentration of mobile phosphates in the arable layer increased by 64 mg/kg. The surveyed soils are classified as highly supplied according to the gradations

of mobile phosphorus. The negative dynamics in the potassium status were observed: the weighted average content of mobile potassium decreased by 77 mg/kg. The weighted average content of organic matter in the arable horizon is 1.65%, which is 0.04% lower than the value recorded in 2017. The obtained data indicate an ambiguous nature of changes in arable land fertility: even with the improvement of the phosphate regime, problems associated with the reduction in the supply of soils with mobile potassium and organic matter remain. This indicates the need to adjust the fertilization system, enhance the role of organic fertilizers, and apply agrotechnical techniques aimed at stabilizing the humus state of sod-podzolic soils. The calculated value of the integral index of arable land cultivation is 0.71 conventional units, indicating an increased level of its agrogenic transformation. The average contamination density of arable lands with the radionuclide ^{13}Cs decreased by 55.1% - from 584.6 to 321.9 kBq/m². A decrease in the gamma radiation dose rate of 33.5% was observed - from 34.2 $\mu\text{R/h}$ in 1993 to 22.0 $\mu\text{R/h}$ today. The dynamics of radiation indicators confirms a gradual reduction in the radiological load on agricultural landscapes; however, the persistent density of contamination requires further monitoring and accounting in agricultural production.

Keywords: sod-podzolic soil, humus, nutrients, acidity, variation, radioactive contamination.

For citation. Dynamics of changes in the main agrochemical properties of soils on the example of arable land of Novozybkov Agricultural Experimental Station / N.M. Belous, Ye.V. Smol'sky, I.N. Belous, et al. // Vestnik of Bryansk State Agricultural Academy. 2026. No. 3 (115). pp. 30-39.

Введение. Воспроизводство и прирост почвенного плодородия в современном агроландшафте требуют системного подхода, интегрирующего агротехнические, мелиоративные и фитосанитарные мероприятия. Наиболее эффективной основой для разработки таких мер служат проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия, базирующиеся на данных долгосрочного мониторинга состояния пахотных земель. Ключевым инструментом данного мониторинга выступает регулярное агрохимическое и эколого-токсикологическое обследование, охватывающее всю площадь сельскохозяйственных угодий [1].

Кислотность почвы является критически важным параметром для агроэкологического состояния пахотных земель. Её регулирование - ключевой аспект в создании оптимальных условий для эффективного минерального питания растений, активности почвенной микрофлоры и, как следствие, формирования урожая.

Эффективное функционирование корневой системы большинства культурных растений и связанных с ней микроорганизмов достигается в условиях, близких к нейтральной реакции почвенной среды. Кислотно-основной баланс служит системным фактором, определяющим биодоступность элементов питания (азота, фосфора, калия, микроэлементов), ферментативную активность и физико-химические характеристики почвы. При этом пороговые значения pH, оптимальные для конкретного вида, носят адаптивный характер и варьируются в зависимости от почвенных условий. В частности, на высокогумусированных и легких по гранулометрическому составу почвах наблюдается смещение благоприятного диапазона кислотности в сторону слабокислых значений [2].

Известкование почв с кислой реакцией среды ведет не только к росту продуктивности агроценозов и сопутствующему увеличению потребности растений в калии, но и существенно трансформирует калийный режим вследствие модификации катионного состава почвенного раствора, в частности, соотношений K:Ca и K:Mg.

Органические удобрения, а также отдельные типы минеральных удобрений, в данном случае могут оказывать разнонаправленное действие. Обогащая почву органическим веществом, можно увеличить ее емкость поглощения и буферность, что уменьшает угнетающее воздействие высокой концентрации H^+ - ионов. В то же время длительное применение азотных и калийных минеральных удобрений часто является фактором прогрессирующего подкисления, которое оказывает отрицательное воздействие на плодородие почв.

Известкование выступает ключевым фактором, обеспечивающим результативное использование удобрений на почвах с кислой реакцией. На известкованных почвах эффективность как минеральных, так и органических удобрений существенно повышается, что приводит к значительному росту урожайности возделываемых культур [3-5].

Известкование является критически важным фактором в системе управления плодородием, обеспечивающим не только нейтрализацию почвенной кислотности и рост урожайности, но и снижение коэффициента перехода радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию [4].

Цель исследований - определение динамики изменения плодородия дерново-подзолистой почвы пашни опытных полей Новозыбковской СХОС и интерпретация полученных данных.

Материалы и методы исследования. В рамках данного исследования был проведён анализ многолетней (30-летней) динамики основных агрохимических параметров почв на территории Ново-

зыбковской сельскохозяйственной опытной станции (филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»). Полученные данные позволили не только оценить направленность почвенных процессов в условиях длительного агрогенного использования, но и разработать научно обоснованный комплекс мероприятий.

Почвенно-агрохимическое обследование было проведено на территории Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции (филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») в течении туров обследования сотрудниками Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

Отбор почвенных проб проводился согласно действующему ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб».

В почвенных образцах, по общепринятым методикам определяли: обменную кислотность, органическое вещество, подвижные формы фосфора и калия. Оценку обеспеченности почв элементами питания проводили согласно методических указаний по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по методике опытного дела Б.А. Доспехова [6].

Результаты и их обсуждение. По данным комплексного агрохимического мониторинга структура пахотных угодий общей площадью 402 га характеризуется неоднородностью реакции почвенной среды. Доля почв с кислой реакцией составляет 178 га (44%), в то время как нейтральные и близкие к нейтральным почвы занимают 135 га (34%) и 89 га (22%) соответственно (табл. 1).

Оценка динамики кислотно-щелочных свойств пахотных угодий указывает на рост средневзвешенного значения водородного показателя (pH_{KCL}) в 2023 году относительно 2017 года. На данный момент этот параметр достиг 5,67, что соответствует области, пограничной с нейтральной реакцией среды. За шестилетний интервал доля земель с агрономически благоприятным уровнем кислотности возросла, охватив 244 гектара, или 56% от общей площади обследованной пашни.

Анализ результатов агрохимического мониторинга за тридцатилетний период (в сопоставлении с 1993 годом) выявляет противоположную долгосрочную тенденцию. Площадь сильнокислых почв расширилась на 109 гектаров, что составляет прирост в 15%. Увеличилась также площадь земель со слабокислой реакцией (на 30 га), в то время как фонд нейтральных почв сократился на 203 гектара. Средневзвешенная величина pH за этот срок снизилась на 0,55 единицы. Противодействие данной деградиционной динамике в текущих условиях ограничено ввиду критически недостаточного внесения органических удобрений и практически полного прекращения практики известкования кислых почв.

Таблица 1 - Распределение почв пашни по обменной кислотности

Год	Группа кислотности, ед.						Нуждаются в известковании	Не нуждаются в известковании	Средневзвешенная величина, ед.
	I - очень сильнокислая, < 4,0	II - сильнокислая, 4,1-4,5	III - среднекислая, 4,6-5,0	IV - слабокислая, 5,1-5,5	V - близко к нейтральной, 5,6-6,0	VI - нейтральная, > 6,0			
2023	-	$\frac{61}{15}$	-	$\frac{117}{29}$	$\frac{89}{22}$	$\frac{135}{34}$	$\frac{178}{44}$	$\frac{224}{56}$	5,67
2017	-	$\frac{30}{7}$	$\frac{102}{24}$	$\frac{106}{25}$	$\frac{135}{32}$	$\frac{51}{12}$	$\frac{237}{56}$	$\frac{186}{44}$	5,48
2009	-	$\frac{55}{13}$	$\frac{127}{30}$	$\frac{85}{20}$	$\frac{89}{21}$	$\frac{68}{16}$	$\frac{266}{63}$	$\frac{157}{37}$	5,26
2003	-	-	-	$\frac{63}{15}$	$\frac{152}{36}$	$\frac{207}{49}$	$\frac{63}{15}$	$\frac{360}{85}$	5,94
1998	-	-	$\frac{4}{1}$	$\frac{63}{15}$	$\frac{85}{20}$	$\frac{271}{64}$	$\frac{68}{16}$	$\frac{355}{84}$	6,04
1993	-	-	$\frac{8}{2}$	$\frac{8}{2}$	$\frac{59}{14}$	$\frac{338}{80}$	$\frac{25}{6}$	$\frac{398}{94}$	6,22
Среднее за годы исследования									5,77
Коэффициент вариации, %									6,3

Примечание: числитель - площадь, га; знаменатель - % от общей площади.

Установили, что коэффициент вариации средневзвешенной величины обменной кислотности за период наблюдений находился на уровне 6,3%, что говорит о незначительной изменчивости показателя в динамике.

Для коррекции кислотного баланса почв требуется внесение известковых удобрений. Рекомендуемые дозы дифференцированы в зависимости от принадлежности почвы к агрохимической группе: для почв II и IV групп - 6,0-8,0 т/га, для почв V и VI групп - 4,0-5,0 т/га.

Процедура известкования должна проводиться циклически с интервалом один раз в 5 лет в рамках конкретных севооборотов. Окончательный расчёт нормы внесения требует дополнительного учёта структуры посевов: преобладание кальцефобных культур (более 5,7) или кальцефильных культур (менее 5,7).

Роль фосфора в физиологии растений отличается исключительной многогранностью. Адекватное обеспечение данной формой минерального питания приводит к существенной прибавке урожая сельскохозяйственных культур и заметному улучшению его качественных характеристик. Фосфор способствует усилению зимостойкости многолетних и озимых культур, а также интенсифицирует процессы роста и сокращает период вегетации. Так, при достаточном фосфорном питании сроки созревания зерновых могут сокращаться на 5-6 суток, что приобретает критическое значение для зон рискованного земледелия с коротким безморозным периодом. Оптимальный фосфорный режим положительно сказывается на морфогенезе корневой системы: стимулируется ее ветвление и происходит более глубокое проникновение в почву. Это, в свою очередь, улучшает доступ растений к почвенной влаге и элементам питания, что является ключевым адаптивным преимуществом в условиях дефицита влаги. Биологическая значимость фосфора сопоставима с ролью азота, поскольку он является обязательным структурным компонентом ключевых органелл клетки, включая ее ядро, и входит в состав жизненно важных органических соединений [7, 8].

Анализ результатов долгосрочных агрохимических мониторинговых исследований и данных полевых экспериментов позволил установить агрономически оптимальный диапазон содержания подвижных фосфатов для дерново-подзолистых почв в условиях севооборота. Данный показатель находится в пределах 200-300 мг усвояемого фосфора (в пересчете на P_2O_5) на килограмм почвы (метод Кирсанова) [9].

Достаточная обеспеченность растений фосфором стимулирует формирование более развитой корневой системы, а также положительно влияет на активность фотосинтеза. Для поддержания бездефицитного баланса данного элемента в почве на заданном оптимальном уровне, внесение фосфорных удобрений должно осуществляться по компенсационному принципу. Норма их применения рассчитывается, исходя из двух ключевых параметров: величины планового выноса фосфора с урожаем основной культуры и количества фосфатов, внесённых ранее под культуру-предшественник в севообороте [8, 9].

Потенциальное плодородие пахотных земель во многом лимитируется концентрацией доступных фосфатов. Дерново-подзолистые почвы исторически формировались на бедных этим элементом почвообразующих породах. В связи с этим первоочередной агротехнической задачей при их сельскохозяйственном освоении и вовлечении в интенсивное использование становится создание устойчивого содержания фосфатов в пахотном слое.

Согласно данным мониторинга агрохимических показателей, средневзвешенная концентрация подвижных фосфатных соединений в обследованной пашне достигает 295 мг/кг. Согласно действующей классификации (табл. 2), данный уровень соответствует категории очень высокого содержания фосфора (в пересчете на P_2O_5). Распределение площадей по группам обеспеченности характеризуется следующими показателями: на долю почв с высокой концентрацией фосфора приходится 138 гектаров (34% от общей площади), а с очень высокой - 264 гектара (66%).

За тридцатилетний период мониторинга было отмечено, что площадь земель с высоким уровнем содержания фосфора возросла на 130 га, в то время как площадь с очень высоким уровнем, напротив, сократилась на 151 га. Данные изменения сопровождались увеличением средневзвешенной концентрации фосфора в пахотном слое на 64 мг/кг.

Установили, что коэффициент вариации средневзвешенной величины содержания подвижного фосфора за период наблюдений находился на уровне 11,7%, что говорит о средней изменчивости показателя в динамике.

Оптимизация калийного питания растений является стратегической задачей современного растениеводства, направленной на поддержание почвенного плодородия и реализацию генетического потенциала урожайности растений.

Таблица 2 - Распределение почв пашни по содержанию подвижного фосфора

Год	Группа по содержанию подвижного фосфора, мг/кг						Пониженное содержание	Оптимальное содержание	Средневзвешенное содержание, мг/кг
	I - очень низкое < 25	II - низкое 26-50	III - среднее 51-100	IV - повышенное 101-150	V - высокое 151-250	VI - очень высокое > 250			
2023	-	-	-	-	$\frac{138}{34}$	$\frac{264}{66}$	-	$\frac{402}{100}$	295
2017	-	-	-	-	$\frac{21}{5}$	$\frac{402}{95}$	-	$\frac{423}{100}$	313
2009	-	-	-	-	$\frac{199}{47}$	$\frac{224}{53}$	-	$\frac{423}{100}$	237
2003	-	-	-	-	$\frac{93}{22}$	$\frac{330}{78}$	-	$\frac{423}{100}$	245
1998	-	-	-	-	$\frac{34}{8}$	$\frac{389}{92}$	-	$\frac{423}{100}$	250
1993	-	-	-	-	$\frac{8}{2}$	$\frac{415}{98}$	-	$\frac{423}{100}$	251
Среднее за годы исследования									265
Коэффициент вариации, %									11,7

Примечание: числитель - площадь, га; знаменатель - % от общей площади.

Как ключевой макроэлемент, калий выполняет в растительном организме фундаментальные функции, связанные с ионным балансом, транспортом веществ и энергетическим обменом. Уровень содержания его подвижных (обменных) форм в пахотном слое коррелирует с показателями агрохимической окультуренности территории. Дефицит доступного калия наиболее остро проявляется на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава, где применение калийных удобрений обеспечивает максимальную агрономическую и экономическую эффективность. Ключевое агрохимическое значение калия заключается в его способности модулировать широкий спектр физиолого-биохимических процессов. Это обеспечивает не только прямой рост сельскохозяйственной продуктивности, но и формирует системную устойчивость агрофитоценозов. Усиливая клеточный тургор и регулируя работу устьичного аппарата, калий повышает засухо- и морозоустойчивость растений, что критически важно для успешной перезимовки озимых культур. Вместе с этим он выступает как важный фактор фитосанитарного благополучия, снижая восприимчивость растений к патогенам в течение всего вегетационного цикла и в послеуборочный период. На метаболическом уровне достаточная обеспеченность калием активизирует процессы фотосинтеза и транслокации углеводов, интенсифицирует синтез органических кислот и положительно влияет на синтез белков, определяя качество получаемой продукции.

Анализ динамики изменения содержания обменного калия в почве выявил, что количество почв с очень низким содержанием подвижного калия уменьшилось до 107 га (27%) по отношению 2017 года 118 га (28%) (табл. 3).

Динамика обеспеченности пахотных земель обменным калием характеризуется выраженной деградационной тенденцией. За рассматриваемый период произошла интенсивная деградация калийного фонда: площадь земель с дефицитной обеспеченностью (низкое содержание K_2O) увеличилась на 98 га, достигнув 271 га (67% от общей площади против 41% в 2017 г.). Наблюдается критическое сокращение площадей со средним и повышенным уровнями содержания калия - соответственно с 98 до 24 га и с 34 до 0 га. Полное исчезновение участков с повышенным содержанием K_2O (IV группа) указывает на отсутствие эффективного пополнения этого элемента в агроценозах.

Результаты ретроспективного анализа тридцатилетнего периода агрохимического мониторинга почв выявили выраженную негативную динамику в распределении пахотных угодий по градациям содержания подвижного калия. Установлена тенденция к увеличению площадей с критически низкой обеспеченностью: прирост почв с очень низким содержанием элемента составил 107 га, а с низким - 224 га. Параллельно зафиксировано сокращение на 132 га площадей, относящихся к категории средней

обеспеченности. Наиболее тревожным результатом исследований является полное исчезновение из структуры землепользования почв с повышенным и высоким уровнями содержания подвижного калия.

Таблица 3 - Распределение почв пашни по содержанию подвижного калия

Год	Группа по содержанию подвижного калия, мг/кг						Пониженное содержание	Оптимальное содержание	Средневзвешенное содержание, мг/кг
	I - очень низкое, < 40	II - низкое, 41-80	III - среднее, 81-120	IV - повышенное, 121-170	V - высокое, 171-200	VI - очень высокое, > 200			
2023	$\frac{107}{27}$	$\frac{271}{67}$	$\frac{24}{6}$	-	-	-	$\frac{402}{100}$	-	50
2017	$\frac{118}{28}$	$\frac{173}{41}$	$\frac{98}{23}$	$\frac{34}{8}$	-	-	$\frac{389}{92}$	$\frac{34}{8}$	64
2009	$\frac{102}{24}$	$\frac{224}{53}$	$\frac{97}{23}$	-	-	-	$\frac{423}{100}$	-	64
2003	$\frac{76}{18}$	$\frac{165}{39}$	$\frac{72}{17}$	$\frac{102}{24}$	$\frac{8}{2}$	-	$\frac{313}{74}$	$\frac{110}{26}$	85
1998	$\frac{72}{17}$	$\frac{152}{36}$	$\frac{59}{14}$	$\frac{123}{29}$	$\frac{17}{4}$	-	$\frac{283}{67}$	$\frac{140}{33}$	88
1993	-	$\frac{47}{11}$	$\frac{156}{37}$	$\frac{173}{41}$	$\frac{47}{11}$	-	$\frac{203}{48}$	$\frac{220}{52}$	127
Среднее за годы исследования									80
Коэффициент вариации, %									34,2

Примечание: числитель - площадь, га; знаменатель - % от общей площади.

Средневзвешенное содержание обменного калия в почве за 30 лет уменьшилось на 77 мг/кг.

Установили, что коэффициент вариации средневзвешенной величины содержания подвижного калия за период наблюдений находился на уровне 34,2%, что говорит о значительной изменчивости показателя в динамике.

В современный период наблюдается значительное сокращение объемов внесения калийных удобрений. Данная тенденция, на фоне изначально низкой буферной емкости и слабой поглотительной способности дерново-подзолистых почв легкого (песчаного) гранулометрического состава, привела к выраженной деградации их калийного насыщения и снижению уровня обеспеченности растений доступными формами этого элемента.

В контексте радиоэкологической реабилитации агроландшафтов, загрязненных радионуклидами, регулирование калийного питания приобретает важнейшее значение. Внесение калийных удобрений рассматривается как ключевой агрохимический метод, эффективно снижающий коэффициент перехода техногенного ^{137}Cs из почвенного комплекса в сельскохозяйственные культуры за счет механизма ионной конкуренции и блокирования процессов его корневого поглощения.

Органическое вещество почвы, будучи ключевым фактором её потенциального плодородия, в современной парадигме агрохимии рассматривается как фундаментальный фактор устойчивости и плодородия почвенной системы в рамках биосферных процессов.

Органическое вещество выступает системным регулятором почвенного режима питания, оказывая на него полифункциональное воздействие. Прямой эффект реализуется за счёт его роли как источника биогенных элементов в процессах минерализации, а косвенный - через модификацию физико-химических и гидрофизических свойств почв. В почвах с высоким содержанием органического вещества наблюдается минимизация потери питательных элементов за пределы почвенного профиля, что снижает риск контаминации сопряжённых экологических сред, интенсифицируется микробиологическая активность.

Обладая высокой комплексобразующей способностью, органическое вещество во многом определяет ёмкость катионного обмена почвенного поглощающего комплекса. Именно с органическим веществом сопряжено формирование агрономически ценной структуры и повышение общей влагоёмкости почв. Уменьшение содержания органического вещества имеет прямые количественные

последствия: снижение содержания органики на 1% относительно оптимального уровня приводит к статистически значимому падению продуктивности зерновых культур в диапазоне 0.5-1.0 т/га [1].

По результатам исследований средневзвешенная величина содержания органического вещества в пахотном слое составила 1,65%. По отношению к 2017 году уменьшение составило 0,04% (табл.4).

Таблица 4 - Распределение почв пашни по содержанию органического вещества

Обеспеченность почв органическим веществом	2017 год			2023 год		
	содержание органического вещества, %	площадь, га	%	содержание органического вещества, %	площадь, га	%
Очень низкая	менее 1,09	-	-	-	-	-
Низкая	1,1-1,39	42	10	1,10-1,09	52	13
Средняя	1,4-1,79	224	53	1,40-1,79	232	58
Повышенная	1,8-2,39	157	37	1,80-2,40	118	29
Высокая	более 2,4	-	-	более 2,4	-	-
Всего пашни	-	423	100	-	402	100
Средневзвешенный показатель	1,69			1,65		

Пространственная неоднородность содержания органического вещества: Распределение пахотных земель по уровню гумусированности носит выраженный контрастный характер. Максимальные площади приходятся на почвы со средним содержанием органического вещества (1,40-1,79%), занимающие 232 га. Участки с повышенным содержанием (1,80-2,40%) локализованы на 118 га, в то время как наихудшие показатели (1,10-1,39%) диагностированы на минимальной площади в 52 га.

Данные за пятилетний период свидетельствуют об отрицательной динамике запасов гумуса. Произошло увеличение на 10 га площади земель с низким значением данного показателя. Одновременно сократились площади участков со средней (на 8 га) и повышенной (на 39 га) обеспеченностью органическим веществом, что указывает на общую тенденцию к дегумификации.

Расчётное значение интегрального индекса окультуренности составило 0,71 балла, что согласно классификации, соответствует высокой степени окультуренности почв (табл. 5). Следует отметить, что достижение столь высокого значения индекса обусловлено не сбалансированным развитием всех параметров плодородия, а значительными показателями содержания подвижных форм фосфора (295 мг/кг), что даже выше, чем агрохимический оптимум (260 мг/кг).

Существует прямая корреляционная зависимость между степенью агрогенной трансформации почв (окультуренностью) и продуктивным потенциалом возделываемых фитоценозов. Уровень данного показателя служит надёжным прогностическим критерием для оценки потенциальной урожайности.

Формирование устойчивого агрономического потенциала почв, обеспечивающего как рост урожайности, так и воспроизводство почвенного плодородия, базируется на комплексе взаимосвязанных мероприятий. К ним относятся: оптимизация структуры севооборотов с введением пропашных культур; внесение органических и минеральных удобрений, рассчитанное на формирование положительного баланса основных макро- и микроэлементов; применение повышенных доз калийных удобрений; а также химическая мелиорация (известкование) кислых почв. Системная реализация этих мер предопределяет улучшение комплекса агрохимических свойств почв.

Таблица 5 - Комплексная агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв лёгкого гранулометрического состава

Показатель \ Год	2017	2023	2017	2023	2017	2023
	фактическая средневзвешенная величина		оптимальный уровень		индекс окультуренности	
pH _{KCL} , ед.	5,48	5,67	6,00	6,0	0,91	0,94
P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	413	295	260	260	1,59	1,13
K ₂ O, мг/кг почвы	64	50	220	220	0,29	0,23
Органическое вещество, %	1,69	1,65	3,00	3,00	0,56	0,55
Индекс плодородия	-		-		0,84	0,71

Разработка системы применения удобрений должна основываться на принципе дифференцированного возмещения выноса элементов питания. На почвах с высокой исходной обеспеченностью

фосфором и калием (более 200 мг/кг подвижных форм) целесообразно применять стратегию полного или частичного возмещения выноса с урожаем. В то же время на почвах с дефицитом калия (менее 200 мг/кг) необходима тактика повышенного возмещения (на 120-150%), направленная на преодоление лимитирующего фактора и интенсификацию продукционного процесса.

В структуре почвенного плодородия ключевыми контрольными точками, требующими приоритетного мониторинга и регулирования, выступают показатели содержания органического вещества и калийный режим. Применение азотных удобрений должно осуществляться строго в дозах, рассчитанных исходя из планируемой урожайности, что позволяет минимизировать экологические риски и оптимизировать экономические затраты.

Несмотря на значительный временной интервал (39 лет), прошедший после катастрофы на Чернобыльской АЭС, проблема радиоактивного загрязнения агроэкосистем Российской Федерации сохраняет свою остроту. Масштабы загрязнения остаются существенными: в зоне с плотностью загрязнения изотопом цезия-137 выше 37 кБк/м² суммарная площадь пострадавших земель составляет порядка 150 тыс. км² [10, 11].

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территория Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции была вовлечена в зону интенсивного радиоактивного воздействия. Весь комплекс её пахотных, луговых и других угодий подвергся контаминации долгоживущими радионуклидами, что кардинально изменило условия ведения агроэкологических исследований и потребовало переориентации научной программы на проблемы радиоэкологии и реабилитации загрязнённых земель [12] (табл. 6).

Согласно данным первичного радиологического мониторинга, проведенного Брянским филиалом ФГБУ «РосАгрохимслужба», на начальную дату учета (01.01.1993 г.) площадь пахотных земель, подлежащих обследованию, составляла 423 га. Стартовые средневзвешенные значения характеризовались значительной плотностью загрязнения -584,6 кБк/м² с сопутствующим уровнем гамма-фона 34,2 мкР/ч.

За тридцатилетний период наблюдений зафиксирована выраженная позитивная динамика. Показатель плотности загрязнения пашни снизился на 50,8%, достигнув величины 287,1 кБк/м². Параллельно отмечается снижение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения с 34,2 до 22,0 мкР/ч.

Таблица 6 - Динамика радиологических показателей почв пашни

Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, кБк/м ²	Год					
	1993	1998	2003	2009	2017	2023
до 37	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
37-185	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
185-555	154	192	244	411	423	100*
	36,4	45,4	57,7	97,2	100	100
555-1480	269	231	179	12	-	-
	63,6	54,6	42,3	2,8	-	-
свыше 1480	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Итого	423	423	423	423	423	-
	100	100	100	100	100	-
Средневзвешенная плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, кБк/м ²	584,6	392,2	514,3	366,3	321,9	287,1
Уровень гамма-фона, мкР/ч	34,2	30,1	27,5	20,0	22,7	22

Примечание: числитель - площадь, га; знаменатель - % от общей площади. *В 2023 году в рамках государственного задания обследовано только 100 га на содержание ¹³⁷Cs в почве.

Пространственная структура загрязнения также претерпела существенные изменения. В настоящее время сформировался массив площадью 100 га, где плотность загрязнения цезием-137 стабилизировалась в диапазоне 185-555 кБк/м².

Наблюдаемая редукция активности ¹³⁷Cs в почвенном профиле обусловлена совокупным действием двух ключевых факторов: физического распада радионуклида (период полураспада ~30 лет) и его биогеохимического изъятия из агроэкосистемы посредством выноса с урожаем сельскохозяйственных культур.

Заключение. За тридцатилетний период наблюдений установлен выраженный тренд к закислению почвенного покрова. Средневзвешенный показатель кислотности (pH_{KCl}) снизился на 0,55 единиц. На данный момент доля почв с кислой реакцией среды составляет 178 га, в то время как участки с оптимальным кислотно-щелочным балансом занимают 824 га.

Зафиксирована положительная динамика фосфатного режима. Средневзвешенная концентрация подвижных фосфатов в пахотном слое возросла на 64 мг/кг. В общей сложности 402 га пашни характеризуются высоким и очень высоким содержанием данного элемента. Все обследованные почвы по грациям подвижного фосфора классифицируются как высокообеспеченные.

Наблюдается негативная динамика калийного состояния. Средневзвешенное содержание подвижного калия сократилось на 77 мг/кг. По результатам анализа, все почвенные контуры соответствуют категориям очень низкой, низкой и средней обеспеченности калием (K_2O).

Анализ гумусового состояния показал, что среднее содержание органического вещества в пахотном горизонте составляет 1,65%. В сравнении с 2017 годом зафиксировано незначительное снижение данного показателя на 0,04%.

Расчетное значение интегрального индекса окультуренности пашни достигло 0,71 условных единиц, что свидетельствует о повышенном уровне её агрогенной трансформации почв.

За три десятилетия наблюдений отмечена существенная редукция радиоактивного загрязнения. Средняя плотность загрязнения пахотных почв радионуклидом ^{137}Cs уменьшилась на 55,1% - с 584,6 до 321,9 кБк/м².

Параллельно с уменьшением плотности загрязнения зафиксировано снижение мощности дозы гамма-излучения на 33,5% - с 34,2 мкР/ч (1993 г.) до 22,0 мкР/ч.

Список источников

1. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние почв Центрально-Черноземного района: монография. Белгород: КОНСТАНТА-принт, 2023. 323 с.
2. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и др. М.: Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
3. Налиухин А.Н. Изменение агрохимических свойств и микроценоза дерново-подзолистой почвы при применении удобрений и известкования // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 44-48.
4. Аканова Н.И. Эффективность известкования, как фактор плодородия почв и охраны окружающей среды // Плодородие. 2023. № 3 (132). С. 5-9.
5. Системы удобрения озимой ржи в условиях радиоактивного загрязнения почв: монография / И.Н. Белоус, Г.П. Малякко, В.Ф. Шаповалов и др. М.: РУСАЙНС, 2023. 302 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Титова В.И. К вопросу о рациональном использовании почв с очень высоким содержанием фосфора в интенсивном земледелии // Плодородие. 2017. № 1. С. 2-6.
8. Овчаренко М.М. Фосфор и его содержание в системе «почва-растение-удобрение» // Агрохимический вестник. 2023. № 3. С. 3-5.
9. Кирпичников Н.А. Технологические приемы повышения эффективности фосфорных удобрений на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья (по данным длительных полевых опытов) // Агрохимия. 2018. № 1. С. 61-71.
10. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий: монография / под ред. Н.И. Санжаровой, С.В. Фесенко. М.: РАН, 2018. 278 с.
11. Влияние органоминерального комплекса Гумитон и удобрения ФосАгро NPK на продуктивность и накопление ^{137}Cs растениями овса на дерново-подзолистой почве и черноземе / К.В. Петров, С.П. Арышева, Н.Г. Иванкин и др. // Агрохимический вестник. 2025. № 4. С. 72-77.
12. Белоус Н.М. Продуктивность, плодородие, реабилитация почв: монография. М.: Русайнс, 2025. 416 с.

Информация об авторах

Н.М. Белоус - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.В. Смольский - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

И.Н. Белоус - доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.Н. Прищеп - аспирант ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

О.Д. Ситнов - аспирант ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

Information about the authors

N.M. Belous - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

Ye.V. Smol'sky - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University

I.N. Belous - Doctor of Agricultural Sciences, Bryansk State Agrarian University.

D.N. Prishchep – Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University, Novozybkov Agricultural Experimental Station - Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology.

O.D. Sitnov - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University, Novozybkov Agricultural Experimental Station - Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.03.2026; одобрена после рецензирования 15.04.2026, принята к публикации 15.05.2026.

The article was submitted 19.03.2026; approved after reviewing 15.04.2026; accepted for publication 15.05.2026.

© Белоус Н.М., Смольский Е.В., Белоус И.Н., Прищеп Д.Н., Ситнов О.Д.