

ВНЕСЕНИЕ АЗОТНО-СЕРНЫХ УДОБРЕНИЙ
КАК СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ
НА УРОЖАЙНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВAPPLICATION OF NITROGEN-SULFUR FERTILIZERS AS A WAY TO REDUCE THE IMPACT
OF SOIL AGROPHYSICAL PROPERTIES ON AGROCENOSIS YIELDING CAPACITY

Ключевые слова: степная зона, ландшафт, неоднородность, плотность сложения почвы, структурность, гранулометрический состав, удобрения, no-till, урожайность, продуктивность, интенсификация.

Физические свойства почвы обуславливают ее водный и воздушный режимы, а также доступность питательных веществ для растений. Современные тенденции по использованию минимальных обработок почвенного покрова направлены, в первую очередь, на снижение экономических издержек, тогда как вопрос устранения негативного влияния на физику почвенного покрова и, следовательно, на продуктивность культурных растений, остается нерешенным. Исследования, проведенные в 2021-2023 гг. в степной зоне Саратовской области, посвящены рассмотрению возможности снижения влияния плотности сложения почв на урожайность сельскохозяйственных культур. Каркасом исследования и точками отбора послужили геосистемы ранга фаций. Установлено, что на хорошо оструктуренных ($K_{st} \approx 3,1$) черноземных почвах северной степи повышение фракции физического песка ($R^2 = 0,70$) достоверно понижает плотность сложения ($R^2 = 0,83$, $R = 0,6$), тогда как на менее оструктуренных ($K_{st} \approx 1,11$) каштановых почвах засушливой степи плотность сложения повышается ($R^2 = 0,83$) с повышением содержания фракций физического песка ($R^2 = 0,76$, $R = 0,65$). Уравнения линейной регрессии по ряду агрохимических ($N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O , SO_4 , гумус, pH) и агрофизических (плотность сложения почвы) факторов позволили сделать вывод о существенном (>50%) влиянии плотности сложения почвы на урожайность яровой мягкой пшеницы по основным типам почв в степной зоне. В свою очередь, интенсификация в виде при-

менения азотных и азотно-серных удобрений существенно снизила долю этого влияния с 75 до 65% на черноземных почвах и с 50 до 13% на каштановых почвах.

Keywords: steppe zone, landscape, heterogeneity, soil composition density, structure, particle-size composition, fertilizers, no-till, yielding capacity, intensification.

Soil physical properties determine its water and air balance and the accessibility of nutrients to plants. Modern trends in minimal tillage are driven first and foremost by the goal of cutting economic expenses, whereas the problem of overcoming the negative effects on soil physical structure, and therefore on crop yields, has yet to be solved. The research conducted from 2021 through 2023 in the steppe zone of the Saratov Region focused on the potential to mitigate the impact of soil bulk density on crop yields. The framework of the research was the geosystems of the facies ranking which also served as the sampling sites. It was found that in well-structured ($K_{st} \approx 3.1$) chernozems of the northern steppe, a higher physical sand fraction ($R^2 = 0.70$) significantly lowers bulk density ($R^2 = 0.83$, $R = 0.6$). In contrast, in less-structured ($K_{st} \approx 1.11$) kashtanozems of the arid steppe, bulk density increases ($R^2 = 0.83$) as the physical sand content rises ($R^2 = 0.76$, $R = 0.65$). Based on linear regression equations for various agrochemical ($N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O , SO_4 , humus, pH) and agrophysical (soil bulk density) factors, it was concluded that soil bulk density had a substantial (>50%) effect on spring soft wheat yields in the main soil types of the steppe zone. Furthermore, agricultural intensification through the application of nitrogen and nitrogen-sulfur fertilizers markedly reduced the extent of this effect from 75% to 65% on chernozems and from 50% to 13% on kashtanozems.

Несветаев Михаил Юрьевич, к.с.-х.н., науч. сотр., ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: nesvetaev.m@yandex.ru.

Губарев Денис Иванович, к.с.-х.н., вед. науч. сотр., ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: deneg2@yandex.ru.

Nesvetaev Mikhail Yurievich, Cand. Agr. Sci., Researcher, Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov, Russian Federation, e-mail: nesvetaev.m@yandex.ru.

Gubarev Denis Ivanovich, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov, Russian Federation, e-mail: deneg2@yandex.ru.

Бажан Галина Николаевна, науч. сотр., ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: squirrel-rush@mail.ru.

Bazhan Galina Nikolaevna, Researcher, Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov, Russian Federation, e-mail: squirrel-rush@mail.ru.

Введение

Эффективное плодородие почв напрямую зависит от их агрофизических свойств. Исследования Ю. Либиха, Д.Н. Прянишникова и Б.А. Ягодина показали, что для получения качественного и количественно достаточного урожая необходимо обеспечить гармоничное сочетание факторов роста растений в соответствии с их потребностями. По мнению Н. А. Качинского [1], этого можно достичь путём регулирования агрофизических свойств почвы [2].

Общеизвестно, что на плотность сложения прямое влияние оказывает система обработки почвы. Существенное изменение плотности в зависимости от ее обработки достоверно установлено для каштановых почв. Так, исследования, проведенные на каштановых почвах и черноземах южных Саратовской области, указывают на различия в плотности сложения пахотного слоя почвы в зависимости от способа осенней обработки. На каштановых почвах при мелкой плоскорезной обработке на глубину 10-12 см плотность весной составляла 1,24 г/см, тогда как после глубокой вспашки этот показатель снижался до 1,15 г/см [3]. Вместе с тем, согласно данным тех же авторов [4], чернозёмная почва, оставленная осенью без обработки, к моменту посева яровых культур естественным образом разуплотняется до значений 1,16-1,24 г/см. Данный диапазон находится в пределах оптимальной плотности для сельскохозяйственных почв (1,0-1,3 г/см). Следовательно, чернозёмные почвы обладают способностью к естественному разуплотнению при значительном исходном уплотнении в пахотном слое, что позволяет сохранять их благоприятные физические свойства без дополнительных агротехнических мероприятий.

В нашем предыдущем исследовании установлено, что внесение азотных и азотно-серных удобрений в степной зоне способно существенно снижать внутривариационную изменчивость продуктивности яровой мягкой пшеницы [5]. Обусловлено это недостатком азота и серы в пахотных почвах Саратовской области, которые по агрохимическим классификациям находятся в очень низких и низких значениях и, следовательно, являются лимитирующими продуктивность факторами. Способность устранения не-

однородности в продуктивности открывает вопрос о возможности уменьшения влияния плотности сложения почвы на продуктивность яровой мягкой пшеницы в связи с ее интенсификацией. Актуальность данного вопроса обусловлена активным использованием и внедрением в степной зоне минимальных технологий обработки почвы, что накладывает дополнительную нагрузку на физическое состояние почвенного покрова, поэтому исследование данного вопроса может помочь в понимании механизмов минимизации рисков для продуктивности сельскохозяйственных культур. Механизмы эти, на наш взгляд, более наглядно можно увидеть через системный анализ рассматриваемых процессов, которые протекают в агроценозе, который, в свою очередь, подчинен ландшафтным законам.

Цель исследования – уменьшение влияния плотности сложения на продуктивность яровой мягкой пшеницы посредством внесения азотно-серных удобрений.

Объекты и методы

Исследования охватывают период 2021-2023 гг. и проведены в Саратовской области на т.п. № 1 в северной степи Правобережья (п. Рошташи, Аркадакский район) и т.п. № 9, расположенном в южной степи Левобережья (п. Семенной, Краснокутский район).

Каркасом исследований послужили типы фаций, различающиеся залеганием на мезо- и микроформах рельефа (I – почти плоские поверхности, II – ложбины, III – слабополосы склоны, IV – межложбинные водораздельные пространства, V – водораздельные пространства, п, с – соответственно, северной и южной ориентации) на соответствующих почвенных типах и подтипах (чернозем обыкновенный и каштановые почвы).

По указанному каркасу были заложены агрохимические площадки размером 150 м², разделенные на 5 частей под варианты опыта: (К (без удобрений) – N30 (87,2 кг/га селитры) – N60 (174,4 кг/га селитры) – N90 (261,6 кг/га селитры) – NSx. На указанных делянках в трехпольном севообороте выращивалась яровая мягкая пшеница сортов Фаворит (т.п. № 1) и Альбидум (т.п. № 9).

На основании весеннего содержания нитратного азота и подвижной формы серы производился расчёт доз минеральных удобрений (сульфат аммония, аммиачная селитра) под целевую урожайность в 3 т/га (т.п. № 1) и 2 т/га (т.п. № 9) с использованием стандартных формул для интенсивных технологий [6]. Агрохимические и агрофизические анализы почвенных образцов производились по стандартным методикам [7].

Учет биологической урожайности яровой мягкой пшеницы проводился по методике линейного метра в трехкратной повторности на 2 объектах исследования.

Математическая обработка полученных результатов проведена в пакете анализа данных MS Excel и в программе для дисперсионного анализа [8].

Результаты исследований и их обсуждение

В ряде работ [1, 9, 10], в том числе и в нашей [11] (для черноземов южных г. Саратова), указано, что плотность сложения увеличивается с увеличением фракции физического песка в поч-

ве. Тем не менее на черноземах обыкновенных доказано обратное (рис. 1). Для сравнения, на каштановых почвах зависимость прямая (рис. 2).

В соответствии с классификацией Н.А. Качинского черноземы обыкновенные объекта исследования относятся к тяжелосуглинистым почвам, тогда как каштановые почвы – уже к среднесуглинистым [1]. Повышение содержания фракций физического песка и уменьшения содержания органического вещества в каштановых почвах будет способствовать тому, что они будут менее оструктуренными ($K_c \approx 1,11$), что приведет к их повышенной плотности за счет большего содержания минеральной части, между частицами которой будет меньшее поровое пространство, нежели в почвах более гумусированных, и, следовательно, более оструктуренных ($K_c \approx 3,10$) [9, 12, 13], каков в том числе и чернозем обыкновенный, представленный на объекте исследования.

Вторым вопросом данного исследования является доказательство существенности влияния плотности сложения почвы на продуктивность агроценозов (табл. 1).

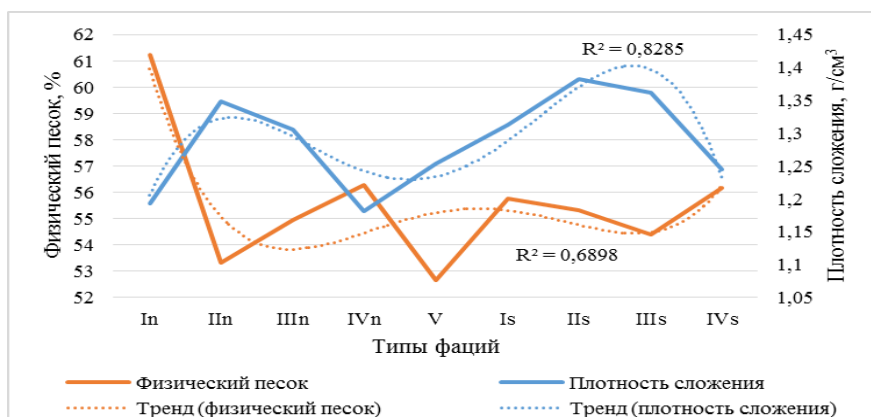


Рис. 1. Зависимость плотности сложения почвы от содержания в ней фракций физического песка на черноземах обыкновенных, 2021-2023 гг.

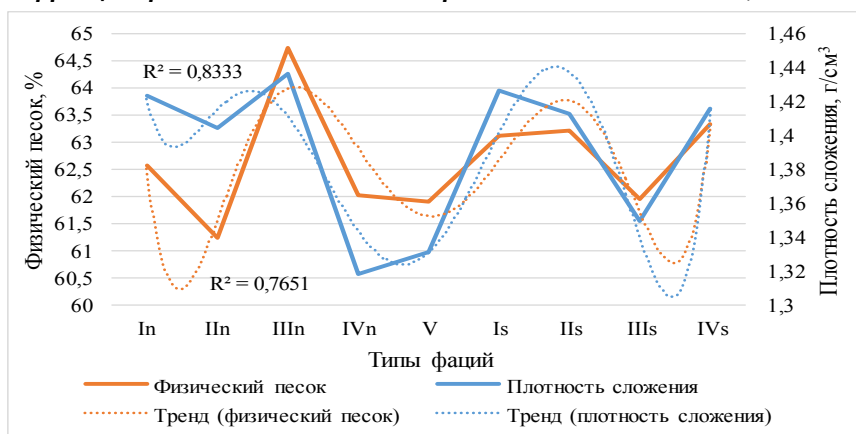


Рис. 2. Зависимость плотности сложения почвы от содержания в ней фракций физического песка на каштановых почвах, 2021-2023 гг.

Таблица 2

Доля влияния агрохимических и агрофизических факторов на урожайность по типам почв

Фактор	Доля влияния факторов по вариантам опыта, %				
	K	N30	N60	N90	NSx
Чернозем обыкновенный					
a	6,8	4,4	6,2	8,2	6,5
b	1,2	0,6	1,1	1,2	1,2
c	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
d	0,4	1,0	0,6	2,2	0,8
e	14,4	20,1	19,6	18,5	22,3
f	2,7	2,7	1,8	1,6	1,9
g	74,3	71,1	70,7	68,3	67,2
Каштановая почва					
a	0,2	0,5	0,5	0,5	0,4
b	1,0	1,5	1,1	0,2	0,2
c	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1
d	2,6	4,2	1,8	1,4	2,8
e	31,6	77,8	56,0	34,0	35,5
f	13,1	13,5	36,8	32,9	46,6
g	51,5	2,4	3,7	30,8	14,5

Так, для урожайности основной продукции на черноземе обыкновенном получено уравнение регрессии вида:

$$y = 6,024 + 0,222 * a + 0,0385 * b + 0,007 * c + (-0,013) * d + (-0,467) * e + (-0,089) * f + (-2,413) * g \quad (r = 0,71, r^2 = 0,50),$$

где y – урожайность яровой мягкой пшеницы;

- a – весеннее содержание N-NO₃;
- b – весеннее содержание подвижной формы P₂O₅, мг/кг;
- c – весеннее содержание подвижной формы K₂O, мг/кг;
- d – весеннее содержание SO₄, мг/кг;
- e – гумус, %;
- f – pH_{сол.};
- g – плотность сложения почвы, г/см³.

Анализ данного уравнения позволяет сделать вывод о том, что в ряду рассмотренных агрофизических и агрохимических факторов доля влияния плотности сложения на урожайность составляет практически 75%. На каштановых почвах получено следующее уравнение регрессии:

$$y = -1,627 + 0,006 * a + 0,025 * b + 0,001 * c + (-0,065) * d + 0,800 * e + 0,333 * f + (-1,306) * g \quad (r = 0,77, r^2 = 0,60),$$

из которого следует, что основное влияние на урожайность также оказывают плотность сложения и гумусированность почв, а также ее кислотность.

Сравнивая два объекта исследования, можно видеть, что на черноземах обыкновенных роль плотности значительно выше, так как из ряда рассматриваемых факторов именно она и будет регулировать возможность растений извлекать питательные вещества, находящихся в относительно оптимальном содержании на данном типе почвы, тогда как на каштановых почвах большее значение приобретает гумусированность, так как она будет способствовать помимо оптимизации питания растений, также и росту водоудерживающей способности почвы, значение которой в зоне каштановых почв намного выше в сравнении с зоной черноземных почв.

Наконец, третьим аспектом решения поставленной цели стал анализ изменения доли влияния рассматриваемого агрофизического фактора на урожайность основной продукции (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность основной продукции и дозы внесения удобрений

ПТК (А)	Т.п. № 1							Т.п. № 9						
	урожайность, т/га					доза удобрений, кг/га		урожайность, т/га					доза удобрений	
	удобрения (В)					NSx		удобрения (В)					NSx	
	контроль	N30	N60	N90	NSx	NSx		контроль	N30	N60	N90	NSx	NSx	
						*1	**2						1	2
In	2,3	2,1	1,9	2,0	2,1	52,8	124,2	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	142,2	138,7
IIn	2,3	2,4	2,7	3,6	2,9	123,9	102,2	1,4	1,3	1,9	1,8	1,8	98,3	128,3
IIIn	2,5	3,0	2,8	3,0	3,3	140,8	98,0	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	88,3	125,4
IVn	2,6	2,5	2,6	2,7	3,0	50,6	159,7	1,5	1,3	1,6	1,6	1,7	66,7	202,9
V	2,3	2,1	2,3	2,1	2,1	91,4	113,6	1,4	1,4	1,6	1,9	1,8	144,4	150,1
Is	2,8	3,3	3,1	3,9	3,5	45,7	112,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	89,3	142,3
IIs	2,0	2,1	2,7	2,6	2,8	74,8	129,3	1,7	1,8	1,8	1,8	2,0	123,3	107,2
IIIs	2,9	3,0	3,3	3,5	3,6	48,1	160,7	1,1	1,3	1,4	1,3	1,3	72,3	191,6
IVs	2,4	3,0	3,3	3,7	3,0	117,2	78,9	1,4	1,4	1,6	1,6	1,5	88,4	95,3
HCP ₀₅	HCP ₀₅ по вариантам – 1,2; по фактору А – 0,5; по фактору В – 0,4; по взаимодействию АВ – 1,2					-		HCP ₀₅ по вариантам – 0,8; по фактору А – 0,3; по фактору В – 0,3; по взаимодействию АВ – 0,8					-	

Примечание. *1 – аммиачная селитра, кг/га; **2 – сульфат аммония, кг/га.

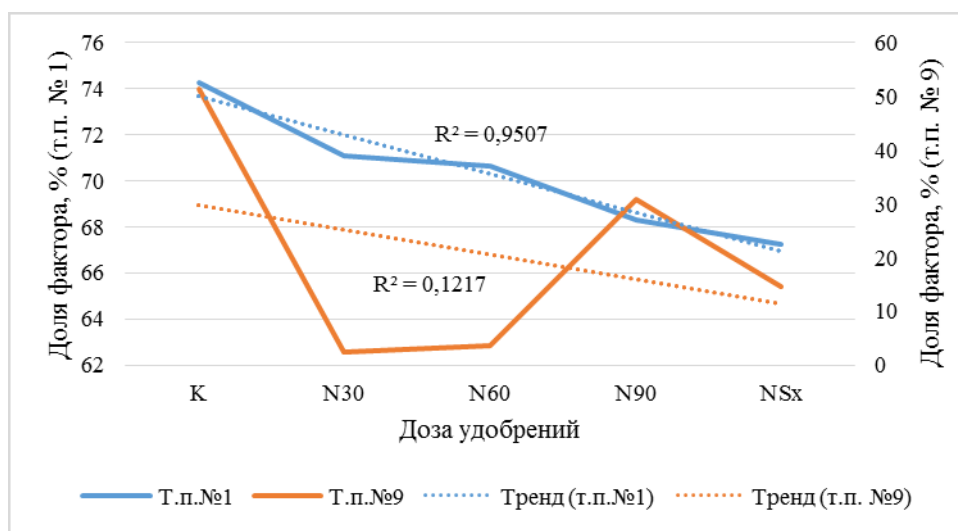


Рис. 3. Снижение доли влияния плотности сложения почвы на урожайность посредством агрохимической интенсификации

Несколько иная картина на каштановых почвах, где уравнения вида:

$$y = -2,145 + 0,006 * a + 0,018 * b + 0,001 * c + (-0,051) * d + (0,935) * e + 0,162 * f + (-0,029) * g \quad (r = 0,84, r^2 = 0,71) \text{ для дозы удобрений N30;}$$

$$y = 5,062 + 0,008 * a + 0,019 * b + (-0,003) * c + (-0,033) * d + (0,993) * e + (-0,654) * f + (-0,065) * g \quad (r = 0,73, r^2 = 0,53) \text{ для дозы удобрений N60;}$$

$$y = 5,171 + 0,011 * a + 0,004 * b + 0,003 * c + (-0,029) * d + 0,680 * e + (-0,656) * f + (-0,615) * g \quad (r = 0,62, r^2 = 0,39) \text{ для дозы удобрений N90;}$$

$$y = 9,643 + 0,009 * a + 0,004 * b + (-0,002) * c + (-0,068) * d + (0,865) * e + (-1,134) * f + (-0,353) * g \quad (r = 0,65, r^2 = 0,43) \text{ для дозы удобрений NSx}$$

указывают на более значительное, но менее устойчивое по дозам удобрений снижение влияния рассматриваемого фактора на урожайность.

Выводы

Достоверно установлено, что в более оструктуренных почвах (чернозем обыкновенный) с повышением фракции физического песка идет снижение плотности сложения почвы, тогда как на каштановых почвах, со значительно меньшим коэффициентом структурности, напротив, повышение в почве фракции физического песка достоверно повышает и плотность сложения почвы. Доказано, что в ряду основных агрохимических и агрофизических факторов именно плотность сложения имеет наибольшую долю влияния на урожайность агроценозов, а интенсификация азотно-серными удобрениями способна существенно и устойчиво уменьшать долю влияния этого фактора, причём с повышением степени интенсификации растёт и степень уменьшения этого влияния.

Библиографический список

1. Качинский, Н. А. Физика почвы. Ч. 1: учебник для университетов / Н. А. Качинский. – Москва: Высшая школа, 1965. – 323 с. – Текст: непосредственный.
2. Кудрявцев, А. Е. Связь между агрофизическими свойствами и содержанием подвижных элементов питания в пахотных почвах Уймонской долины / А. Е. Кудрявцев. – DOI 10.25695/AGRPH.2018.02.03. – Текст: электронный // Агрофизика. – 2018. – № 02. – URL http://www.agrophys.ru/Media/Default/JournalAgrophysica/Agrophysika2-2018/KudryavtsevAY_annotation_RUS.pdf (дата обращения: 07.04.2026).
3. Деревягин, С. С. Основная обработка почвы как важнейший фактор органического земледелия в засушливых условиях Нижнего Поволжья / С. С. Деревягин, З. М. Азизов, К. Е. Денисов. – Текст: непосредственный // Аграрные конференции. – 2021. – № 4 (28). – С. 1-19. – EDN JACPVA.
4. Технологии основной обработки почвы, повышающие эффективное плодородие и биологическую активность почвы / Ю. Ф. Курдюков, З. М. Азизов, В. В. Архипов, Д. А. Степанченко. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – № 3 (20). – С. 37-41. – EDN YVAWIX.
5. Технологические аспекты уменьшения влияния неоднородности ландшафта на продуктивность яровой мягкой пшеницы / М. Ю. Несветаев, Д. И. Губарев, С. С. Деревягин, В. И. Ефимова. – DOI 10.24412/0044-3913-2025-5-3-8. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2025. – № 5. – С. 3-8. – EDN ZDSTFV.
6. Агрономическая тетрадь. Возделывание зерновых культур по интенсивным технологиям / Б. П. Мартынов [и др.]. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 234 с. – Текст: непосредственный.
7. Несветаев, М. Ю. Ландшафтно-морфологическая структура территории и её влияние на эффективность минерального питания яровой мягкой пшеницы: 4.1.3. «Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Несветаев Михаил Юрьевич, 2023. – 175 с. – EDN AKFVAK. – Текст: непосредственный.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025691509 Российская Федерация. Программа для дисперсионного анализа экспериментальных данных: заявл. 29.10.2025: опубл. 14.11.2025 / М. Ю. Несветаев, Д. И. Губарев, В. В. Архипов; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока». – EDN KHCRAI. – Текст: непосредственный.
9. Бочков, А. А. Рельеф и почвообразовательные процессы на черноземах южных приволжской возвышенности: 03.02.13 «Почвоведение»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Бочков Александр Александрович. – Саратов, 2011. – 193 с. – Текст: непосредственный.
10. Damte Balcha Gadana, Parshotam Datt Sharma, Dereje Tsegaye Selfeko. (2020). Effect of Soil Management Practices and Slope on Soil Fertility of Cultivated Lands in Mawula Watershed, Loma District, Southern Ethiopia // *Advances in Agriculture*, 13 p. (data obrashcheniya: 07.04.2026) URL: <https://doi.org/10.1155/2020/8866230>.
11. Агрофизические особенности почв типов фаций Елшано-Гусельской равнины / И. Ф. Медведев, Д. И. Губарев, М. Ю. Несветаев [и др.]. – DOI 10.28983/asj.y2020i11pp30-34. – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 11. – С. 30-34. – EDN ISGTAJ.
12. Качинский Н.А. Структура почвы / Н. А. Качинский. – Москва, 1963. – 100 с. – Текст: непосредственный.
13. Изменение структурного состава черноземов и каштановых почв по природным зонам юго-запада Алтайского края при длительном

использовании в составе пахотных угодий / Н. Б. Максимова, А. А. Вороничев, Г. Г. Морковкин, Г. Я. Барышников. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (151). – С. 71-75. – EDN YPLLTТ.

14. Влияние органических удобрений и известкования на физические свойства дерново-подзолистых почв разной степени эродированности / Н. Н. Цыбулько, И. А. Логачев, В. Б. Цырибко [и др.]. – Текст: непосредственный // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № (5). – С. 16-21.

References

1. Kachinskiy N.A. Fizika pochvy: uchebnik / N.A. Kachinskiy. – Moskva: Vyssh. shkola, 1965. – Ch. 1. – 323 s.

2. Kudryavtsev, A. E. Svyaz mezhdru agrofizicheskimi svoystvami i sodержaniem podvizhnykh elementov pitaniya v pakhotnykh pochvakh Uymonskoy doliny / A. E. Kudryavtsev // Agrofizika. – 2018. – No. 2. – S. 14-21. – DOI 10.25695/AGRPH.2018.02.03. – (data obrashcheniya: 07.04.2026).

3. Derevyagin S. S. Osnovnaya obrabotka pochvy kak vazhneyshiy faktor organicheskogo zemledeliya v zasushlivykh usloviyakh Nizhnego Povolzhya / S. S. Derevyagin, Z. M. Azizov, K. E. Denisov // Agrarnye konferentsii. – 2021. – No. 4 (28). – S. 1–19.

4. Tekhnologii osnovnoy obrabotki pochvy, povyshayushchie effektivnoe plodorodie i biologicheskuyu aktivnost pochvy/ Yu. F. Kurdyukov, Z. M. Azizov, V. V. Arkhipov, D. A. Stepanchenko // Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka. – 2018. – No. 3 (20). – S. 37–41.

5. Tekhnologicheskie aspekty umensheniya vliyaniya neodnorodnosti landshafta na produktivnost yarovoy myagkoy pshenitsy / M. Yu. Nesvetaev, D. I. Gubarev, S. S. Derevyagin, V. I. Efimova // Zemledelie. – 2025. – No. 5. – S. 3-8. – DOI 10.24412/0044-3913-2025-5-3-8.

6. Agronomicheskaya tetrad. Vozdelyvanie zernovykh kultur po intensivnym tekhnologiyam / B. P. Martynov i dr. – Moskva: Rosselkhozizdat, 1986. – 234 s.

7. Nesvetaev, M. Yu. Landshaftno-morfologicheskaya struktura territorii i ee vliyanie na effektivnost mineralnogo pitaniya yarovoy myagkoy pshenitsy: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk / Nesvetaev Mikhail Yurevich, 2023. – 175 s.

8. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM No. 2025691509 Rossiyskaya Federatsiya. Programma dlya dispersionnogo analiza eksperimentalnykh dannykh: zayavl. 29.10.2025: opubl. 14.11.2025 / M. Yu. Nesvetaev, D. I. Gubarev, V. V. Arkhipov; zayavitel Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie “Federalnyy agrarnyy nauchnyy tsentr Yugo-Vostoka”.

9. Bochkov A.A. Relief i pochvoobrazovatelnye protsessy na chernozemakh yuzhnykh privolzhskoy vozvyshennosti: dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Saratov, 2011. – 193 s.

10. Damte Balcha Gadana, Parshotam Datt Sharma, Dereje Tsegaye Selfeko. (2020). Effect of Soil Management Practices and Slope on Soil Fertility of Cultivated Lands in Mawula Watershed, Loma District, Southern Ethiopia // *Advances in Agriculture*, 13 p. (data obrashcheniya: 07.04.2026) URL: <https://doi.org/10.1155/2020/8866230>.

11. Agrofizicheskie osobennosti pochv tipov fatsiy Elshano-Guselskoy ravliny / I. F. Medvedev, D. I. Gubarev, M. Yu. Nesvetaev [i dr.] // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. – 2020. – No. 11. – S. 30-34. – DOI 10.28983/asj.y2020i11pp30-34.

12. Kachinskiy N.A. Struktura pochvy. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta, 1963.

13. Izmenenie strukturnogo sostava chernozemov i kashtanovykh pochv po prirodnym zonam yugo-zapada Altayskogo kraya pri dlitelnom ispolzovanii v sostave pakhotnykh ugodiy / N. B. Maksimova, A. A. Voronichev, G. G. Morkovkin, G. Ya. Baryshnikov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 5 (151). – S. 71–75.

14. Tsybulko N.N., Logachev I.A., Tsyribko V.B., Ustinova A.M., Yukhnovets A.V. Vliyanie organicheskikh udobreniy i izvestkovaniya na fizicheskie svoystva dernovo-podzolistykh pochv raznoy stepeni erodirovannosti // Zemledelie i rastenievodstvo. – 2020. – No. 5. – S. 16-21.

