

Основная обработка почвы при выращивании сельскохозяйственных культур на орошении

Владимир Александрович Шадских, Вера Евгеньевна Кизжаева, Светлана Валерьевна Ененко

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия, e-mail:shadskva@mail.ru

Аннотация. Дан анализ результатов полевых исследований по возделыванию сельскохозяйственных культур на фоне различных способов обработки почвы. Представлены агрофизические и агрохимические показатели, водный и пищевой режим почвы. Цель исследований – изучение и разработка усовершенствованных агротехнических приемов выращивания сельскохозяйственных культур с применением различных способов обработки почвы, обеспечивающих улучшение агрофизических, агрохимических свойств и предотвращение развития деградационных процессов орошаемых земель Поволжья. Объектом исследований являлись основная и предпосевная обработка почвы под культуры звена орошаемого севооборота. Исследования базировались на анализе литературных материалов с использованием системного подхода, теоретических разработок, общепринятых методик закладки и проведения полевых работ. Исследования проводились в Поволжье на орошаемых землях опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ в 2021–2023 гг., где были поставлены и проведены многофакторные полевые опыты. Дано обоснование существующим ресурсосберегающим способам обработки почвы. На основании сравнительной характеристики доказано, что различные способы обработки почвы позволяют выявить их влияние на агрофизические и агрохимические свойства и плодородие. Установлено, что использование плоскорезной и мелкой обработки почвы не повышало уплотнение пахотного слоя по сравнению со вспашкой, однако в нижних слоях (10–20 см) отмечалось увеличение плотности почвы на 0,12–0,18 г/см³. В слое 0–10 см наблюдались наибольшие потери структуры почвы. За счет меньшего воздействия на почву при плоскорезной обработке доля водопрочных агрегатов в верхнем горизонте была выше по сравнению со вспашкой с оборотом пласта. Однако в слое 0–10 см длительное использование данного приема за счет распыления и дефляции привело к уменьшению агрономически ценных агрегатов на 1,1 %. Поэтому целесообразно чередовать отвальную, плоскорезную и минимальную обработки в орошаемом севообороте для оптимизации сложения пахотного слоя и предотвращения эрозионных процессов.

Ключевые слова: орошение; обработка почвы; агрофизические свойства; плотность почвы; агрономически ценные агрегаты; водопроницаемость почвы.

Для цитирования: Шадских В. А., Кизжаева В. Е., Ененко С. В. Основная обработка почвы при выращивании сельскохозяйственных культур на орошении // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 85–89. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp85-89>.

AGRONOMY

Original article

Basic cultivation of crops by irrigation

Vladimir A. Shadskikh, Vera E. Kizhaeva, Svetlana V. Enenko

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia, e-mail:shadskva@mail.ru

Abstract. An analysis of the results of field studies on the cultivation of crops against the background of various methods of soil cultivation is presented: agrophysical and agrochemical indicators, water and food regime of the soil. The purpose of the research is to study and develop improved agrotechnical techniques for growing crops using various methods of tillage, ensuring the improvement of agrophysical, agrochemical properties and preventing the development of degradation processes in irrigated lands of the Volga region. The object of research was the main and pre-sowing tillage for the crops of the link of irrigated crop rotation. The work methodology included studies that were based on the analysis of literature using a systematic approach, theoretical developments, generally accepted methods for laying and conducting field work. Studies were carried out in the Volga region on irrigated lands of the experimental production facilities of the Moscow Research and Development Institute in 2021–2023, where multifactorial field experiments were delivered and carried out. The issues are considered and justification is given for the existing resource-saving methods of soil cultivation. Based on the comparative characteristics, it has been proven that various methods of soil cultivation make it possible to identify their influence on agrophysical and agrochemical properties and fertility. It was found that the use of flat and fine tillage did not increase the compaction of the arable layer compared to plowing, however, in the lower layers (10–20 cm) there was an increase in soil density by 0.12–0.18 g/cm³. In the 0–10 cm layer, the greatest losses of soil structure were observed. Due to the lower impact on the soil during flat cutting, the proportion of water-reinforced aggregates in the upper horizon was higher compared to plowing with the formation turnover. However, in the 0–10 cm layer, prolonged use of this formulation by spraying and deflation resulted in a 1.1% reduction in agronomically valuable





aggregates. Therefore, it is advisable to alternate dumping, flat cutting and minimal treatment in the irrigated crop rotation to optimize the composition of the arable layer and prevent erosion processes.

Keywords: irrigation; tillage; agrophysical properties; soil density; agronomically valuable aggregates; soil water permeability.

For citation: Shadskikh V. A., Kizhaeva V. E., Enenko S. V. Basic cultivation of crops by irrigation. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12):85–89. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp85-89>.

Введение. В засушливом Поволжье поливное земледелие является гарантом рационального ведения сельхозпроизводства, но при этом сопровождается ухудшением экологической обстановки из-за отсутствия системного подхода к способам и глубинам обработки почвы. Традиционное применение обработки почвы с оборотом пласта привело к развитию эрозионных процессов, что обусловило уплотнение пахотного слоя и, как следствие, – увеличение стока и ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель [10].

Интенсивное механическое воздействие на почву усиливает процесс разрушения структуры. Поэтому вопрос изыскания путей борьбы с этими негативными процессами, возможность применения почвозащитных обработок с учетом особенностей поливного земледелия является весьма актуальным. Основой регулирования процессов, происходящих в почве, является ее обработка с учетом биологических особенностей культуры и применения различных способов [5, 12].

Способы обработки почвы представлены на рис. 1.

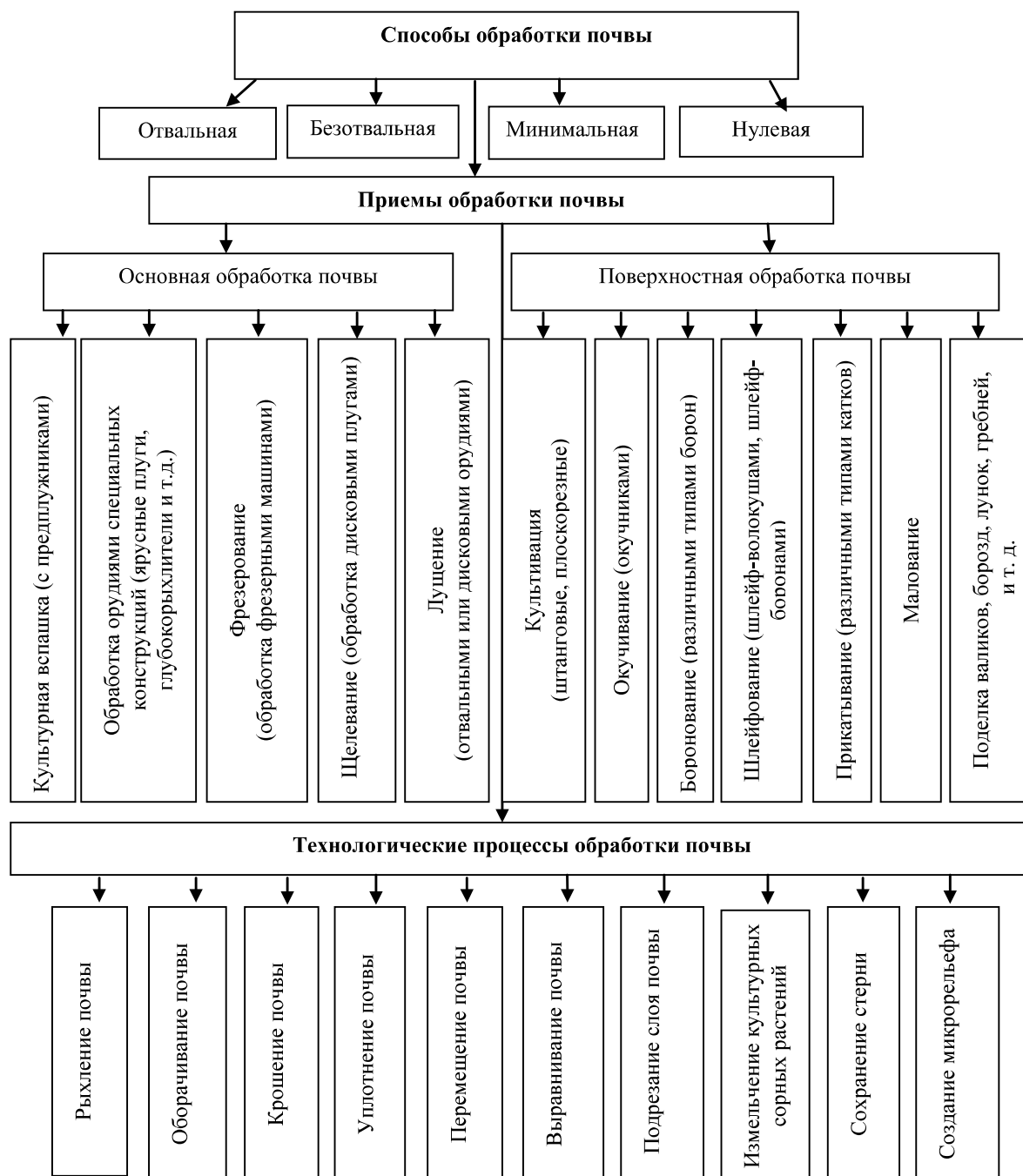


Рис. 1. Схема приемов и процессов обработки почв



До недавнего времени вспашка с оборотом пласта признавалась наиболее универсальным способом основной обработки почвы. Однако в последние годы наметились попытки ревизии непреложности этого положения. На смену оборота пласта все настойчивее стал выдвигаться принцип безоборотной обработки с оставлением растительных остатков и стерни. Это предохраняет пахотный слой от ветровой и водной эрозии. Послеуборочные остатки способствуют также повышению запасов влаги, улучшают экологические условия и свойства почвы [13, 14].

Современное земледелие в Поволжье и в России в целом в высокой степени дифференцировано, как за счет различной специализации хозяйств, так и за счет разных природно-климатических условий регионов России. Как известно, одна из ключевых тенденций развития различных способов обработки – сокращение затрат, особенно это обеспечивается при плоскорезной и минимальной обработке почвы. Немаловажным условием является тип почвы, ее агрофизические и агрохимические свойства, гранулометрический состав, водоудерживающая способность, содержание гумуса и других питательных веществ. Также большое значение принадлежит погодным условиям. Так как нулевые и поверхностные обработки почвы обеспечивают наилучшие результаты в засушливые годы [3, 7, 11].

Однако конкретных рекомендаций по применению способов обработки почвы в условиях орошения каштановых почв Поволжья практически не имеется. Поиск решения данной проблемы и предопределил цель наших исследований – изучение и использование способов и приемов обработки почвы, обеспечивающих улучшение ее агрофизических, агрохимических свойств и предотвращение развития деградационных процессов орошаемых земель Поволжья.

Методика исследований. Опыты по способам обработки почвы проводили на делянках площадью 36 м² (длина гона – 10 м, ширина – 3,6 м), общая площадь – 972 м², размещение систематическое, повторность опыта 3-кратная. Варианты размещения на опытных полях ВолжНИИГиМ в 2021–2023 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Схема опыта (2023 г.)

Длина опытных делянок, м	Повторность	Вариант опыта (способы обработки почвы)								
		вспашка с оборотом пласта, 25–27 см			плоскорезная обработка, 25–27 см			минимальная обработка почвы, 8–10 см		
10	1	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая
10	2	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая
10	3	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая	Суданская трава	Соя	Пшеница яровая
Ширина опытных делянок, м		3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6

Применяли общепринятую технологию выращивания культур с учетом почвенно-климатических условий региона. Период проведения исследований характеризовался как умеренно жаркий и сухой, сумма осадков с апреля по август составила 64,5 мм, гидротермический коэффициент был равен 0,25, что соответствует засушливому году. Почвы опытного участка темно-каштановые среднесуглинистые на массовом суглинке, характерными признаками являются малая гумусность (в верхнем слое почвы гумуса содержится 3,2 %), сильная дифференциация почвенного профиля, низкая выраженность карбонатных горизонтов. В процессе проведения опыта проводили сопутствующие исследования и наблюдения по общепринятым методикам. Плотность почвы определяли по методу Н. А. Качинского, агрегатный состав почвы – по Н. И. Саввинову [1, 6, 8].

Результаты исследований. По данным проведенных исследований установлено, что орошение оказывает негативное влияние на сложение почвы, на уровень залегания грунтовых вод и степень плодородия почв [9, 11]. Отмечено, что способы основной обработки по-разному влияли на плотность почвы (табл. 2).

По данным табл. 2, плотность почвы при плоскорезной и минимальной обработках увеличилась по сравнению со вспашкой, особенно на суданской траве. Здесь увеличение составило на плоскорезе 0,12 г/см³, а на минимальной обработке 0,14 г/см³. На сое вспашка с оборотом пласта обеспечила увеличение плотности почвы на 0,15 г/см³. На яровой пшенице особой разницы по данному показателю не было отмечено.

Уровень содержания агрономически ценных и водопрочных агрегатов определяет структурность почвы [2, 4]. Изменение агрономически ценных и водопрочных агрегатов в горизонте 0–30 см представлено в табл. 3, 4.

Исследования показали неоднородность слоев почвы по степени распыленности, однако имелось некоторое увеличение агрономически ценных и водопрочных агрегатов на всех вариантах обработки: на отвальной (3,4 %), плоскорезной (2,6 %) и минимальной (5,6 %). Это обусловлено тем, что при обработке без оборота пласта снижается механическое воздействие на почву, что ведет к увеличению агрономически ценных агрегатов в сравнении со вспашкой.

Изменение плотности почвы по слоям (2021–2023 гг.)

Культура	Способ обработки	Глубина обработки, см	Увеличение плотности, г/см ³ /%			
			0–10 см	10–20 см	20–30 см	0–30 см
Суданская трава	Вспашка с оборотом пласта	25–27	0,08/6,7	0,07/6,1	0,12/10,6	0,09/7,8
	Обработка плоскорезом	25–27	0,15/12,2	0,05/4,3	0,14/12,6	0,12/9,6
	Минимальная обработка	8–10	0,05/4,3	0,18/13,1	0,17/13,4	0,14/14,6
	НСР ₀₅		0,065/5,68	0,075/6,78	0,12/10,34	0,093/8,16
Соя	Вспашка с оборотом пласта	25–27	0,22/19,9	0,06/5,4	0,15/11,5	0,15/12,2
	Обработка плоскорезом	25–27	0,07/6,1	0,13/11,2	0,05/4,3	0,08/6,7
	Минимальная обработка	8–10	0,04/3,4	0,15/12,1	0,14/12,6	0,12/9,6
	НСР ₀₅		0,074/6,69	0,13/11,2	0,06/5,8	0,073/6,6
Пшеница яровая	Вспашка с оборотом пласта	18–20	0,04/3,4	0,12/9,6	0,2/14,6	0,13/10,9
	Обработка плоскорезом	18–20	0,06/5,4	0,14/12,6	0,18/13,1	0,14/14,6
	Минимальная обработка	8–10	0,08/6,7	0,15/12,1	0,13/10,9	0,12/9,6
	НСР ₀₅		0,018/1,5	0,07/6,6	0,095/8	0,09/7,9

Таблица 3

Изменение содержания водопрочных агрегатов (2021–2023 гг.)

Способ обработки	Глубина обработки, см	Изменение содержания в слое, %			
		0–10 см	10–20 см	20–30 см	0–30 см
Вспашка с оборотом пласта	25–27	+6,7*	+5,1	–1,8	+3,4
Обработка плоскорезом	25–27	+7,3	+2,9	–2,6	+2,6
Минимальная обработка	8–10	+4,5	+5,8	+6,6	+5,6
НСР ₀₅		1,90	2,11	2,21	3,15

* «+» – снижение содержания, «–» – увеличение содержания.

Таблица 4

Содержание агрономически ценных и водопрочных агрегатов в горизонте почвы 0–30 см (2021–2023 гг.)

Способ обработки	Глубина обработки, см	Содержание, %			
		агрономически ценных агрегатов		водопрочных агрегатов	
		исходное	конечное	исходное	конечное
Вспашка с оборотом пласта	25–27	46,8	47,6	21,3	24,8
Обработка плоскорезом	25–27	50,6	51,7	23,5	26,1
Минимальная обработка	8–10	45,3	43,8	22,0	27,6

Не менее важным свойством почвы является ее водопроницаемость, за счет которой происходит накопление влагозапасов в нижних слоях пахотного горизонта. Изучаемые способы основной обработки почвы по-разному влияли на это важное агрофизическое свойство почвы (табл. 5).

Таблица 5

Динамика водопроницаемости почвы слоя 0–30 см (2021–2023 гг.)

Способ обработки	Глубина обработки, см	Водопроницаемость, мм/ч		Изменение
		исходная	конечная	
Вспашка с оборотом пласта	25–27	90,0–100,0	93,0–102,0	2,5
Обработка плоскорезом	25–27	100,0–120,0	105,0–116,0	0,5
Минимальная обработка	8–10	90,0–95,0	85,0–88,0	6,0

Наибольшее изменение водопроницаемости отмечали на вспашке с оборотом пласта (2,5 мм/ч) по сравнению с плоскорезной (0,5 мм/ч) и минимальной обработками почвы, где произошло снижение водопроницаемости за вегетационный период на 6,0 мм/ч.

Закключение. На основании проведенного полевого опыта установлено, что способы основной обработки влияли на агрофизические свойства почвы. Отмечено некоторое снижение агрономически ценных агрегатов на минимальной обработке, а содержание водопрочных агрегатов увеличилось без существенной разницы по вариантам опыта.

Традиционная вспашка по основным агрофизическим параметрам несколько уступает обработкам почвы без оборота пласта, однако за счет разрыхления слоя почвы 0–30 см увеличивается ее водопроницаемость, что положительно сказывается на развитии корневой системы растений.



Использование орудий плоскорезающего типа имеет ряд преимуществ перед вспашкой, однако полностью исключать ее из системы обработки почвы не следует. Поэтому в процессе совершенствования агроприемов выращивания сельскохозяйственных культур в Поволжье на орошении целесообразно рекомендовать производству сочетать в звеньях севооборота вспашку с обработками почвы без оборота пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Грицина В. Г., Котлярова Е. Г., Ковалева Е. В. Динамика гумуса и макроэлементов в почве в зависимости от удобрения сои // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 4–9. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i5pp4-9>.
3. Дементьев Д. А., Фадеев А. А. Рентабельность обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в севообороте при минимизации обработки почвы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6 (384). С. 46–49. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-46-49.
4. Денисов К. Е., Денисов Е. П., Молчанова Н. П., Полетаев И. С. Изменение агрофизического состояния почвы при минимизации обработки // Научная жизнь. 2016. № 11. С. 42–52.
5. Джаббаров Н. И. Научные принципы выбора эффективных технологических процессов обработки почвы // Молодой ученый. 2016. № 15 (119). С. 251–260.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2010. 352 с.
7. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till / В. К. Дридигер [и др.] // Земледелие. 2020. № 6. С. 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603.
8. Качинский Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1975. 296 с.
9. Пешкова В. О., Ененко С. В. Почвенное плодородие каштановых и светло-каштановых почв сухостепной зоны Поволжья // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: материалы II Междунауч. науч.-практ. конф.; ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов, 2022. С. 350–354.
10. Романова Л. Г., Пронько Н. А., Корсак В. В. Агрофизическая деградация орошаемых сыртовых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 136–147.
11. Шадских В. А., Кизжаева В. Е. Комплексная оценка эффективности агротехнических мероприятий в типовом севообороте при орошении в Поволжье // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12. № 2. С. 20–33.
12. Шадских В. А., Кизжаева В. Е. Основные требования, предъявляемые к основной обработке почвы и методы контроля качества работ // Московский экономический журнал. 2023. № 8. С. 370–379. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2023-6>. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_8_370.
13. Юдин С. А., Ермолаев Н. Р., Белобров В. П., Завалин А. А. Нулевая обработка почвы и ее роль в накоплении гумуса в типичных черноземах // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 4. С. 39–42. DOI: 10.31857/S250026272204007X.
14. Examining the potential for climate change mitigation from zero tillage / S. Mangalassery et al. // Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press. 2015. P. 1–23.

REFERENCES

1. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. Methods for the study of physical properties. M.: Agropromizdat; 1986. 416 p. (In Russ.).
2. Gritsina V. G., Kotlyarova E. G., Kovaleva E. V. Dynamics of humus and macronutrients in the soil depending on soybean fertilizer. *Agricultural Scientific Journal*. 2022;(5):4–9. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i5pp4-9>. (In Russ.).
3. Dementiev D. A., Fadeev A. A. Profitability of soil cultivation for crops in crop rotation while minimizing soil cultivation. *International Agricultural Journal*. 2021;6 (384):46–49. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-46-49. (In Russ.).
4. Denisov K. E., Denisov E. P., Molchanova N. P., Poletaev I. S. Changing the agrophysical state of the soil with minimization of cultivation. *Scientific life*. 2016;(11):42–52. (In Russ.).
5. Dzhabborov N. I. Scientific principles of selection of effective technological processes of soil cultivation. *Young scientist*. 2016;15(119):251–260. (In Russ.).
6. Dospikhov B. A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). 6th ed., Rev. and additional. M.: Agropromizdat; 2010. 352 p. (In Russ.).
7. Soil protection against water erosion and deflation in No-till / V. K. Driediger et al. *Agriculture technology*. 2020;(6):11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603. (In Russ.).
8. Kachinsky N. A. Soil, its properties and life. 3rd ed., Rev. and additional. M.: Science; 1975. 296 p. (In Russ.).
9. Peshkova V. O., Enenko S. V. Soil fertility of chestnut and light chestnut soils of the dry-steppe zone of the Volga region. Scientific support of sustainable development of the agro-industrial complex in the context of climate aridization. Collection of materials of the II international scientific and practical conference of the Federal State Budgetary Institution RosNIISK Rossorgo. Saratov, 2022. P. 350–354. (In Russ.).
10. Romanova L. G., Pronko N. A., Korsak V. V. Agrophysical degradation of irrigated syrt dark chestnut soils of the Saratov Volga region. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems*. 2019;3(35):136–147. (In Russ.).
11. Shadskikh V. A., Kizhaeva V. E. Comprehensive assessment of the effectiveness of agrotechnical measures in typical crop rotation during irrigation in the Volga region. *Reclamation and hydraulic engineering*. 2022;12(2):20–33. (In Russ.).
12. Shadskikh V. A., Kizhaeva V. E. Basic Requirements for Basic Soil Cultivation and Methods of Work Quality Control. *Moscow Economic Journal*. 2023;(8):370–379. (In Russ.). URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2023-6>. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_8_370.
13. Yudin S. A., Ermolaev N. R., Belobrov V. P., Zavalin A. A. Zero tillage and its role in the accumulation of humus in typical chernozems. *Russian agricultural science*. 2022;(4): 39–42. DOI: 10.31857/S250026272204007X. (In Russ.).
14. Examining the potential for climate change mitigation from zero tillage / S. Mangalassery et al. *Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press*. 2015. P. 1–23.

Статья поступила в редакцию 27.07.2023; одобрена после рецензирования 23.08.2023; принята к публикации 04.09.2023.
The article was 27.07.2023; approved after reviewing 23.08.2023; accepted for publication 04.09.2023.

