

УДК 631.45; 631.58; 631.6; 631.8

DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-123-135

В. А. Шадских, В. Е. Кижяева, О. Л. Рассказова

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс,
Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Цель исследований – изучение влияния способов ресурсосберегающей обработки почвы и их чередования под различные сельскохозяйственные культуры в орошаемом севообороте на ее агрофизические свойства. Важнейшим агротехническим элементом технологического комплекса орошаемого земледелия является механическая обработка почвы, обеспечивающая оптимизацию химических, водных и воздушных условий произрастания возделываемых культур и, следовательно, повышение их урожайности. Многолетние полевые опыты (1993–2017 гг.) по разработке оптимальных технологий обработки орошаемых почв проводили в Саратовской области на темно-каштановых среднесуглинистых почвах в годы четырех ротаций 6-польного зерно-кормового севооборота, включавшего в себя яровую пшеницу с подсевом люцерны, два поля люцерны, вико-овсяную травосмесь, озимую пшеницу, кукурузу на силос. Схема опыта предусматривала изучение влияния отвальной разноглубинной вспашки, плоскорезной и поверхностной основной обработки на агрофизические свойства почвы. Длительное применение плоскорезной и поверхностной обработки почвы не приводило к значительному уплотнению пахотного слоя в сравнении со вспашкой, однако в слое 10–20 см в этих вариантах отмечали увеличение плотности сложения почвы на 0,14–0,17 г/см³. Наибольшие потери структуры почвы наблюдали в верхнем слое 0–10 см. Плоскорезная обработка за счет снижения механического воздействия обеспечивала лучшее сохранение доли водопрочных агрегатов в верхнем горизонте, нежели вспашка с оборотом пласта. Однако постоянное применение данного агроприема в течение ротации звена севооборота привело к снижению на 1,1 % в слое 0–10 см фракции агрономически ценных агрегатов за счет распыления и дефляции. Поэтому для поддержания оптимальных агрофизических параметров пахотного горизонта необходимо чередовать различные виды обработок.

Ключевые слова: почва, плодородие, обработка почвы, отвальная вспашка, плоскорезная обработка, поверхностная обработка, агрофизические свойства, плотность почвы, агрономически ценные агрегаты, водопроницаемость почвы.

V. A. Shadskikh, V. E. Kizhaeva, O. L. Rasskazova

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels,
Russian Federation

THE INFLUENCE OF BASIC TILLAGE METHODS ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF DARK-CHESTNUT SOILS IN SARATOV TRANS-VOLGA REGION

The purpose of research is to study the influence of resource-saving tillage methods and their alternation for various crops in irrigated crop rotation on its agrophysical properties. The most important agrotechnical element of irrigated agriculture technological complex is the me-

chanical tillage, which ensures the optimization of chemical, water and air conditions of cultivated crops growth and, consequently, an increase in their productivity. Many years of field experiments (1993–2017) on optimal technologies development of the irrigated soils tillage were carried out in Saratov region on dark-chestnut medium-loamy soils during the four rotations of 6-field grain-fodder crop rotation, which included spring wheat with alfalfa underseeding, two fields of alfalfa, vico-oat grass mixture, winter wheat, silage corn. The experimental pattern included the study of the effect of moldboard different-depth plowing, subsurface and surface primary tillage on the soil agro-physical properties. The long-term use of subsurface and surface tillage did not lead to a significant compaction of the arable layer in comparison with plowing, however, in this 10–20 cm layer an increase in the density of the soil by 0.14–0.17 g/cm³ was noted. The greatest losses of the soil structure were observed in the upper layer of 0–10 cm. The subsurface tillage based on reduction of the mechanical impact provided better conservation of the water-resistant units in the upper horizon, rather than plowing with soil turnover. However, the constant use of this farm practice during the rotation of the crop rotation link led to a decrease of 1.1 % in the 0–10 cm layer of the fraction of agronomically valuable aggregates due to spraying and deflation. Therefore, to maintain the optimal agrophysical parameters of the arable horizon, it is necessary to alternate different types of tillage.

Key words: soil, fertility, tillage, moldboard plowing, subsurface tillage, surface tillage, agrophysical properties, soil density, agronomically valuable aggregates, soil water permeability.

Введение. Выдающиеся русские ученые, основоположники агрономического почвоведения, уделяли серьезное внимание плодородию почвы. В. В. Докучаев впервые выделил почву как самостоятельное и отдельное природное тело, которое создается под влиянием основных почвообразовательных факторов: состава и свойств материнской (почвообразующей) породы, климатических условий, рельефа и возраста территории, а также биоты (совокупности животных и растительных организмов) [1]. Согласно П. А. Костычеву, главным двигателем почвообразовательных процессов являются растения, а почва – это верхний слой земной коры, мощность которого определяется глубиной расположения основной массы корневых систем растений [2]. В. Р. Вильямс определял почву как верхний рыхлый слой поверхности Земли, обладающий способностью производства урожая [3]. Почва представляет собой сложную полифункциональную и поликомпонентную систему. Ее важнейшее свойство – плодородие, т. е. способность удовлетворять потребность растений во влаге и питательных элементах.

Теория воспроизводства плодородия предусматривает устранение негативных процессов, вызываемых в почве возделыванием культурных

растений, которое заключается в возвращении в почву элементов питания, влаги, органического вещества. В современных системах земледелия представление о самовосстанавливающихся почвообразовательных процессах до предела упрощено, а основное внимание сконцентрировано на техногенном ведении земледелия, что в итоге привело к большим проблемам с плодородием почвы.

Важнейшим агротехническим элементом технологического комплекса орошаемого земледелия является механическая обработка почвы, обеспечивающая оптимизацию химических, водных и воздушных условий произрастания возделываемых культур и, следовательно, повышение их урожайности.

В структуре почвенного покрова Саратовской области площадь, занятая темно-каштановыми почвами, составляет 22,8 %. Ведение растениеводства в условиях орошения привело к их деградации (снижению содержания гумуса, разрушению агрономически ценной структуры, уменьшению водопроницаемости и др.). По данным научно-исследовательских учреждений Поволжья, при сохранении существующей системы земледелия можно ожидать снижения запасов гумуса в почве на 3–6 % в относительных единицах, а также ухудшения агрофизических и химических свойств пахотного горизонта [4].

Цель исследований – изучение влияния на агрофизические свойства темно-каштановых среднесуглинистых почв Саратовского Заволжья способов их ресурсосберегающей обработки под различные культуры, а также их чередования в ротации орошаемого 6-польного севооборота.

Материалы и методы. Полевые опыты по разработке оптимальных технологий обработки орошаемых почв проводились в ОПХ «ВолжНИИГиМ» на темно-каштановых среднесуглинистых почвах в 6-польном зерно-кормовом севообороте, ротация которого состояла из вико-овсяной травосмеси на зеленый корм, пшеницы озимой, кукурузы

силосной, пшеницы яровой с подсевом люцерны, люцерны (два поля). Повторность опыта 3-кратная, площадь деланки 5 га. Размещение деланок систематическое.

Объектами исследований были способы основной обработки темно-каштановой почвы. Полевой эксперимент проводился в течение трех лет (2014–2016 гг.) в звене орошаемого севооборота: травосмесь вико-овсяная, пшеница озимая, кукуруза на силос. Основная обработка в звене проводилась по схеме: под вико-овсяную смесь – поверхностная обработка на глубину 12–14 см, вспашка с оборотом пласта и обработка плоскорезом на глубину 25–27 см; под озимую пшеницу – вспашка и обработка плоскорезом на глубину 18–20 см; под кукурузу на силос – вспашка и обработка плоскорезом на глубину 25–27 см. Схема вариантов основных обработок почвы представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема основных обработок почвы в звене орошаемого зерно-кормового севооборота

Год	Культура	Способ основной обработки почвы	Глубина основной обработки почвы, см
2014	Вико-овсяная травосмесь	Поверхностная обработка	12–14
		Вспашка с оборотом пласта	25–27
		Обработка плоскорезом	25–27
2015	Пшеница озимая	Вспашка с оборотом пласта	18–20
		Обработка плоскорезом	18–20
2016	Кукуруза на силос	Вспашка с оборотом пласта	25–27
		Обработка плоскорезом	25–27

Агротехника культур звена орошаемого севооборота традиционная для природно-климатической зоны. Основные и сопутствующие наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками [5–7]. Отбор проб для определения плотности сложения почвы осуществляли по методу режущих колец Н. А. Качинского [5] для слоев глубиной 0–10, 10–20 и 20–30 см (повторность 3-кратная) до посева возделываемой культуры и после ее уборки. Агрегатный состав пахотного горизонта почвы определялся методом Н. И. Саввинова [6]. Образцы почвы для сухого и мокрого фракционирования (рассева) весом от 1,5 до 2 кг отбирали в начале (перед посевом)

и в конце вегетации культур (после уборки) в слоях глубиной 0–10, 10–20 и 20–30 см (повторность 3-кратная). Исходные величины агрофизических свойств пахотного горизонта почвы в звене орошаемого зерно-кормового севооборота определяли после посева, конечные – после уборки культур.

Результаты и обсуждение. Интенсивное антропогенное воздействие на орошаемые почвы при поливе и механической обработке, особенно основной, негативно влияет на агрофизическую компоненту почвенного плодородия [8, 9].

Многолетние полевые исследования разных способов основной обработки темно-каштановых почв поливных земель Саратовского Заволжья под различные орошаемые культуры позволили сделать вывод, что, во-первых, для ряда культур применение самой энергозатратной традиционной отвальной вспашки не приводит к созданию больших начальных влагозапасов по сравнению с энергосберегающими поверхностной и плоскорезной основными обработками. Во-вторых, применение безборотных технологий основной обработки почвы не приводит к избыточному уплотнению поверхностных слоев почвы по сравнению со вспашкой с оборотом пласта (таблица 2).

Таблица 2 – Повышение плотности сложения верхних слоев почвы за период вегетации культур звена орошаемого севооборота

Культура	Способ обработки	Глубина обработки, см	Повышение плотности сложения, г/см ³ /%			
			0–10 см	10–20 см	20–30 см	0–30 см
1	2	3	4	5	6	7
Вико-овсяная травосмесь	Поверхностная обработка	12–14	0,04/3,4	0,17/13,4	0,18/13,1	0,13/10,2
	Вспашка отвальная	25–27	0,07/6,1	0,08/6,7	0,2/14,6	0,12/9,7
	Обработка плоскорезом	25–27	0,14/12	0,04/3,4	0,15/11,5	0,11/9
	НСР ₀₅		0,063/5,6	0,073/6,6	0,13/11,2	0,09/7,9
Пшеница озимая	Вспашка отвальная	18–20	0,02/1,7	0,13/10,9	0,2/14,4	0,12/9,6
	Обработка плоскорезом	18–20	0,05/4,3	0,15/12,1	0,18/13,7	0,12/9,8
	НСР ₀₅		0,018/1,5	0,07/6,6	0,095/8	0,06/5,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Кукуруза на силос	Вспашка отвальная	25–27	0,23/20,9	0,05/4,4	0,14/12,6	0,14/12,6
	Обработка плоскорезом	25–27	0,06/5,4	0,14/14,6	0,04/3,1	0,08/6,7
	НСР ₀₅		0,073/8,4	0,048/4,4	0,045/4,7	0,06/5,8

Таким образом, существенного увеличения плотности сложения почвы за одну ротацию звена орошаемого севооборота в вариантах с поверхностной и плоскорезной обработкой по сравнению с отвальной вспашкой не наблюдалось.

Другим важнейшим для плодородия агрофизическим свойством почвы является ее структурность, определяемая содержанием агрономически ценных и водопрочных агрегатов. От структурности, которую В. Р. Вильямс считал главной составляющей почвенного плодородия [3], прямо зависят такие характеристики, как водопроницаемость, активная порозность, полная и наименьшая влагоемкость почвы [10]. К сожалению, высокий уровень дегумифицированности орошаемых региональных темно-каштановых почв Саратовского Левобережья предопределяет непрочность их структуры [4].

По данным таблицы 3, в слоях почвы 0–10 и 10–20 см имела место тенденция к снижению суммы водопрочных агрегатов по сравнению с исходным состоянием за исследуемый период при всех видах обработок. В слое 0–10 см она уменьшилась при поверхностной обработке на 4,3 %, при вспашке с оборотом пласта на 6,6 %, при использовании плуга-плоскореза на 7,1 %. Это снижение в слое почвы от 10 до 20 см составило 5,6; 5,0 и 2,7 % при поверхностной обработке, традиционной вспашке и обработке плоскорезом соответственно. В почвенном слое глубиной от 20 до 30 см содержание водопрочных агрегатов увеличивалось особенно заметно при плоскорезной обработке (на 2,5 %) (при применении вспашки с оборотом пласта на 1,6 %).

Таблица 3 – Изменение содержания водопрочных агрегатов под воздействием разных способов основной обработки почвы

Способ обработки	Глубина обработки, см	Изменение содержания в слое, %			
		0–10 см	10–20 см	20–30 см	0–30 см
Поверхностная обработка	12–14	+4,3	+5,6	+6,7	+5,5
Вспашка отвальная	25–27	+6,6	+5,0	–1,6	+3,3
Обработка плоскорезом	25–27	+7,1	+2,7	–2,5	+2,4
НСР ₀₅		1,85	2,08	5,20	3,12

Знак «+» означает снижение содержания, знак «–» – увеличение содержания.

По окончании ротации звена орошаемого севооборота при применении плоскорезной обработки почвенный слой 20–30 см содержал больше водопрочных агрегатов, чем при вспашке, на 8,2 %, а по сравнению с поверхностной обработкой – на 7,7 %. Это свидетельствует о положительном влиянии плоскорезного рыхления на водно-физические свойства почвы.

Также для изучаемых орошаемых почв отмечается неоднородность пахотного горизонта по степени распыленности. Сильнее всего ухудшается структура почвы в верхнем 10-сантиметровом слое, нижележащие слои отличаются лучшей структурностью в связи с тем, что они меньше подвергаются воздействиям колебаний температуры, а главное – механическим воздействиям сельскохозяйственных машин и орудий. Снижение такой нагрузки при использовании плоскорезных орудий для основной обработки почвы практически повсеместно приводит к росту содержания водопрочных агрегатов по сравнению с традиционной вспашкой с оборотом пласта [11, 12].

Плоскорезная обработка способствовала увеличению содержания агрономически ценных и водопрочных почвенных агрегатов по сравнению с отвальной вспашкой (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание агрономически ценных и водопрочных агрегатов в пахотном горизонте 0–30 см при разных способах основной обработки почвы

Способ обработки	Глубина обработки, см	Содержание агрегатов, %			
		агрономически ценных		водопрочных	
		исходное	конечное	исходное	конечное
Поверхностная обработка	12–14	45,2	43,8	22,2	23,0
Вспашка отвальная	25–27	46,6	48,5	21,4	23,6
Обработка плоскорезом	25–27	50,2	50,6	23,1	24,0

Содержание водопрочных агрегатов в пахотном горизонте при использовании поверхностной обработки на глубину 12–14 см за период вегетации увеличивалось с 22,2 до 23 %, т. е. на 0,8 %, при вспашке с оборотом пласта на глубину 25–27 см – с 21,4 до 23,6 % (на 2,2 %), а при применении плоскорезной обработки – с 23,1 до 24 % (на 0,9 %).

Содержание агрономически ценных агрегатов в верхнем 10-сантиметровом слое в наших полевых опытах при ежегодной плоскорезной и поверхностной обработке по сравнению с исходными значениями этого показателя снизилось до величин ниже порога ветроустойчивости (45,2 и 42,0 % соответственно). Результаты анализов для нижележащих слоев (10–20 и 20–30 см) доказывают преимущество применения плоскорезных орудий для основной обработки почвы как перед поверхностной обработкой, так и перед вспашкой с оборотом пласта. Содержание агрономически ценных агрегатов при этом способе основной обработки почвы в послеуборочный период наибольшее (50,6 %), хотя и при использовании двух других способов оценка этого показателя почвенного плодородия остается удовлетворительной [5].

В слое 10–20 см в варианте поверхностной обработки содержание агрономически ценных агрегатов за три года уменьшилось на 2,3 %, при вспашке с оборотом пласта на 2,8 %, а в вариантах с плоскорезом увеличилось на 4,1 %. В слое 20–30 см в варианте поверхностной обработки также произошло уменьшение содержания агрономически ценных агрегатов на 0,9 %, на фоне отвальной вспашки изменения не было, а при использовании плоскорезных орудий содержание агрономически ценных агрегатов увеличилось на 2 %.

При этом за ротацию звеньев поливного севооборота длительное применение вспашки с оборотом пласта привело к перемешиванию почвенных слоев, перемещению крупных агрегатов отвальным плугом в поверхностные горизонты, вследствие чего произошло изменение содержа-

ния агрономически ценных агрегатов. Хотя постоянные поверхностные механические обработки, такие как, например, боронование, разрушают их основную часть, однако содержание как агрономически ценных, так и водопрочных агрегатов возрастает в конце ротации в верхнем почвенном слое. Результаты сухого рассева исходных образцов показали содержание агрономически ценных агрегатов, равное 46,6 %, конечных образцов – 48,5 %. Результаты мокрого рассева – 21,4 и 23,6 % соответственно.

При использовании для основной обработки почвы рабочих органов с плоскими режущими орудиями более крупные агрегаты перемещаются на поверхность из нижних слоев только в местах прохода стоек, что, с одной стороны, улучшает условия впитывания воды, с другой – приводит к уничтожению стерни, предотвращающей водную эрозию. Также это мешает накоплению и сохранению почвенных влагозапасов. К диспергации почвенных агрегатов приводят и другие агротехнические мероприятия, например пред- или послепосевная культивация, а также посев, за счет прикатывания и воздействия сошников сеялок. Тем не менее при обработке плоскорезом КПГ-2,5 на глубину 25–27 см в слое 10–20 см к концу ротации звена орошаемого севооборота, состоящего из вико-овсяной травосмеси, пшеницы озимой и силосной кукурузы, содержание агрономически ценных агрегатов возросло с 50,3 до 54,4 %, т. е. на 4,1 %.

В верхнем 10-сантиметровом слое в течение ротации это содержание, наоборот, снизилось на 1,1 % (с 46,3 до 45,2 %).

Другим важнейшим агрофизическим свойством почвы является ее водопроницаемость, величина которой обуславливает и возможные влагозапасы, и размеры непроизводительных потерь воды на поверхностный сток, и инфильтрацию в нижние почвенные горизонты, а также в грунтовые воды. Наши полевые исследования показали, что способы основной обработки почвы оказывают существенное влияние на этот агрофизический показатель (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика водопроницаемости почвы пахотного слоя 0–30 см при разных способах основной обработки

Способ обработки	Глубина обработки, см	Водопроницаемость, мм/ч		
		исходная	конечная	среднее изменение (+, –)
Поверхностная обработка	12–14	90,0–95,0	85,0–87,0	–6,5
Вспашка отвальная	25–27	90,0–100,0	92,0–101,0	+1,5
Обработка плоскорезом	25–27	100,0–120,0	105,0–115,0	0

Результаты полевых и лабораторных экспериментов показали, что применение плоскорезной обработки на глубину 25–27 см обеспечивает к концу ротации звена орошаемого севооборота сохранение более высокой водопроницаемости (наилучшей по классификации Н. А. Качинского [5]) по сравнению с поверхностной обработкой почвы на глубину 12–14 см (хорошая водопроницаемость). Однако отвальная вспашка при исходных более низких значениях данного показателя обеспечила лучший его прирост (+1,5 мм/ч против 0 мм/ч).

Итак, применение для основной обработки почвы в звене поливного зерно-кормового севооборота плоскорезующих орудий вместо отвального плуга положительно влияет на ее агрофизические свойства.

Выводы. В данной статье проанализировано влияние различных способов обработки почвы на основные агрофизические показатели почвы – плотность сложения почвы, содержание агрономически ценных агрегатов, водопроницаемость.

Анализ результатов сухого просеивания почвенных образцов, взятых из слоев 10–20 и 20–30 см, показывает, что использование плоскореза для основной обработки имеет преимущество перед вспашкой с оборотом пласта, а также поверхностной обработкой на глубину 12–14 см. Содержание агрономически ценных агрегатов при этом наибольшее (от 54,4 до 56,0 %).

В целом результаты исследований влияния способов основной обработки на агрофизические свойства темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья доказывают целесообразность широкого внедрения на орошаемых землях плоскорезного способа обработки почвы в зерно-кормовых севооборотах.

Список использованных источников

- 1 Докучаев, В. В. Сочинения. Т. 3: Русский чернозем / В. В. Докучаев. – М.: АН СССР, 1949. – 622 с.
- 2 Костычев, П. А. Почвоведение: курс лекций, читанный в 1886–1887 гг. / П. А. Костычев; под ред. акад. В. Р. Вильямса. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1940. – 224 с.
- 3 Вильямс, В. Р. Собрание сочинений. Т. 6: Почвоведение / В. Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 576 с.
- 4 Пронько, Н. А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н. А. Пронько, Л. Г. Романова, А. С. Фалькович. – Саратов, 2005. – 219 с.
- 5 Качинский, Н. А. Почва, ее свойства и жизнь / Н. А. Качинский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
- 6 Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
- 7 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2010. – 352 с.
- 8 Научные основы земледелия в Поволжье / Е. П. Денисов [и др.]; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – 153 с.
- 9 Murray, R. S. The Impact of Irrigation on Soil Structure [Electronic resource] / R. S. Murray, C. D. Grant; University of Adelaide. – 2007. – 31 p. – Mode of access: <http://lwa.gov.au/prod-ucts/pn20619>, 2015.
- 10 Шадских, В. А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В. А. Шадских, Л. Г. Романова, В. Е. Кижяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 6. – С. 17–20.
- 11 Изменение агрофизического состояния почвы при минимализации обработки / К. Е. Денисов, Е. П. Денисов, Н. П. Молчанова, И. С. Полетаев // Научная жизнь. – 2016. – № 11. – С. 42–52.
- 12 Почвозащитные особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота / В. А. Шадских, В. Е. Кижяева, О. Л. Рассказова, Т. А. Панченко // Научная жизнь. – 2018. – № 6. – С. 77–84.

References

- 1 Dokuchaev V.V., 1949. *Sochineniya. T. 3: Russkiy chernozem* [Works. Vol. 3: Russian Black Soil]. Moscow, AN SSSR Publ., 622 p. (In Russian).
- 2 Kostychev P.A., 1940. *Pochvovedenie: kurs lektsiy, chitannyu v 1886–1887 gg.* [Soil Science: a course of lectures delivered in 1886–1887]. Moscow – Leningrad, Sel'khozgiz Publ., 224 p. (In Russian).
- 3 Williams V.R., 1951. *Sobranie sochineniy. T. 6: Pochvovedenie* [Collected Works. Vol. 6: Soil Science]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 576 p. (In Russian).
- 4 Pron'ko N.A., Romanova L.G., Fal'kovich A.S., 2005. *Izmenenie plodorodiya oroshaemykh kashtanovykh pochv Povolzh'ya v protsesse dlitel'nogo ispol'zovaniya i nauchnye osnovy ego regulirovaniya* [Changing the Fertility of Irrigated Chestnut Soils of Volga Region with Long-Term Use and the Scientific Basis of its Regulation]. Saratov, 219 p. (In Russian).
- 5 Kachinsky N.A., 1975. *Pochva, ee svoystva i zhizn'* [Soil, its Properties and Life]. 3rd ed., rev., Moscow, Science Publ., 296 p. (In Russian).
- 6 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A., 1986. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods for Studying the Physical Properties of Soils]. Moscow, Agropromizdat Publ., 416 p. (In Russian).

7 Dospikhov B.A., 2010. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of Field Experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 6th ed., rev., Moscow, Agropromizdat Publ., 352 p. (In Russian).

8 Denisov E.P. [et al.], 2008. *Nauchnye osnovy zemledeliya v Povolzh'e* [Scientific Basis of Agriculture in Volga region]. Saratovskiy GAU, Saratov Publ., 153 p. (In Russian).

9 Murray R.S., Grant C.D., 2007. The Impact of Irrigation on Soil Structure. University of Adelaide, 31 p., available: <http://lwa.gov.au/prod-ucts/pn20619>, 2015.

10 Shadskikh V.A., Romanova L.G., Kizhaeva V.E., 2017. *Osnovnye printsipy optimizatsii ekologicheskoy situatsii oroshaemykh agrolandshaftov stepnoy i sukhostepnoy zon Povolzh'ya* [The basic principles of optimization of the ecological situation of irrigated agrolandscapes of steppe and dry steppe zones of Volga region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*, no. 6, pp. 17-20. (In Russian).

11 Denisov K.E., Denisov E.P., Molchanova N.P., Poletaev I.S., 2016. *Izmenenie agrofizicheskogo sostoyaniya pochvy pri minimalizatsii obrabotki* [Changing the agrophysical state of soil in case of tillage minimization]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life], no. 11, pp. 42-52. (In Russian).

12 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Rasskazova O.L., Panchenko T.A., 2018. *Pochvozashchitnye osobennosti osnovnoy obrabotki pochvy v zvene oroshaemogo sevooborota* [Basic tillage soil-protective features in the link of irrigated crop rotation]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life], no. 6, pp. 77-84. (In Russian).

Шадских Владимир Александрович

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, заместитель директора по науке

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»

Адрес организации: ул. Гагарина, 1, г. Энгельс, Саратовская область, Российская Федерация, 413123

E-mail: volzniigim@bk.ru

Shadskikh Vladimir Aleksandrovich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Chief Researcher of Department of Complex Melioration and Ecology, Deputy Director for Science

Affiliation: Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation

Affiliation address: Gagarina st., 1, Engels, Saratov region, Russian Federation, 413123

E-mail: volzniigim@bk.ru

Кизжаева Вера Евгеньевна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»

Адрес организации: ул. Гагарина, 1, г. Энгельс, Саратовская область, Российская Федерация, 413123

E-mail: volzniigim@bk.ru

Kizhaeva Vera Evgenyevna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher of Department of Complex Melioration and Ecology

Affiliation: Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
Affiliation address: Gagarina st., 1, Engels, Saratov region, Russian Federation, 413123
E-mail: volzniigim@bk.ru

Рассказова Ольга Леонидовна

Должность: старший научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии
Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»
Адрес организации: ул. Гагарина, 1, г. Энгельс, Саратовская область, Российская Федерация, 413123
E-mail: volzniigim@bk.ru

Rasskazova Olga Leonidovna

Position: Senior Researcher of Department of Complex Melioration and Ecology
Affiliation: Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
Affiliation address: Gagarina st., 1, Engels, Saratov region, Russian Federation, 413123
E-mail: volzniigim@bk.ru