

УДК 631.6

В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева – ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», Энгельс, Российская Федерация

V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva – FGBNU «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation», Engels, the Russian Federation

**ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ И ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ДЛИТЕЛЬНО ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМАХ**

**CHANGE OF FERTILITY AND HUMUS STATE DARK CHESTNUT
LONGLY IRRIGATED SOILS WITH VARIOUS
AGRICULTURAL TECHNIQUES**

***Ключевые слова:** Орошение, почва, плодородие, гумус, агротехнические приемы.*

***Keywords:** Irrigation, soil, fertility, humus, agricultural techniques.*

***Аннотация:** Сохранение и повышение почвенного плодородия как фактора получения высокого гарантированного урожая – сложная задача, особенно в условиях длительного орошения. Разработка комплекса предложений по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и методов восстановления плодородия в связи с нарастающими деградиционными явлениями имеет приоритетное значение в поливном земледелии. В статье приведены результаты многолетних исследований по изучению влияния агротехнических приемов на уровень плодородия темно-каштановых почв Поволжья. Полученные данные подтвердили эффективность обработки почвы без оборота пласта – урожайность составила 32,5 т кормовых единиц с гектара, что значительно выше, чем на отвальной вспашке. Установлено, что в зернотравопропашном севообороте на продуктивность посевной площади на 50% влияло орошение, а применение удобрений обеспечивало увеличение продуктивности в среднем на 18-20%. Рекомендуемые агротехнические мероприятия, направленные на ресурсо-*

сбережение, будут способствовать предотвращению развития эрозионных процессов в почве при длительном орошении.

***Summary:** Maintaining and increasing soil fertility as a factor in obtaining a high guaranteed yield is a difficult task, especially in conditions of prolonged irrigation. The development of a set of proposals for improving the ameliorative state of irrigated lands and methods for restoring fertility in connection with the growing degradation phenomena is of priority importance in irrigated agriculture. The article presents the results of many years of research on the influence of agrotechnical methods on the level of fertility of the dark chestnut soils of the Volga region. The data obtained confirmed the effectiveness of soil cultivation without seam turnover - the yield was 32.5 tons of fodder units per hectare, which is significantly higher than on moldboard plowing. It was found that irrigation influenced the productivity of the sown area by 50% in the grain-and-grass crop rotation, and the use of fertilizers ensured an increase in productivity by an average of 18-20%. Recommended agrotechnical measures aimed at resource conservation will help prevent the development of erosion processes in the soil during prolonged irrigation.*

Введение. Цели и задачи исследований. Почва является сложной экосистемой с множеством взаимосвязанных характеристик. Мелиоративные приемы воздействия на почву неизбежно приводят к разнообразным процессам, которые могут иметь как положительные, так и негативные последствия [1, 2]. Состав показателей изменения состояния земель при длительной ирригации определен на основе анализа протекания процессов почвообразования, выявления степени изменения основных свойств почв и использования этой информации в решении прикладных задач (оценка качества земель, экологического ущерба, разработка мероприятий и т. п.) [3].

Содержание гумуса является важнейшим показателем почвенного плодородия [4]. На основании проведенного анализа результатов исследований за период более пятидесяти лет об изменении гумусового состояния

темно-каштановых почв под влиянием длительного орошения, установлено, что наблюдается прогрессирующая дегумификация этих почв на протяжении первых тридцати лет широкой ирригации.

Учитывая особую актуальность проблемы сохранения запасов гумуса и восстановления плодородия длительно орошаемых почв, потерявших значительную часть органического вещества в процессе их эксплуатации, в семипольном зернотравопропашном севообороте на протяжении восьми ротаций изучалось влияние различных агротехнических приемов (поливы, основная обработка почвы и внесение удобрений) на продуктивность и плодородие длительно орошаемой дегумифицированной темно-каштановой почвы [5].

Объекты и методы исследований. Полевые опыты проводились в орошаемых севооборотах на полях опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ, ООО «Березовское», АО ПЗ «Трудовое» и других хозяйствах Саратовской, Самарской, Волгоградской и других областей Поволжья. Исследования включали экспериментальные полевые и лабораторные опыты, статистические методы – дисперсионный и корреляционный анализ и сопоставление полученных данных. Применялась традиционная для данной природно-климатической зоны агротехника возделывания культур на орошении. Сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками, математическая обработка данных проведена по методике полевого опыта Б.А. Доспехова с помощью программы Statistika 5.5 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel XP [6, 7, 8].

Чередование культур в севообороте: Люцерна на зеленый корм. Люцерна на сено. Кормосмесь на силос (сорго + соя + суданская трава + подсолнечник). Ячмень на зерно. Озимая пшеница на зерно. Соя. Вика + овес на зеленый корм + люцерна под покров.

Схема опыта по изучению влияния различных агротехнических приемов (обработки почвы, режима орошения, удобрений) на гумусовое со-

стояние темно-каштановых почв, включала следующие варианты: контрольный вариант; орошение; орошение + поверхностная обработка почвы; орошение + основная обработка почвы с оборотом пласта (отвальная вспашка); орошение + плоскорезная обработка почвы; орошение + минеральные удобрения; орошение + органические удобрения.

Результаты и их обсуждение. Агротехнологические приёмы (способы основной обработки почвы, оптимальные севообороты, дифференцированные поливы, минеральные и органические удобрения) по-разному влияли на формирование уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

Урожайные данные по изучаемым культурам семипольного севооборота, представленные в таблице 1, говорят о преимуществе применения плоскорезной обработки почвы, особенно по сравнению с отвальной вспашкой [9, 10, 11]. Продуктивность севооборота на варианте «орошение + плоскорезная обработка почвы на 12-14 см» была наибольшая и составила 32,5 тонн кормовых единиц на один гектар.

Применение различных удобрений в орошаемом зернотравопропашном севообороте обеспечивало практически одинаковое увеличение продуктивности севооборота в среднем на 17-21 % – с 28,63 до 34,67 т к. ед. с одного гектара севооборотной площади в среднем за ротацию. Влияние удобрений на урожайность отдельных культур севооборота носило в основном тот же характер. Орошение влияло на увеличение продуктивности единицы севооборотной площади более чем на 50 % в среднем.

По результатам агрохимического обследования почв опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ, выполненного в начале 60-х годов, в пахотном слое содержалось 3,8 % гумуса, в конце зафиксировано снижение до 3,6 %. К восьмидесятым годам наблюдалось значительное снижение содержания гумуса – до 2,7 %. При этом отмечалась сильная неоднородность почв по гумусированности. В девяностые годы, судя по данным агрохимического анализа почв, выявлено 19 % сельхозугодий с очень

Таблица 1

Урожайность культур зерноотравопропашного севооборота и его продуктивность при различных агротехнических приемах /в среднем за восемь ротаций, 1966-2021 гг./

Агротехнические приемы	Урожайность, т/га							Продуктивность севооборота, т к. ед./га
	Люцерна на зеленый корм	Люцерна на сено	Кормосмесь на силос (сорго + соя + суданская трава + подсолнечник)	Ячмень на зерно	Озимая пшеница на зерно	Соя	Вика +овес на зеленый корм + люцерна под покров	
КОНТРОЛЬ	3,07	5,43	28,17	2,05	2,70	1,87	30,60	18,47
Орошение	9,77	11,87	33,16	2,54	3,43	2,37	35,70	28,63
Орошение + отвальная вспашка на 25-27 см	10,50	10,90	34,50	2,60	2,50	3,00	27,90	30,70
Орошение + плоскорезная обработка почвы на 12-14 см	9,50	11,00	35,60	2,50	2,00	3,20	28,80	32,50
Орошение + поверхностная обработка почвы	9,00	8,50	30,20	2,00	2,50	2,50	26,10	29,60
Орошение + минеральные удобрения	10,89	13,02	41,03	2,97	3,90	3,39	42,50	33,99
Орошение + органические удобрения	10,90	15,37	42,58	2,89	3,86	2,83	46,70	34,67
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,65-0,90</i>	<i>1,10-2,55</i>	<i>1,51-3,35</i>	<i>0,12-0,47</i>	<i>0,21-0,43</i>	<i>0,38-0,51</i>	<i>0,40-0,51</i>	<i>0,56-0,59</i>

низким содержанием гумуса в пахотном горизонте – менее 2,5%, 60% земель с низким и средним содержанием органического вещества – 2,5-3,0 %, и только 5% земель хозяйства содержали более 3,5% гумуса, а ведь именно такое содержание органического вещества является зонально характерным для темно-каштановых почв [5]. В эти годы отмечена устойчивая тенденция снижения органического вещества в почве.

Применение различных удобрений в орошаемом зернотравопропашном севообороте обеспечивало практически одинаковое увеличение продуктивности севооборота в среднем на 17-21 % – с 28,63 до 34,67 т к. ед. с одного гектара севооборотной площади в среднем за ротацию.

Таким образом, содержание гумуса снизилось на 25-30 % от его первоначального содержания.

В современных условиях темно-каштановые почвы хозяйства характеризуются как сильно дегумифицированные [12, 13].

Снижение и тем более отсутствие роста продуктивности орошаемой пашни свидетельствуют о том, что ухудшившееся плодородие почв стало выступать фактором, лимитирующим урожайность культур [14].

Дальнейшее падение запасов органического вещества этих почв может привести к их необратимой деградации.

Динамика содержания гумуса в темно-каштановых длительно орошаемых почвах за 1966-2021 гг. приведена в таблице 2, из которой видно, что в условиях орошения без применения удобрений и с использованием минеральных удобрений содержание гумуса практически не изменилось по сравнению с исходным и составило соответственно – 2,47-2,65% в пахотном и 2,09- 2,02% в подпахотном горизонтах.

Уровень изменений внутри каждого варианта был довольно высокий – от 5 до 20%. Этот факт указывает на большую пространственную вариативность содержания гумуса. Об этом же свидетельствуют и высокие значения $НСР_{05}$.

Таблица 2

Динамика влияния агротехнических приемов на запасы и содержание гумуса в темно-каштановых длительно орошаемых почвах под культурами зернотравопропашного севооборота ОПХ ВолжНИИГиМ, 1966-2021 гг.

Агротехнические приемы	Слой почвы, см	Содержание и запасы гумуса, в среднем по периодам ротаций																	
		1 ротация		2 ротация		3 ротация		4 ротация		5 ротация		6 ротация		7 ротация		8 ротация		Динамика (увеличение «+», уменьшение «-»)	
		1966 г.- 1972 г.		1973 г.- 1979 г.		1980 г.- 1986 г.		1987 г.- 1993 г.		1994 г.- 2000 г.		2001 г.- 2007 г.		2008 г.- 2014 г.		2015 г.- 2021 г.		Запасы, т/га	Содержание, %
		Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %		
Контроль(без применения агротехнических мероприятий)	0-30	101	2,68	103	2,73	98	2,61	100	2,66	96	2,57	98	2,62	95	2,54	92	2,35	- 9	- 0,33
	30-60	84	2,19	81	2,08	73	1,87	70	1,80	72	1,84	82	1,91	79	1,73	76	1,64	- 8	- 0,55
Орошение	0-30	99	2,69	97	2,93	103	2,74	99	2,68	104	2,77	91	2,80	96	2,91	97	2,47	- 2	- 0,22
	30-60	91	2,18	81	2,04	75	1,93	80	2,04	81	2,07	86	2,05	88	2,15	91	2,09	0	- 0,09
Орошение + отвальная вспашка на 25-27 см	0-30	99	2,50	96	2,63	97	2,72	102	2,59	97	2,61	96	2,56	97	2,41	97	2,68	- 2	+ 0,18
	30-60	91	2,01	87	2,01	90	2,10	90	2,04	99	2,05	96	2,04	91	2,00	88	2,06	- 3	+ 0,05
Орошение + плоскорезная обработка почвы на 12-14 см	0-30	96	2,72	99	2,73	91	2,60	96	2,83	92	2,75	91	2,73	89	2,62	91	2,62	- 5	- 0,10
	30-60	86	2,13	86	2,11	88	2,44	81	2,51	86	2,30	96	1,98	86	1,94	85	1,99	- 1	- 0,14
Орошение + поверхностная обработка почвы	0-30	101	2,70	101	2,74	100	2,62	101	2,63	98	2,58	98	2,59	96	2,54	97	2,58	- 4	- 0,12
	30-60	89	2,08	82	2,08	75	1,88	74	1,84	73	1,86	78	1,84	76	1,73	84	1,85	- 5	- 0,23
Орошение + минеральные удобрения	0-30	101	2,67	102	2,5	101	2,70	100	2,69	102	2,73	91	2,9	93	2,3	96	2,65	- 5	- 0,02
	30-60	98	2,06	83	1,8	75	1,93	74	1,95	79	2,04	81	2,24	82	2,5	93	2,02	- 5	- 0,04
Орошение + органические удобрения	0-30	96	2,78	98	2,9	112	2,98	120	3,20	111	2,96	105	2,81	103	2,79	99	2,89	+ 3	+ 0,11
	30-60	81	2,07	86	2,3	84	2,16	88	2,26	87	2,24	85	2,29	87	2,28	86	2,29	+ 5	+ 0,22
<i>НСР₀₅</i>	0-30		0,22		0,23		0,21		0,23		0,16		0,17		0,18		0,17		
	30-60		0,15		0,16		0,17		0,15		0,11		0,12		0,14		0,13		

При использовании органической системы удобрений было достигнуто не только сохранение, но и увеличение содержания гумуса в слое 0-30 см до 2,89 %, а в слое 30-60 см до 2,29 %. Запасы гумуса соответственно составили 99 и 86 т/га против 101 и 84 т/га на момент закладки опыта.

Без орошения было выявлено снижение гумусированности: в слое 0-30 см на 0,33 %, 30-60 см – на 0,55 %. Это связано с недостаточным поступлением корневых и пожнивных остатков вследствие невысокой урожайности сельскохозяйственных культур.

Баланс гумуса по данным урожайности и содержания гумуса на конец каждой предыдущей ротации, коэффициентов гумификации и минерализации практически в полной мере подтвердил фактические данные по изменению гумусированности [15, 16].

Последствие органических удобрений превосходило минеральные удобрения по воздействию на урожайность культур. Однако это наблюдалось только в первые годы после внесения. Эффективность последствия органических удобрений, начиная с пятого года уменьшалась. Тем не менее, в большинстве случаев оно оказывало положительное воздействие на урожайность культур севооборота по сравнению с не удобренными посевами.

Орошение в большинстве случаев сопровождалось повышением урожайности культур севооборота. Однако в результате длительного орошения в гумусе темно-каштановых почв уменьшилась доля подвижных соединений гумусовых веществ, непосредственно влияющих на плодородие, и увеличилось содержание консервативной части гумуса, напрямую не участвующей в формировании биомассы растений [14, 17].

Все эти факты могут свидетельствовать о некотором ухудшении качественного состава гумуса длительно орошаемых почв.

Низкое содержание гумуса, его незначительное изменение под воздействием агротехнических приемов, а также некоторое ухудшение его ка-

ческого состава свидетельствуют о сильной степени дегумификации почв опытного участка. Интенсивность трансформации (минерализации) гумуса значительно снижена в силу того, что их органическое вещество состоит в основном из стабильных инертных форм гумусовых соединений.

Увеличение гумусированности обеспечивали только органические удобрения. Внесение навоза на протяжении восьми ротаций семипольного зернотравопропашного севооборота среднегодовой дозой 10 т/га обеспечило устойчивое повышение содержания гумуса в темно-каштановых почвах в абсолютном выражении на 0,23%.

Заключение. По прогнозу проведения агротехнических мероприятий для восстановления содержания гумуса в дегумифицированных орошаемых темно-каштановых почвах, рекомендуется внесение на гектар севооборотной площади органических удобрений среднегодовой дозой минимум по 10-15 т/га на фоне разноглубинной обработки почвы с преобладанием плоскорезной, умеренных поливных норм сельскохозяйственных культур при доле многолетних трав в структуре посевов не менее 40%. Оптимальное сочетание агротехнических мероприятий на основе энергосберегающих технологий полива, применения разноглубинного рыхления для разуплотнения почв, использования рациональных доз органоминеральных удобрений, способствует не только росту продуктивности орошаемого гектара, но и стабилизации почвенного плодородия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Безднина С. Я. Оптимальные параметры мелиоративного режима почв // Гидротехника и мелиорация. 1986. № 11. С. 58-63.
- 2 Демин А.П. Состояние орошаемых земель и эффективность их использования в регионах России // Мелиорация и водное хозяйство. 2003. № 5. С. 7-10.
- 3 Филин В.И. Агрохимические проблемы и принципы управления

плодородием почв // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пушино, 1992. С. 71-86

4 Барановская В.А. Оптимизация гумусового состояния почв // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии: сб. науч. тр. Пушино, 1992. С. 79-87.

5 Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.

6 ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопичности влажности и влажности устойчивого завядания растений. М.: Стандартинформ, 2006. 24 с.

7 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. 2010. 352 с.

8 Качинский Н.А. Почва, её свойства и жизнь. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука. 1975. 296 с.

9 Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Рассказова О.Л. Энергосберегающая технология обработки почвы как фактор обеспечения воспроизводства плодородия орошаемых земель Саратовской области // Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. ФГБУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева». 2018. Вып. № 12 (12). С. 189-194.

10 Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Рассказова О.Л., Панченко Т.А. Почвозащитные особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота // Научная жизнь. М., 2018. № 6. С. 77-84.

11 Шадских В.А., Кижаяева В. Е. Влияние орошения и способов обработки темно-каштановых почв на их агрофизические свойства и плодородие // Мелиорация и водное хозяйство. 2007. № 2. С. 31-32

12 Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Пути решения проблемы борьбы с деградацией орошаемых земель Саратовской области //

Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2009. № 4. С. 38-45.

13 Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Романова Л.Г., Рассказова О.Л. Система влагосберегающих почвозащитных мелиораций земель в Поволжском регионе: Рекомендации. Энгельс, 2019. 42 с.

14 Korsak V., Pronko N., Karpova O., Shadskikh V., Kizhaeva V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river // Advances in Dynamical Systems and Applications. ISSN 0973-5321, Volume 16, Number 1, (2021). pp. 121-132.

15 Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Новикова Ю.А. Агрэкологические аспекты совершенствования структуры посевов в севооборотах на деградированных длительно орошаемых почвах Поволжья // Экология и строительство. № 4. 2020. С.18-28. Мелихова Н.П., Онистратенко Н.В. Научно обоснованный севооборот – важный фактор стабилизации плодородия почвы и продуктивности орошаемой пашни // Орошаемое земледелие. 2015. № 1. С.9-10.

16 Шадских В.А., В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова Влияние культур орошаемого зернокармowego севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 4(32). С.166-183.

17 Шадских В.А., Рыжко Н.Ф., Кижаяева В.Е. [и др.] Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учётом введения в оборот длительно неиспользуемых поливных участков. ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». Энгельс, 2020. 37 с.

LITERATURE

1 Bezdina S. Ya. Optimal parameters of soil reclamation regime // Hydrotechnics and melioration. 1986. No. 11. S. 58-63.

2 Demin A.P. The state of irrigated lands and the efficiency of their use in the regions of Russia // Melioration and water management. 2003. No. 5. S. 7-10.

3 Filin V.I. Agrochemical problems and principles of soil fertility management // Soil-ecological problems in steppe agriculture. Pushchino, 1992.S. 71-86

4 Baranovskaya V.A. Optimization of the humus state of soils // Soil-ecological problems in steppe agriculture: collection of articles. scientific. tr. Pushchino, 1992.S. 79-87.

5 Arinushkina E.V. Manual for Chemical Analysis of Soils. 2nd ed. Moscow: Moscow State University Publishing House, 1970.488 p.

6 GOST 28268-89 Soils. Methods for determination of moisture content, maximum hygroscopicity of moisture content and moisture content of stable wilting of plants. M. : Standartinform, 2006.24 p.

7 Dospekhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). 6th ed., Rev. and add. M. : Agropromizdat. 2010.352 s.

8 Kachinsky N.A. Soil, its properties and life. 3rd ed., Rev. and add. M. : Science. 1975.296 s.

9 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Rasskazova O.L. Energy-saving technology of soil cultivation as a factor in ensuring the reproduction of the fertility of irrigated lands in the Saratov region // Bulletin of the Scientific and Methodological Council for Environmental Engineering and Water Use. FSBI VO "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev ". 2018. Issue. No. 12 (12). S. 189-194.

10 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Rasskazova O.L., Panchenko T.A. Soil-protective features of the main tillage in the link of irrigated crop rotation // Scientific life. M., 2018.No. 6.P. 77-84.

11 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. Influence of irrigation and methods of

cultivation of dark chestnut soils on their agrophysical properties and fertility // Melioration and water economy. 2007. No. 2. P. 31-32

12 Pronko N.A., Korsak V.V., Falkovich A.S. Ways of solving the problem of combating the degradation of irrigated lands in the Saratov region // Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after I.I. N.I. Vavilov. 2009. No. 4. S. 38-45.

13 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Romanova L.G., Rasskazova O.L. System of moisture-saving soil-protective land reclamation in the Volga region: Recommendations. Engels, 2019.42 p.

14 Korsak V., Pronko N., Karpova O., Shadskikh V., Kizhaeva V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river // Advances in Dynamical Systems and Applications. ISSN 0973-5321, Volume 16, Number 1, (2021). pp. 121-132.

15 Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Novikova Yu.A. Agroecological aspects of improving the structure of crops in crop rotations on degraded long-term irrigated soils of the Volga region // Ecology and construction. No. 4. 2020. P.18-28. Melikhova N.P., Onistratenko N.V. Scientifically grounded crop rotation is an important factor in stabilizing soil fertility and productivity of irrigated arable land // Irrigated agriculture. 2015. No. 1. P.9-10.

16 Shadskikh V.A., V.E. Kizhaeva, L.G. Romanova, O. L. Rasskazova The influence of crops of irrigated grain-fodder crop rotation on the agrophysical and agrochemical properties of the soil // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems. 2018. No. 4 (32). Pp. 166-183.

17 Shadskikh V.A., Ryzhko N.F., Kizhaeva V.E. [and others] Recommendations for the efficient use of irrigated land, taking into account the introduction into circulation of long-term unused irrigated areas. FSBSI "VolzhNII-GiM". Engels, 2020.37 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шадских Владимир Александрович, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник;

Кижаяева Вера Евгеньевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

(ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»)

Shadskikh Vladimir Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher;

Kizhaeva Vera Evgenyevna, candidate of agricultural sciences, leading researcher

(FGBNU "Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation")