МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.67

doi: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-109-122

Обоснование и перспектива структуры посевных площадей на орошаемых землях юга России

Светлана Вячеславовна Куприянова¹, Елена Валентиновна Мелихова²

¹Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

²Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Российская Федерация

¹shedrikova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8556-8823>

²mel-v07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4041-4270>

Аннотация. Цель: совершенствование системы орошаемого земледелия и обоснование рациональной структуры посевных площадей с учетом возможного обеспечения биопродуктивности сельскохозяйственных земель на период до 2030 г. **Материалы и методы:** в качестве ключевых критериев для совершенствования системы орошаемого земледелия применялись оптимальные значения структуры посевных площадей, используемых в структуре мелиоративного комплекса. Учитывались востребованность и потенциальный уровень экспорта сельскохозяйственной продукции и вариантов ее переработки. Предлагаемые структуры посевных площадей на орошаемых землях были получены по результатам ранжирования показателей: зерновые (пшеница, кукуруза), технические (соя и др.), овощные (включая картофель), свекла (столовая и кормовая). **Результаты:** выявлены основные условия проведения мелиоративных мероприятий, ориентированных на рост кормопроизводства, повышение энергетической содержательности и протеиновой питательности кормов, способствующих росту продуктивности сельскохозяйственных животных. При прогнозируемом высоком уровне урожайности к 2030 г. ее рост может составить: по кормовым – 2,5 раза, сахарной свекле – 2,4, льну – 3,0, подсолнечнику – 2,6, картофелю – 1,9, рису – 1,7 раза. **Выводы.** Определены основные требования к оптимизации посевных площадей: ранжирование по степени мировой востребованности продукции сельского хозяйства, определяющей тенденции ее производства в РФ; оптимизация структуры производства отдельных групп сельскохозяйственных культур на внутреннем рынке, а также для экспорта на внешний рынок; применение научно обоснованных систем севооборотов; проведение работ по селекции сортов и гибридов культур; усовершенствование техники и технологий орошения. Оптимизация посевных площадей, включая кормовые культуры в орошаемых севооборотах, и восстановление плодородия почв способны также увеличить выпуск животноводческой продукции – для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: обоснование, структура посевных площадей, орошаемое земледелие, почвы, агроклиматические условия

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

Justification and perspective of cropping pattern on irrigated lands in the south of Russia

Svetlana V. Kupriyanova¹, Elena V. Melikhova²

¹Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

²Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russian Federation

¹shedrikova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8556-8823>

²mel-v07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4041-4270>

Abstract. Purpose: improvement of the irrigated agriculture system and justification of the rational cropping pattern, taking into account the possible provision of biological productivity of agricultural land for the period up to 2030. **Materials and methods:** the optimal values of the cropping patterns used in the structure of reclamation complex were used as key criteria for improving the system of irrigated agriculture. The demand and potential level of export of agricultural products and options for their processing were taken into account. The proposed cropping patterns on irrigated lands were obtained based on the results of ranking indicators: cereals (wheat, corn), industrial (soybeans, etc.), vegetables (including potatoes), beets (table and fodder). **Results:** the main conditions for carrying out reclamation measures aimed at increasing feed production, increasing the energy content and protein nutritional value of feed, contributing to the increase of farm animals productivity, were revealed. With a predicted high level of yield by 2030, its growth may be: for fodder – 2.5 times, sugar beet – 2.4 times, flax – 3.0, sunflower – 2.6, potatoes – 1.9, rice – 1.7 times. **Conclusions.** The main requirements for cropping pattern optimization have been determined: ranking according to the degree of global demand for agricultural products, which determines the trends of its production in the Russian Federation; optimization of the production structure of certain groups of crops in the domestic market, as well as for export to the foreign market; application of scientifically based crop rotation systems; work on the selection of varieties and hybrids of crops; improvement of irrigation equipment and technologies. Optimization of cropping patterns, including fodder crops in irrigated crop rotations, and restoration of soil fertility can also increase the output of livestock products – to ensure the country's food security.

Keywords: justification, cropping pattern, irrigated agriculture, soils, agroclimatic conditions

Введение. Обновленная доктрина национальной продовольственной безопасности, утвержденная в январе 2020 г., скорректировала пороговые показатели отечественного производства основных видов сельскохозяйственной продукции. Для достижения этих показателей необходимо обоснование рациональной структуры посевных площадей с учетом возможного обеспечения продуктивности сельскохозяйственных земель на период до 2030 г. [1].

Проведенное в процессе статистических исследований изучение показателей мировой востребованности продукции сельскохозяйственного производства с учетом импорта и экспорта, выполненная экспертная оценка тенденций ее производства в РФ позволили выявить их базовые тренды. В качестве критерия была принята структура оптимальных севооборотов,

определяющих развитие мелиоративного комплекса [2], а также потенциальный экспортный уровень основных групп возделываемых сельскохозяйственных культур и востребованность продовольственным рынком продукции их переработки [3].

Методы и материалы. С целью обоснования оптимальной структуры агропроизводства на перспективу использовались методы анализа и синтеза, экспертной оценки. Были разработаны критерии оценки структуры посевных площадей (урожайность и валовой сбор продукции) и проведено ранжирование основных сельскохозяйственных культур по этим критериям в убывающем порядке по группам культур: зерновые (пшеница и кукуруза), технические (соя, лен, хлопок и др.), свекла (столовая и кормовая), овощные (включая картофель).

Урожайность сельскохозяйственных культур и почвенно-климатические условия по зонам возделывания приведены в таблице 1 [4–6].

Результаты и обсуждение. Биологические особенности сельскохозяйственных культур и почвенно-климатические условия по зонам возделывания приведены в таблице 1.

Перспективная структура посевных площадей на орошаемых и осушаемых землях РФ к 2030 г. по группам и культурам приведена в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2, кормовые культуры могут занимать до 45 % от площади севооборота. Технические культуры, выращиваемые для производства сахара, льна, хлопка, растительных масел, могут занимать 32 %. Зерновые культуры суммарно занимают порядка 14 %.

Важным показателем является прогнозная оценка экспорта овощной продукции и картофеля в случае их переработки. По экспертной оценке, к 2030 г. при условии достижения высокой урожайности возделываемых культур на мелиорированных землях по предлагаемой структуре посевных площадей производство зерновых, овощных и других культур достигнет требуемого уровня для обеспечения продовольственной безопасности страны и часть этой продукции может экспортироваться.

Таблица 1 – Почвенно-климатические условия возделывания сельскохозяйственных культур

Субъект федерации	Характеристика почв		Тепло- и влагообеспеченность территории				Урожайность и прибавка урожайности сельхозкультур, т/га		
	Тип почвы	КБП (коэффициент биологической продуктивности)	Тепловые ресурсы, °С	Коэффициент природного увлажнения K_y	Влагообеспеченность	Дефицит водопотребления, мм	Урожайность в богарных условиях	Урожайность при орошении	Прибавка урожая
Краснодарский край	Плодородные черноземы	2,2–2,8	3400–3800	$K_y = 0,4...0,7$ (благоприятные условия, дефицит осадков 200–250 мм/год)	$K_y = 0,3$ и выше + орошение	200–250	1,4–2,2	3,5–4,5	2,1–3,1
Белгородская область	Плодородные черноземы	2,2–2,8	2800–3000	$K_y = 0,6...0,8$ (дефицит влаги 100–150 мм)	$K_y = 0,6...0,8$ + орошение	100–150	2,0–3,2	Нет орошения	–
Республика Хакасия	Плодородные черноземы	1,2–1,6	1600–2000	$K_y = 0,3...0,4$	–	–	–	–	–
Астраханская область	Аллювиальные дерновые	0,8–1,2	3600–3800	$K_y = 0,2$	Более 35 суховейных дней с относительной влажностью воздуха менее 30 %, опадают цветки и бобы даже при орошении		0,2–0,4	–	

Таблица 2 – Перспективная структура использования мелиорируемых земель в Российской Федерации

Показатель	Всего				Орошаемые		Осушаемые	
	млн га		%		млн га	%	млн га	%
	группа	культура	группа	культура				
Мелиорируемых земель всего	25,00	–	100	100	10,00	100	15,00	100
Посевные площади под культуры, в т. ч.:	16,76	–	67	100	8,40	84,0	8,36	55,8
кормовые	7,58	–	45	30,3	3,39	33,9	4,19	28,0
технические, в т. ч.:	5,29	–	32	–	2,92	29,2	2,37	15,8
соя	–	1,89	–	7,6	0,94	9,4	0,96	6,4
сахарная свекла	–	0,97	–	3,9	0,52	5,2	0,45	3,0
лен	–	0,91	–	3,7	0,26	2,6	0,65	4,4
подсолнечник	–	0,38	–	1,5	0,22	2,2	0,16	1,1
хлопок	–	0,11	–	0,5	0,11	1,1	0	0
картофель и овоще-бахчевые	1,44	–	9	5,8	0,72	7,2	0,72	4,8
зерновые, в т. ч.:	2,36	–	14	–	1,37	13,7	0,99	6,6
кукуруза и сорго	–	1,27	–	5,1	0,80	8,0	0,47	3,2
озимая и яровая пшеница	–	0,35	–	1,4	0,15	1,6	0,20	1,3
рис	–	0,36	–	1,5	0,36	3,7	0	0
прочие, в т. ч.:	8,24	–	33	32,9	1,60	16,0	6,64	44,2
луга и пастбища	–	7,41	–	29,7	1,44	14,4	5,97	39,8
плодово-ягодные	–	0,82	–	3,3	0,16	1,6	0,66	4,4

В имевшейся ранее специализации хозяйств на орошаемых землях юга России доминировали кормовые культуры, занимавшие в структуре посевных площадей в среднем до 55–65 %, из них около половины занимали многолетние травы. Зерновые культуры занимали 25–30 % (в основном кукуруза на зерно как наиболее урожайная культура), картофель, овощи, бахчевые – 7–9 %, технические культуры – 1,5–2,0 %. Кормовые культуры на орошаемых землях обеспечивали до 30 % общего производства кормов, при этом на орошаемых землях обеспечивалось стабильное получение урожаев, в 1,5–2 раза превышающих продуктивность богарных земель, а в отдельные сухие годы и в 3–4 раза. В перспективе на 2025–2030 гг. для 100% обеспечения своей продукцией всего населения юга России и вывоза части ее за пределы необходимо увеличить орошаемые земли до 4,2 млн га, что составит 27 % от посевных площадей, по югу России

(15,3 млн га). Такое количество орошаемых земель позволит дополнительно произвести 1,0 млн т мяса и около 3,5 млн т молока и полностью покрыть потребности юга России в этих продуктах питания.

В таблице 3 предлагается разработанная структура посевных площадей на орошаемых землях юга России на перспективу до 2030 г.

На зерновые культуры, включая рис, планируется 35–40 % орошаемых площадей. Под технические культуры планируется в среднем 9 %, а по регионам юга России от 4 до 11 % орошаемых площадей. Увеличение доли технических культур, и в первую очередь сои, обусловлено главным образом их востребованностью на рынке и более высокой рентабельностью по сравнению с другими культурами. Под овощные культуры планируется отведение в среднем 11 % орошаемых земель с колебаниями по регионам округа от 2 до 20 %. При достижении средней урожайности овощных 18 т/га их производство полностью обеспечит потребность округа в овощной продукции и позволит вывозить около 3 млн т ранних овощей в северные районы России. Изложенные соображения положены в основу выбора предлагаемой структуры посевных площадей на орошаемых землях региона.

В разработанной нами структуре посевных площадей особое внимание следует уделить отрасли кормопроизводства, которая является базовой отраслью сельскохозяйственного производства. Уровень кормопроизводства существенно влияет на состояние животноводства, решение проблем обеспечения устойчивости растениеводства и повышение почвенного плодородия. Это достигается за счет обеспечения почв необходимыми органическими веществами, включая биологически активный азот, что улучшает не только фитосанитарное состояние посевов, но и другие агромелиоративные свойства почв [5]. Отметим, что полевое кормопроизводство является в целом гарантом стабильности агроэкосистем. Следует учесть, что животноводство и производство кормов – важные элементы структуры отечественного АПК, развитие которых критически необходимо для обеспечения требуемого уровня продовольственной безопасности в стране [7].

Таблица 3 – Предлагаемая структура орошаемых земель к 2030 г. на юге России

Субъект федерации	Всего, тыс. га	Группа культур									
		зерновые				технические		овощные		кормовые	
		всего		в т. ч. рис		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
		тыс. га	%	тыс. га	%						
Всего	4200	1449,7	35,7	502,7	11,9	363,3	8,7	444,5	10,6	1738,7	41,4
Республика Адыгея	50,0	30,0	60,0	14,0	28,0	4,0	8,0	4,0	8,0	12,0	24,0
Республика Дагестан	620,0	241,8	39,0	43,2	7,0	62,0	10,0	62,0	10,0	252,4	41,0
Республика Ингушетия	50,0	20,0	40,0	–	–	4,0	8,0	10,0	20,0	16,0	32,0
Кабардино-Балкарская Республика	260,0	19,6	46,0	–	–	23,4	9,0	31,2	12,0	85,8	33,0
Республика Калмыкия	100,0	30,0	30,0	10,0	10,0	–	–	2,0	2,0	68,0	68,0
Карачаево-Черкесская Республика	40,0	20,0	50,0	–	–	4,0	10,0	4,0	10,0	12,0	30,0
Республика Северная Осетия	150,0	79,5	53,0	–	–	10,5	7,0	19,5	13,0	40,5	27,0
Краснодарский край	790,0	442,4	56,0	323,9	41,0	79,0	10,0	79,0	10,0	189,6	24,0
Ставропольский край	720,0	252,0	35,0	–	–	50,4	7,0	57,6	8,0	302,4	42,0
Астраханская область	360,0	118,8	33,0	61,2	17,0	14,4	4,0	46,8	13,0	180,0	50,0
Волгоградская область	500,0	100,0	20,0	–	–	50,0	10,0	50,0	10,0	300,0	60,0
Ростовская область	560,0	145,6	26,0	50,4	9,0	61,6	11,0	78,4	14,0	280,0	50,0

В ходе исследования нами выявлены основные условия использования мелиоративных приемов, обеспечивающих рост объема производства кормов, повышение их энергетической содержательности и протеиновой питательности, способствующих увеличению продуктивности сельскохозяйственного животноводства. Расширение посевных площадей кормовых культур в полевых орошаемых севооборотах и восстановление плодородия почв – фундамент роста выпуска продукции отрасли животноводства, обеспечения требуемыми продовольственными продуктами, а также устойчивого развития смежных отраслей АПК.

Проведенная оценка потенциального влияния мелиоративного комплекса на производство растениеводческой продукции [8–12] позволила методами нечеткого лингвистического анализа сформулировать моделируемые уровни урожайности сельхозкультур: высокий (реальный), средний (ниже высокого на 20–30 %) и низкий (соответствующий сложившейся многолетней урожайности), они отражены в таблице 4 (столбцы 4–6).

Таблица 4 – Урожайность и валовой сбор основных видов сельскохозяйственных культур и прогноз валового сбора к 2030 г. в Российской Федерации

Культура	Урожайность/ валовой сбор, всего в 2016 г.	Прогноз урожайности/валового сбора, по экспертной оценке к 2030 г. на мелиорированных землях при уровне урожайности		
		высокий	средний	низкий
1	2	3	4	5
Кормовые, т к. е./га/млн т	2,2/86,45	5,7/431,43	4,4/332,28	3,0/231,13
Технические, т/га/млн т:				
соя	1,5/3,30	3,6/7,03	3,1/5,89	2,6/5,07
сахарная свекла	47,0/51,32	111,0/108,56	93,0/80,93	67,0/65,09
лен	1,0/0,047	3,0/2,74	2,5/2,29	2,2/2,00
подсолнечник	1,5/11,0	3,9/1,51	3,1/1,19	2,6/1,00
хлопок	–/0,25	3,5/0,4	2,5/0,29	1,7/0,20
Картофель, т/га/млн т	22,6/31,00	43,0/46,50	35,0/37,29	30,0/26,24
Овощные и бахчевые, т/га/млн т	22,7/16,28	45,0/24,34	38,0/19,52	35,0/13,74

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Зерновые культуры, т/га/млн т, в т. ч.:	–/89,68	–/25,40	–/21,73	–/18,32
кукуруза + сорго	5,5/15,31	9,6/14,43	8,2/12,41	6,8/10,39
пшеница озимая и яровая	2,7/73,29	6,1/7,72	5,1/6,52	3,7/4,74
рис	5,4/1,08	8,9/3,25	7,7/2,8	6,0/2,19
Прочие культуры, т/га/млн т:				
кормовые	–	–/54,33	–/41,16	–/23,56
плодово-ягодные	8,6/3,31	12,5/6,04	10,0/4,57	9,0/2,62

Методом экспертных оценок [1, 5, 6] были спрогнозированы возможности для устойчивого прироста производства продукции АПК при выполнении мероприятий по комплексной мелиорации земель:

- оптимальном использовании имеющегося мелиоративного комплекса;
- росте площадей орошаемых земель до 25 млн га [7, 8];
- увеличении до 50 % объемов экспорта сельскохозяйственной продукции, выращенной на мелиорированных землях;
- оптимизации структуры посевных площадей;
- государственном планировании стабилизации производства продукции растениеводства посредством мелиорации земель при различных возможных уровнях урожайности сельскохозяйственных культур;
- создании новых форм организации производства с использованием возможностей новых организационно-правовых форм собственности, таких как мелиоративные и агромелиоративные парки, аграрные кластеры, территории опережающего развития.

Для составления прогноза производства продукции АПК в РФ при оптимальном использовании мелиоративного комплекса была проведена экспертная оценка прогнозируемой урожайности основных сельскохозяйственных культур, производимых с использованием мелиорации, на период 2025–2030 гг.

На основании проведенных исследований и согласно этой оценке в условиях проводимых мероприятий по комплексной мелиорации земель суммарная площадь мелиорированных земель к 2030 г. должна составлять не менее 25 млн га.

При этом площадь орошаемых земель должна достигнуть не менее 10 млн га, а суммарно учитываемых осушенных и окультуренных – не менее 15 млн га [9–11]. Это позволит благодаря прогнозируемым значениям урожайности овощных, зерновых, а также плодово-ягодных культур к рубежу 2030 г. обеспечить требуемый доктриной уровень продовольственной безопасности. Потенциальные излишки сельскохозяйственной продукции могут поставляться на экспорт в другие страны и регионы [1, 2, 13, 14].

На основе проведенного анализа статистических данных, а также на основании экспертной оценки нами предложен прогноз и проведен сценарный анализ возможной урожайности и, соответственно, валового сбора ключевых видов сельскохозяйственной продукции АПК на мелиорированных землях до 2030 г. при возможных уровнях урожайности, результаты которого представлены в таблице 4 [2]. За базу прогноза принимался прирост производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях по сравнению с 2016 г.:

- производство кормовых культур при высоком уровне урожайности увеличится в 5 раз, что составит 431 млн т;
- производство сахарной свеклы при высоком уровне урожайности увеличится в 2 раза, что составит 108 млн т;
- производство картофеля при высоком уровне урожайности повысится в 1,5 раза, что составит 46 млн т.

При высоком прогнозируемом уровне урожайности (см. таблицу 4) ее прирост к 2030 г. может составить: по кормовым видам культур 2,5 раза, сахарной свекле – 2,4, льну – 3, подсолнечнику – 2,6, картофелю – 1,9, рису – 1,7 раза.

Предложенное нами возрастание до 25 млн га суммарной площади мелиорированных земель и применение на них оптимальной структуры посевных площадей будут способствовать выходу отечественной сельскохозяйственной отрасли на новый, более высокий уровень производства и устойчивости производства продукции АПК за счет увеличения урожайности сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях, производству продукции в достаточных для внутреннего потребления количествах, а также увеличению объема экспорта сельскохозяйственной продукции и сырья на мировой рынок. При этом успешная реализация предложенных мелиоративных мероприятий требует безусловного финансового, материально-технического, инновационного государственного регулирования и активной поддержки сельскохозяйственного производства.

Выводы. В ходе проведенных исследований выявлена необходимость обоснования и оптимизации перспективы структуры посевных площадей на орошаемых землях. Определены возможности структурирования и основные требования к их оптимизации:

- ранжирование по уровню востребованности продукции сельскохозяйственного производства в мире для обоснования перспектив ее производства в России;
- обоснование и определение оптимальных структуры и объема производства востребованных видов сельскохозяйственной продукции для удовлетворения потребностей как на внутреннем рынке, так и на внешнем;
- применение научно обоснованных систем севооборотов;
- проведение работ по селекции сортов и гибридов культур;
- усовершенствование техники и технологий орошения;
- разработка новых технологий сохранения и воспроизводства почвенного плодородия.

Оптимизация структуры орошаемых земель с расширением посевных площадей кормовых культур в полевых орошаемых севооборотах и

восстановление плодородия почв будут способствовать увеличению производства кормов, выпуска продукции животноводства, обеспечению населения продовольственными продуктами.

Список источников

1. Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Куприянова С. В. Экспортный потенциал мелиорированных земель России // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 2. С. 12–17.
2. Куприянова С. В., Медведева Л. Н. Инновационный потенциал мелиорации: стратегирование и моделирование процессов // Актуальные направления научных исследований в АПК: от теории к практике: материалы нац. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 10 нояб. 2017 г. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2017. Ч. 2. С. 125–130.
3. Овчинников А. С., Бочарников В. С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1(25). С. 119–124.
4. Ольгаренко Г. В. Состояние и перспективы развития орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. / ФГНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: Геликон, 2006. Вып. 35. С. 18–25.
5. Концептуальные подходы к созданию систем мониторинга и управления орошением / А. С. Овчинников, В. В. Бородычев, М. Н. Лытов, В. А. Шевченко, О. В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2(54). С. 26–39.
6. Власов М. В. Методы оценки стоимости строительства или реконструкции оросительных систем // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 4(80). С. 18–23.
7. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: монография / В. Н. Щедрин [и др.]; под общ. ред. В. Н. Щедрина. М.: Мелиоводинформ, 2009. 342 с.
8. Щедрин В. Н., Колганов А. В., Чураев А. А. Оросительные системы России: от поколения к поколению. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2013. В 2 ч. Ч. 1. 395 с.
9. Чурзин В. Н., Кубраков Е. В. Роль способов основной обработки почвы в накоплении почвенной влаги и использования атмосферных осадков при выращивании озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4(52). С. 1–6.
10. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Ткаченко А. В. Влияние приемов агротехники на урожайность подсолнечника в подзоне южных черноземов Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 73–82.
11. Vezzani F. M., Bearel M. H. The importance of plants to development and maintenance of soil structure, microbial communities and ecosystem functions // Soil and Tillage Research. 2018. Vol. 175. P. 139–149. DOI: 10.1016/J.STILL.2017.09.002.
12. Antamoshkina E., Rogachev A. The methodological approach to analyzing the food security sustainability in the context of import substitution // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 208. Article number: 03004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020803004>.
13. Melikhova E. V., Rogachev A. F. Computer simulation and optimization of parameters of configuration of the contour of moistening under drip irrigation of agricultures //

Studies in Computational Intelligence. 2019. Vol. 826. P. 1193–1201. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13397-9_122.

14. Rogachev A. F., Melikhova E. V., Shokhnekh A. V. Monitoring and economic & mathematical modeling of manufacture and consumption of agricultural products as a tool of food security management // *Espacios*. 2018. Vol. 39. № 1. P. 1.

References

1. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Kupriyanova S.V., 2019. *Eksportnyy potentsial meliorirovannykh zemel' Rossii* [Export potential of the reclaimed lands of Russia]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 2, pp. 12-17. (In Russian).

2. Kupriyanova S.V., Medvedeva L.N., 2017. *Innovatsionnyy potentsial melioratsii: strategirovanie i modelirovanie protsessov* [Land reclamation innovative potential: strategizing and process modeling]. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy v APK: ot teorii k praktike: materialy natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current Directions of Scientific Research in Agro-Industrial Complex: from Theory to Practice: Proc. of National Scientific-Practical Conference]. Volgograd, Volgograd GAU, pt. 2, pp. 125-130. (In Russian).

3. Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., 2012. *Novye tekhnicheskie resheniya povysheniya effektivnosti resursosberegayushchikh sposobov poliva* [New technical solutions to improve the efficiency of resource-saving irrigation methods]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 1(25), pp. 119-124. (In Russian).

4. Olgarenko G.V., 2006. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya orosheniya* [State and prospects for irrigation development]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sbornik statey FGBNU "RosNIIPM"* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: Collection of Articles of Russian Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, Helikon Publ., iss. 35, pp. 18-25. (In Russian).

5. Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Lytov M.N., Shevchenko V.A., Bocharnikova O.V., 2019. *Kontseptual'nye podkhody k sozdaniyu sistem monitoringa i upravleniya orosheniem* [Conceptual approaches to the creation of monitoring and irrigation management systems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2(54), pp. 26-39. (In Russian).

6. Vlasov M.V., 2020. *Metody otsenki stoimosti stroitel'stva ili rekonstruktsii orositel'nykh sistem* [Methods for assessing the cost of construction or reconstruction of irrigation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(80), pp. 18-23. (In Russian).

7. Shchedrin V.N. [et al.], 2009. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh resursov v agropromyshlennom komplekse Rossii: monografiya* [Problems and Prospects of Using Water Resources in Agro-Industrial Complex of Russia: monograph]. Moscow, Meliovodinform Publ., 342 p. (In Russian).

8. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Churaev A.A., 2013. *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu* [Irrigation Systems in Russia: from Generation to Generation]. Novocherkassk, YRSTU (NPI), in 2 parts, pt. 1, 395 p. (In Russian).

9. Churzin V.N., Kubrakov E.V., 2018. *Rol' sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v nakoplenii pochvennoy vlagi i ispol'zovaniya atmosferykh osadkov pri vyrashchivaniy ozimoy pshenitsy na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoy oblasti* [The role of methods of main soil treatment in accumulation of soil moisture and the use of atmospheric precipitation when growing winter wheat on light chestnut soils of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*

[Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(52), pp. 1-6. (In Russian).

10. Medvedev G.A., Ekaterinicheva N.G., Tkachenko A.V., 2021. *Vliyanie priemov agrotekhniki na urozhaynost' podsolnechnika v podzone yuzhnykh chernozemov Volgogradskoy oblasti* [Influence of agricultural techniques on sunflower yield in the subzone of the southern chernozems of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 1(61), pp. 73-82. (In Russian).

11. Vezzani F.M., Bearel M.H., 2018. The importance of plants to development and maintenance of soil structure, microbial communities and ecosystem functions. *Soil and Tillage Research*, vol. 175, pp. 139-149, DOI: 10.1016/J.STILL.2017.09.002.

12. Antamoshkina E., Rogachev A., 2020. The methodological approach to analyzing the food security sustainability in the context of import substitution. *E3S Web of Conferences*, vol. 208, article number: 03004, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020803004>.

13. Melikhova E.V., Rogachev A.F., 2019. Computer simulation and optimization of parameters of configuration of the contour of moistening under drip irrigation of agricultures. *Studies in Computational Intelligence*, vol. 826, pp. 1193-1201, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13397-9_122.

14. Rogachev A.F., Melikhova E.V., Shokhnekh A.V., 2018. Monitoring and economic & mathematical modeling of manufacture and consumption of agricultural products as a tool of food security management. *Espacios*, vol. 39, no. 1, p. 1.

Информация об авторах

С. В. Куприянова – научный сотрудник;

Е. В. Мелихова – заведующая кафедрой, доктор технических наук, доцент, профессор РАЕ.

Information about the authors

S. V. Kupriyanova – Researcher;

E. V. Melikhova – Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor RAE.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.04.2021; одобрена после рецензирования 29.06.2021; принята к публикации 07.07.2021.

The article was submitted 19.04.2021; approved after reviewing 29.06.2021; accepted for publication 07.07.2021.