

УДК 626.841.004(26.05)

**А. А. Кузьмичев** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ**

Целью исследований являлось повышение эффективности работы оросительных систем Ростовской области. Установлено, что объем воды, сбрасываемой при опорожнении магистральных каналов семи крупных оросительных систем Ростовской области, составляет 51,2 млн м<sup>3</sup>. При норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га таким объемом воды можно дополнительно полить от 20,5 до 34 тыс. га, что составляет от 10 % до 17 % всех орошаемых земель на данных оросительных системах. Среднегодовое количество талых вод с водосборных площадей, прилегающих к магистральным каналам Ростовской области, в среднем составляет 68,1 млн м<sup>3</sup>. При норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га таким объемом воды можно оросить от 23 тыс. га до 45 тыс. га, что составляет от 22 % до 25 % площади орошаемых земель. При дополнительном расширении орошаемой площади на базе комплексного использования местного стока и вод, идущих на сброс, наиболее перспективной является усовершенствованная технология лиманного орошения, которая позволит повысить эффективность работы оросительных систем за счет повышения коэффициента полезного действия, коэффициента земельного использования и коэффициента использования воды. Алгоритм принятия решений об организации технологии лиманного орошения включает определение местонахождения участков технологического сброса оросительных вод и мест концентрации местного стока, расчет объемов сбросных вод и вод местного стока, определение вида сельскохозяйственного угодья, расчет потенциальной площади орошения и оценку экономической эффективности. Установлены критерии и показатели условия применения технологии лиманного орошения: допустимая глубина залегания пресных – 1,5 м и соленых – 3,0 м грунтовых вод, допустимая минерализация грунтовых вод 3 г/л, оптимальные уклоны до 0,02, скорость впитывания воды в почву 1-5 м/ч за первый час. Технически реализация технологии лиманного орошения возможна на основе разработанного технического решения, ключевым элементом которого является дифференцированный узел водораспределения, позволяющий использовать как воды местного стока с вышерасположенной водосборной площади, так и воды из регулярного источника орошения, в том числе сбросные воды из каналов и прудов.

Ключевые слова: повышение эффективности работы оросительных систем, система лиманного орошения, расширение орошаемой площади, комплексное использование сбросных вод и местного стока, организация технологии лиманного орошения.

**A. A. Kuzmichev** (FSBSE “RSRILIP”)

## **INCREASING THE EFFICIENCY OF IRRIGATION SYSTEMS IN THE ROSTOV REGION BY REALIZATION OF ESTUARY IRRIGATION TECHNOLOGY**

The objective of the research was to increase the efficiency of the irrigation systems of the Rostov region. It is established that the water volume discharging at the emptying of the diversion canals of seven large irrigation systems is 51.2 million m<sup>3</sup>. Assuming the irrigation rate 1500-2500 m<sup>3</sup>/ha, this water volume enables additionally to irrigate the area 20.5

to 34 thousand ha, which equals to 10-17 % from all irrigated lands at the given irrigation systems. Average annual melt water volume from catchment areas adjacent to diversion canals in the Rostov region is 68.1 million m<sup>3</sup>. Assuming the irrigation rate mentioned above, such water volume can irrigate an area from 23 to 45 thousand ha or 22-25 % of the currently irrigated lands. While the additional expansion of the irrigated area on the base of complex use of local flow and irrigation return flow, the most prospective technology is the improved estuary irrigation technology which enables to increase the efficiency of irrigation systems by improving the degree of efficiency, coefficient of land use, and coefficient of water use. Decision-making algorithm for organization of estuary irrigation comprises the localization of sites where technological irrigation overflow and places of local flow concentration occur; calculation of the volumes of overflow and local flow water; determination of the land use type; calculation of potential irrigated area; and economic efficiency assessment. The criteria and indicators for using the estuary irrigation technology were established: allowable depth of groundwater for fresh water – 1.5 m and for salt – 3.0 m; allowable groundwater mineralization is 3 g/l; optimal slope – up to 0.02; water absorption rate in soil for the first hour – 1-5 m per hour. Technical realization of the estuary irrigation technology is possible on the base of developed engineering solution, a key element of which is the differentiated block of water allocation enables to use waters either from local flow from higher situated catchment area, or from the regular irrigation source including overflow waters from canals and ponds.

Keywords: increasing the efficiency of irrigation systems, estuary irrigation system, expansion of the irrigated area, complex use of overflow and local flow waters, organization of estuary irrigation technology.

Ежегодно на оросительных системах Ростовской области при заполнении каналов, а также во время опорожнения на сброс идут большие объемы оросительной воды (таблица 1). Так, на семи крупных оросительных системах Ростовской области, общая площадь орошения на которых составляет 208,136 тыс. га, объем воды, поданной на орошение, по данным управления ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» в среднем за последние годы составляет 614,856 млн м<sup>3</sup>. При этом объем воды, сбрасываемой при опорожнении, составляет 51,2 млн м<sup>3</sup>.

**Таблица 1 – Потенциальная площадь орошения при использовании вод, сбрасываемых с оросительных систем в осенний период**

Название оросительной системы	Площадь орошаемых земель, тыс. га	Суммарный объем воды, поданный на орошение, млн м <sup>3</sup>	Объем вод, сбрасываемых в осенний период, млн м <sup>3</sup>	Площадь орошения при заданной оросительной норме, тыс. га		
				1500 м <sup>3</sup> /га	2000 м <sup>3</sup> /га	2500 м <sup>3</sup> /га
1	2	3	4	5	6	7
Азовская ОС	28,783	86,349	6,44	4,293	3,220	2,576
Багаевская ОС	34,200	102,6	5,47	3,647	2,735	2,188
Садковская ОС	4,100	12,3	0,38	0,253	0,190	0,152

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Верхне-Сальская ОС	29,116	87,348	6,97	4,647	3,485	2,788
Донская ОС	36,806	110,418	11,33	7,553	5,665	4,532
Нижнедонская ОС	42,838	128,514	12,65	8,433	6,325	5,060
Пролетарская ОС	29,109	87,327	7,96	5,307	3,980	3,184
Всего	204,952	614,856	51,2	34,133	25,600	20,480

Несложно подсчитать, что таким объемом воды при норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га можно дополнительно полить от 20,5 до 34 тыс. га. Это составляет от 10 % до 17 % всех орошаемых земель на данных оросительных системах.

Помимо этого оросительные системы вносят определенные изменения в формирование местного стока в зоне их действия. Трассы каналов, проходя по склонам водоразделов, отсекают значительные водосборные площади и преграждают путь талым и ливневым водам. Талые и ливневые воды, встречая на своем пути приканальные дамбы, формируются вдоль них в сосредоточенные потоки. Объем отводимой воды достигает значительных величин.

Так среднемноголетний объем талых вод с водосборных площадей, прилегающих к магистральным каналам Ростовской области, в среднем составляет 68,1 млн м<sup>3</sup> (таблица 2) [1]. При норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га таким объемом воды можно оросить от 23 до 45 тыс. га (таблица 3). По нашим расчетам это составляет от 22 % до 25 % площади орошаемых земель на этих оросительных системах. Однако эти объемы воды в настоящее время не используются и бесполезно сбрасываются в водоприемники через ливнепропускные сооружения по балкам и сбросным каналам.

Основной причиной, по которой невозможно использовать объемы воды, указанные в таблицах 1 и 2, это временное несовпадение с вегетационным периодом. Для решения данной проблемы необходимо решить за-

дачу по аккумулярованию этих вод и дальнейшему их использованию для целей орошения.

**Таблица 2 – Объем талых вод с водосборных площадей, прилегающих к магистральным каналам Ростовской области**

Наименование каналов	Протяженность канала, км	Прилегающая водосборная площадь, км <sup>2</sup>	Объем талых вод при различной обеспеченности (P, %) стока, млн м <sup>3</sup>			
			среднегодовой	P = 75 %	P = 50 %	P = 25 %
Азовский магистральный канал	92,2	806,58	13,3	2,2	9,1	19,9
Багаевский магистральный канал	36,6	151,5	2,2	0,3	1,5	3,4
Садковский магистральный канал	10,6	64,8	0,7	0,1	0,5	1,6
Верхне-Сальский магистральный канал	99,0	442,40	10,5	1,8	7,3	15,7
Донской магистральный канал	112,2	1286,10	23,5	4,7	16,7	34,9
Нижне-Донской магистральный канал	73,8	283,45	4,4	0,5	2,9	6,7
Пролетарский магистральный канал	83,6	1132,80	13,5	2,6	9,5	20,1
Всего	508	4167,63	68,1	12,2	47,5	102,3

Что касается земельных ресурсов на оросительных системах, то и здесь можно отметить их недостаточно эффективное использование в плане орошения как из-за неблагоприятных эколого-мелиоративных показателей, так и из-за отсутствия в ряде хозяйств поливной техники.

Так, например, в 2011 году на Донской оросительной системе Ростовской области по данным ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» общая площадь орошения составила 36,8 тыс. га. Из этой площади на орошение дождеванием пришлось 6,3 тыс. га, что составляет 2,5 %.

Отсюда следует, что дождевальная техника используется на незначительных площадях, а большая часть орошаемых площадей поливается поверхностными способами более грузными поливными нормами, что порою ведет к перерасходу оросительной воды в вегетационный период.

**Таблица 3 – Потенциальные площади орошения при использовании вод местного стока, концентрирующегося вдоль магистральных каналов**

Наименование каналов	Площадь орошения заданной нормой орошения при различном проценте обеспеченности стока, тыс. га											
	1500 м <sup>3</sup> /га				2000 м <sup>3</sup> /га				2500 м <sup>3</sup> /га			
	средне-голетний	<i>P</i> = 75 %	<i>P</i> = 50 %	<i>P</i> = 25 %	средне-голетний	<i>P</i> = 75 %	<i>P</i> = 50 %	<i>P</i> = 25 %	средне-голетний	<i>P</i> = 75 %	<i>P</i> = 50 %	<i>P</i> = 25 %
Азовский МК	15,67	3,13	11,13	23,27	11,75	2,35	8,35	17,45	7,83	9,40	1,88	6,68
Багаевский МК	2,93	0,33	1,93	4,47	2,20	0,25	1,45	3,35	1,47	1,76	0,20	1,16
Садковский МК	9,00	1,73	6,33	13,40	6,75	1,30	4,75	10,05	4,50	5,40	1,04	3,80
Верхне-Сальский МК	7,00	1,20	4,87	10,47	5,25	0,90	3,65	7,85	3,50	4,20	0,72	2,92
Донской МК	8,87	1,47	6,07	13,27	6,65	1,10	4,55	9,95	4,43	5,32	0,88	3,64
Нижне-Донской МК	1,47	0,20	1,00	2,27	1,10	0,15	0,75	1,70	0,73	0,88	0,12	0,60
Пролетарский МК	0,47	0,07	0,33	1,07	0,35	0,05	0,25	0,80	0,23	0,28	0,04	0,20
Всего	45,40	8,13	31,6	68,20	34,05	6,10	23,7	51,15	22,70	27,24	4,88	19,00

Кроме того, в зоне действия оросительных систем существуют земли, по какой-либо причине не вовлеченные в орошение. В основном это земли, не подходящие по уклону и конфигурации, а также неудовлетворительного мелиоративного состояния. К таким землям могут относиться богарные участки, примыкающие к орошаемому массиву, а также участки, расположенные вдоль сбросных трактов оросительных систем и не вовлеченные в сельскохозяйственное использование по иным причинам.

В то же время, как отмечают в своих публикациях Г. Г. Гулюк, В. И. Ольгаренко, В. Н. Щедрин, А. В. Колганов и другие ученые, повышение эффективности водопользования на оросительных системах, повышение коэффициента полезного действия (КПД), коэффициента использования воды (КИВ), коэффициента земельного использования (КЗИ) представляет один из мощных рычагов прогресса орошаемого земледелия, восстановления и развития оросительных мелиораций в целом.

Перспективным решением повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов на оросительных системах, вовлечения ранее неиспользованных земель в орошение, а также использования непроизводительно сбрасываемых вод в осенний и весенний период может быть реализация технологии орошения ярусными системами по типу лиманов.

Лиманное орошение применялось на первоначальных этапах развития орошаемого земледелия, где главным и единственным источником орошения являлись воды местного стока (талые снеговые и ливневые воды с водосборной площади, паводковые воды рек). Это было, как правило, одноразовое весеннее затопление, что представляло собой влагозарядковый полив, путем задержания стока земляными валами высотой от 0,5 до 4 м. Однако в разрезе рассматриваемых в статье вопросов принципы и усовершенствованная технология лиманного орошения могут, на наш взгляд, успешно вышеуказанные задачи.

Система лиманного орошения – это совокупность инженерных со-

оружений (плотины, пруды, водохранилища, вододерживающие и водораспределяющие валы, каналы, водосбросные сооружения и водообходы), предназначенных для затопления площади лимана. Ярусы лиманов, интегрированные с системами регулярного орошения, как раз и будут играть роль аккумуляторов влаги, задерживающих как воды местного стока, так и сбросные воды с оросительных систем.

Для принятия решения об организации технологии лиманного орошения нами была разработана алгоритм, представленный в виде блок-схемы на рисунке 1.

Первой задачей в процессе принятия решения об организации технологии лиманного орошения является выявление местоположения участков технологического сброса оросительных вод и сосредоточения местного стока, так как именно эти воды служат источниками орошения.

Далее необходимо рассчитать объемы воды, высвобождаемой при опорожнении системы или участка, приуроченного к конкретному сбросному сооружению, и объемы местного стока, проходящего в весенний период. Также на данном этапе необходимо уточнить время прохождения этих вод.

Зная объем и время прохождения этих вод, можно теоретически рассчитать площадь орошения. Для этого необходимо определить вид сельскохозяйственного использования потенциально орошаемых земель и подобрать набор культур с учетом особенностей лиманного орошения. К таким особенностям относится влагозарядковый полив путем кратковременного затопления территории лиманов, увлажнение почвы только в период прохождения местного стока весной или опорожнения оросительной системы осенью, а также неравномерность увлажнения почвы, связанная с естественным рельефом территории лимана.

В зависимости от вида сельскохозяйственного использования участка, на которых возможна организация технологии лиманного орошения, подразделяются на три категории.



**Рисунок 1 – Алгоритм принятия решения об организации технологии лиманного орошения**

К первой категории относятся богарные участки, примыкающие к оросительным системам. Организация предлагаемой технологии орошения на таких участках наиболее перспективна. Эти участки уже вовлечены



в сельскохозяйственное использование, и организация орошения повысит урожайность на них.

Ко второй категории относятся участки, ранее не вовлеченные в сельскохозяйственное использование по причине неудовлетворительного эколого-мелиоративного состояния, наличия уклонов, не позволяющих применять поливную технику, а также конфигурации, не позволяющей эффективно использовать технические средства почвообработки. Это участки расположены вдоль сбросных трактов оросительных систем, ниже ливнепропускных сооружений, а также на склонах овражно-балочной сети.

Третья категория – это участки на территории оросительных систем. Если нет возможности реализовать технологию лиманного орошения на участках первой и второй категориях, то остается вариант использования самой территории оросительных систем. При этом совмещение технологии орошения, ранее применяемой на этих участках, с лиманным орошением может привести к снижению экономической эффективности на этих участках. Однако в целом, за счет рационального использования водных ресурсов, эффективность работы оросительной системы будет увеличена, что является приоритетным.

На основании проанализированных нами данных, участки, на которых перспективно устройство технологии лиманного орошения, должны удовлетворять условиям ее применения, представленным в таблице 4.

**Таблица 4 – Условия применения технологии лиманного орошения**

Критерий	Допустимая глубина залегания пресных (числитель) и соленых (знаменатель) грунтовых вод, м	Допустимая минерализация грунтовых вод, г/л	Оптимальные уклоны	Скорость впитывания за первый час, см/ч
Показатель	1,5/3	3	До 0,02	1-5

Отдельным критерием является удобство сельскохозяйственного использования орошаемой территории. Он зависит от наличия и марки оросительной и сельскохозяйственной техники в хозяйстве.

В процессе принятия решения об организации технологии лиманного орошения приоритет отдается первой категории участков. Если такие участки не удовлетворяют критериям применения технологии лиманного орошения, переходят к анализу участков, входящих во вторую категорию. При несоблюдении условий и на этих участках переходят к анализу участков из третьей категории. Если же и эти участки не удовлетворяют выбранным критериям, следует отказаться от организации выбранной технологии орошения.

Выбранный вариант организации технологии лиманного орошения оценивается с точки зрения экономической эффективности и срока окупаемости, после чего принимается окончательное решение по реализации данной технологии.

Технически реализация технологии лиманного орошения возможна на основе разработанного нами патента № 2467561 «Оросительная система с использованием местного стока» [2]. Ключевым элементом в данном техническом решении является дифференцированный узел водораспределения, который позволяет использовать как воды местного стока с вышерасположенной водосборной площади, так и воды из регулярного источника орошения. В качестве регулярного источника орошения могут быть использованы сбросные воды как непосредственно из каналов, так и из промежуточных резервуаров – прудов.

Таким образом, включение в состав оросительной системы дифференцированных узлов водораспределения позволит осуществлять поливы как затоплением, так и дождеванием, снизит энергетические затраты на подачу воды, позволит использовать технологию циклического (периодического) орошения, обеспечивая благоприятную эколого-мелиоративную обстановку территории.

При создании новых систем лиманного орошения к ним необходимо предъявлять высокие требования: они должны быть технически совершен-

ными, обеспечивать экономное и наиболее эффективное использование воды, исключать возможность подъема уровня грунтовых вод и возможность вторичного засоления почв, гарантировать получение высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур, возделываемых на их площадях.

### **Выводы.**

Таким образом, реализация усовершенствованной технологии лиманного орошения, предполагающей использование вод местного стока в комплексе с водами, идущими на сброс во время опорожнения оросительных систем, открывает широкие возможности дополнительного расширения орошаемой площади без привлечения дополнительных источников орошения и без какой-либо реконструкции магистральных каналов и сооружений на них.

Объем воды, сбрасываемой при опорожении магистральных каналов семи крупных оросительных систем Ростовской области, достигает значительных величин и составляет 51,2 млн м<sup>3</sup>. При норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га таким объемом воды можно дополнительно полить от 20,5 до 34 тыс. га.

Среднемноголетний объем талых вод с водосборных площадей, прилегающих к магистральным каналам Ростовской области, в среднем составляет 68,1 млн. м<sup>3</sup>. При норме орошения 1500-2500 м<sup>3</sup>/га таким объемом воды можно оросить от 23 до 45 тыс. га.

При дополнительном расширении орошаемой площади на базе комплексного использования местного стока и вод, идущих на сброс, усовершенствованная технология лиманного орошения позволит повысить эффективность работы оросительных систем за счет повышения КПД, КИВ, КЗИ.

### **Список использованных источников**

1 Тимченко, Н. С. Максимальное использование обводнительно-оросительных систем / Н. С. Тимченко. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 35 с.

2 Пат. 2467561 Российская Федерация, МПК (7) А 01 G 25/00. Оро-  
сительная система с использованием местного стока / Щедрин В. Н., Ва-  
сильев С. М., Гостищев В. Д., Снопич Ю. Ф., Акоюн А. В., Кузьми-  
чев А. А.; заявитель и патентообладатель Российский науч.-исслед. ин-т  
проблем мелиорации. – № 2011101196/13; заявл. 12.01.2011; опубл.  
20.07.2012, Бюл. № 26 (II ч.). – 6 с.

---

**Кузьмичев Александр Анатольевич** – Федеральное государственное бюджетное на-  
учное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиора-  
ции» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), младший научный сотрудник.

Контактный телефон 8 (8635) 266500.

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

**Kuzmichev Aleksandr Anatolyevich** – Federal State Budget Scientific-Research  
Establishment “Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems”  
(FSBSE “RSRILIP”), Junior Researcher.

Contact telephone number: 8 (8635) 266500.

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)