

**Список использованных источников**

1 Азимбаев, С. А. Пути улучшения фосфорного питания деградированных земель / С. А. Азимбаев, Т. Ю. Лесник, А. Сайымбетов // Направления развития современных систем земледелия: междунар. науч.-практ. интернет-конф., г. Херсон, 11 декабря 2013 г. – Херсон: ХГАУ, 2013. – С. 83–88.

2 Мурадов, Ш. О. Научное обоснование водоустойчивости аридных территорий юга Узбекистана / Ш. О. Мурадов. – Ташкент: Фан, 2012.

3 Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2005. – № 1. – С. 32–36.

4 Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна реки Амударья) / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник, Р. Т. Хожамуратова. – Нукус: Изд-во «Qaraqalpaqstan», 2016. – 188 с.

УДК 631.62; 626.86

**А. С. Капустян**

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

**ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ЛОКАЛЬНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

*В статье рассмотрен порядок обоснования использования дренажных вод для орошения на локальных оросительных системах. Приведены варианты расчета объема дренажного стока с орошаемых территорий в зависимости от типа облицовки оросительного канала, включающие расчет потерь воды на фильтрацию из оросительной сети, расчет модуля и объема дренажного стока с оросительной системы, а также расчетную эффективность от экономии оросительной воды. Предложены технические приемы использования дренажных вод на орошение и технологические схемы их очистки.*

*Ключевые слова: объем дренажного стока, фильтрация из оросительной сети, повторное использование дренажных вод, технологические схемы очистки дренажных вод, типы облицовок оросительного канала.*

Существующая технология орошения предусматривает изъятие воды из источника орошения, при этом объем безвозвратного использования воды равен разности между забором и возвратом ирригационного стока.

В условиях дефицита водных ресурсов среди альтернативных источников орошения важное место занимает дренажный сток с орошаемых территорий, его объем в России оценивается в 4–5 км<sup>3</sup> в год [1].

Ирригационное питание грунтовых вод на орошаемой территории следует считать основным искусственным фактором, формирующим объем дренажного стока, который находится в прямой зависимости от КПД системы, применяемых способов и режимов орошения, техники и технологии полива и величины оросительной нормы.

Фильтрационные потери из всех элементов оросительной сети являются основным сосредоточенным источником фильтрационного питания грунтовых вод. Потери воды из межхозяйственной и внутрихозяйственной сетей зависят от типа облицовки, периодичности работы, литологического сложения грунтов, в которых проложена оросительная сеть.

Рассмотрим варианты расчета объема дренажного стока с орошаемых территорий при локальной системе орошения по обобщенным показателям: площадь ороси-

тельной – системы 4835 га, оросительная норма – 5200 м<sup>3</sup>/га, КПД системы – 0,77, 0,93, 0,97.

Согласно нормативным документам потери воды на фильтрацию из оросительных каналов можно определить по следующей зависимости [2, 3]:

$$V_e = \frac{1-\eta_t}{\eta_t} \cdot Jnt, n, \quad (1)$$

где  $\eta_t$  – коэффициент полезного действия внутривозвратной оросительной сети;

$Jnt, n$  – величина оросительной нормы.

В соответствии с существующими на оросительных системах типами облицовок оросительных каналов, потери на фильтрацию из оросительной сети составят от 160,82 до 1552,25 м<sup>3</sup>/га (таблица 1).

**Таблица 1 – Потери воды на фильтрацию из оросительной сети в зависимости от типа облицовки оросительного канала**

Показатель	Тип облицовки оросительного канала		
	В земляном русле (вариант 1)	Бетонно-монолитная облицовка (вариант 2)	Облицовка из полимерных материалов (вариант 3)
Величина оросительной нормы, м <sup>3</sup> /га	5200	5200	5200
КПД оросительной сети	0,77	0,93	0,97
Потери воды на фильтрацию из оросительной сети, м <sup>3</sup> /га	1552,25	391,40	160,82

При отсутствии специальных наблюдений на орошаемых массивах для оценочных расчетов объема дренажного стока следует использовать метод водного баланса.

Модуль дренажного стока за расчетный период определяется по формуле [2, 3]:

$$q_d = \frac{W}{10000t}, \text{ м}^3/\text{сут с } 1 \text{ м}^2, \quad (2)$$

где  $W$  – нагрузка на дренаж, м<sup>3</sup>/га;

$t$  – продолжительность расчетного периода, сут.

Так как потери воды на фильтрацию из оросительной сети являются основной нагрузкой на дренаж, модуль дренажного стока в зависимости от типа облицовки канала изменяется от 0,000089 до 0,000862 м<sup>3</sup>/сут с 1 м<sup>2</sup> (таблица 2).

**Таблица 2 – Модуль дренажного стока на оросительной системе при различных облицовках оросительного канала**

Показатель	Тип облицовки оросительного канала		
	В земляном русле (вариант 1)	Бетонно-монолитная облицовка (вариант 2)	Облицовка из полимерных материалов (вариант 3)
Модуль дренажного стока, м <sup>3</sup> /сут с 1 м <sup>2</sup>	0,000862	0,000217	0,000089

Расчетный объем дренажного стока с оросительной системы в данных условиях составит от 4303,15 до 41677,70 м<sup>3</sup>/сут (таблица 3).

При организации повторного использования дренажных вод для целей орошения в течение поливного сезона расчетная экономическая эффективность от экономии поливной воды составит от 11618,51 до 112529,79 руб. (таблица 4).

В рассмотренных условиях выделяются следующие основные технические приемы использования дренажных вод на орошение:

- повторное использование без разбавления дренажного стока;
- повторное использование с последовательным разбавлением дренажного стока;
- повторное использование или сброс дренажных вод в водоприемники после их очистки от вредных примесей.

**Таблица 3 – Расчетный объем дренажного стока с оросительной системы**

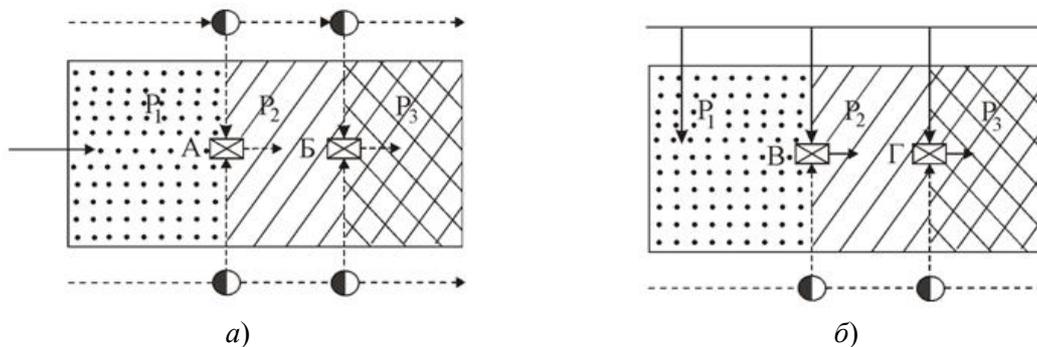
Показатель	Тип облицовки оросительного канала		
	В земляном русле (вариант 1)	Бетонно-монолитная облицовка (вариант 2)	Облицовка из полимерных материалов (вариант 3)
Объем дренажного стока, м <sup>3</sup> /сут	41677,70	10491,95	4303,15

**Таблица 4 – Расчетная эффективность от экономии оросительной воды за счет использования дренажных вод на оросительной сети**

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Объем дренажного стока, м <sup>3</sup> /сут	41677,70	10491,95	4303,15
Стоимость подачи 1 м <sup>3</sup> оросительной воды, руб.	2,70	2,70	2,70
Эффективность от экономии оросительной воды, руб.	112529,79	28328,26	11618,51

Схема повторного использования дренажной воды предусматривает не менее двух поливных участков, оборотного – один участок. Под поливным участком понимается массив, подвешенный к гидротехническому узлу, в котором производится выдел пресной или дренажной воды (или их смеси) на орошение этого массива.

Схема повторного использования воды без разбавления дренажного стока приведена на рисунке 1, а.



Условные обозначения

- - оросительная вода
- → - дренажный сток
- ⊠ - узлы, через которые дренажно-сбросной сток подается на орошение
- - 1-й поливной участок
- /// - 2-й поливной участок
- XXX - 3-й поливной участок
- - насосная станция

а – без разбавления дренажного стока;

б – с разбавлением дренажного стока поливной водой

**Рисунок 1 – Схемы повторного использования дренажных вод**

Первый участок P<sub>1</sub> орошается пресной водой. Дренажный сток с него через узел А подается на ниже расположенный участок P<sub>2</sub>, сток с которого через узел Б на участок P<sub>3</sub> и т. д.

В неразбавленном виде дренажные воды направляются на орошение только

в тех случаях, когда их минерализация не превышает предельно-допустимой величины, например, на незасоленных землях и при выращивании солеустойчивых сельскохозяйственных культур. Так как дренажный сток не разбавляется пресной водой, его многократное использование ограничено.

На рисовых системах этот сток может служить для орошения без разбавления пресной водой, как правило, не более одного раза.

Схема повторного использования дренажных вод с последовательным ее разбавлением представлена на рисунке 1, б.

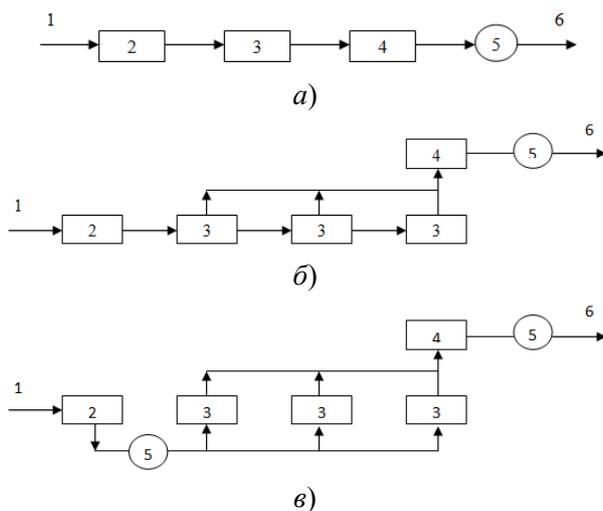
На первый участок  $P_1$  подается только пресная вода, разбавленный пресной водой дренажный сток с него – на нижерасположенный второй участок  $P_2$ , сток с которого (также разбавленный) – на участок  $P_3$  и т. д.

На схеме повторного использования воды, которая изображена на рисунке 1, б, разбавление дренажного стока может осуществляться в точках В и Г, при большом количестве поливных участков – соответственно перед каждым из них.

В зависимости от природных и водохозяйственных условий задача повторного или оборотного использования воды может рассматриваться в двух вариантах – расширение площади орошения за счет дренажных вод без увеличения безвозвратного забора воды из источника или уменьшение забора воды из источника за счет дренажных вод при сохранении площади орошения неизменной. Принимается, что в первом варианте безвозвратный забор пресной воды из источника при использовании на орошение дренажных вод должен быть таким же, как и при однократном (обычном) использовании воды, обеспечивающем орошение заданной площади.

В последние годы резко возросла загрязненность водных объектов сточными водами сельскохозяйственного производства. В районах орошаемого земледелия основным поставщиком в водные объекты пестицидов, металлов, биогенных элементов и минеральных солей являются дренажно-сбросные воды, которые практически без очистки сбрасываются в открытые водоемы. Разработка мер защиты поверхностных вод от загрязнения возвратными водами сельскохозяйственного производства является важнейшей проблемой, решение которой требует создания новых эффективных технологий по их очистке. Перспективными в этом направлении являются сорбционные методы с применением местных фильтрующих материалов.

Для локальной оросительной системы можно предложить следующие технологические схемы очистки дренажных вод (рисунок 2) [4, 5].



1 – исходная вода; 2 – механическая очистка (осветлительный пруд); 3 – сорбционная очистка; 4 – наполнительная емкость; 5 – насосная станция; 6 – очищенный сток

**Рисунок 2 – Технологические схемы очистки дренажных вод**

С учетом количественных и качественных характеристик дренажных вод технологические схемы их очистки должны включать сооружения механической и сорбционной очистки. При больших объемах дренажных вод (вариант 1) для нормальной бесперебойной работы очистные сооружения должны располагаться не только на дренах, но и на крупных коллекторах, имеющих водовыпуски в естественные водоприемники (реки, балки, овраги, пруды и пр.). На закрытых коллекторах можно отказаться от механической очистки, достаточно предусмотреть защитные решетки.

Физико-механическая очистка может включать одну, две ступени и более, состоять из наполнительной емкости и системы сорбционных фильтров.

При принятии решения о технологической схеме очистки необходимо учитывать также и ряд факторов социально-экономического характера: площади отторгаемых земель, избыток или дефицит рабочей силы, воздействие на окружающую среду и т. п. Следует принимать во внимание и такие технические факторы, как надежность работы очистных сооружений, возможность их расширения и реконструкции в перспективе при увеличении нагрузок и др.

В качестве очистного сооружения на закрытых коллекторах (вариант 2, 3) рекомендуется схема *а*, представленная на рисунке 2, включающая в себя: собирательную емкость с блоком механической очистки, сорбционную очистку (блочные сменные фильтры или адсорбер), наполнительную емкость и насосную станцию.

Схемы *б* и *в* на рисунке 2 предусматривают две ступени очистки дренажно-сбросных вод из открытых коллекторов: первая – от механических примесей; вторая – от растворенных загрязнений.

Очистка от механических примесей возможна посредством пропускания дренажных вод через предварительные фильтры (префильтры) или путем осаждения в отстойниках. После очистки от механических примесей вода подается в систему сорбционных фильтров, число и размеры которых определяются в каждом конкретном случае.

Очистка по схеме рисунка 2, *б* предусматривает подачу воды на очистные сооружения, представляющие собой инфильтрационные пруды, дно которых покрыто сорбционным материалом. Для повторного использования дренажных вод под прудами закладываются перфорированные трубы, и вода отводится в собирательную емкость. При очистке по схеме рисунка 2, *в* ложе прудов выполняется из водонепроницаемого материала (полиэтиленовая пленка, бетон и др.). Подача воды осуществляется через насыпной фильтр восходящим потоком с отводом ее в собирательную емкость или на сброс.

Возможность повторного использования очищенной от вредных примесей воды должна оцениваться по результатам дополнительного исследования стока.

При выборе оптимальной схемы использования дренажно-сбросного стока для орошения следует учитывать все критерии ее эффективности в совокупности с конкретными природными и хозяйственными условиями и отдавать предпочтение той из них, которая наилучшим образом отвечает требованиям охраны водных ресурсов от истощения и загрязнения и характеризуется лучшими экономическими показателями. При определении последних необходимо иметь в виду, что использование дренажного стока и сокращение забора пресной воды на единицу орошаемой площади позволяют снизить потребную мощность насосных станций, соответственно, затраты на их строительство и эксплуатацию, а также уменьшить сечение каналов, вследствие чего сократятся объемы земляных работ и расход бетона на гидротехнические сооружения.

#### Список использованных источников

1 Кирейчева, Л. В. Повторное использование дренажного стока для локальных участков орошения [Электронный ресурс] / Л. В. Кирейчева. – Режим доступа: <http://eeca-water.net/content/view/501/52/lang,russian>, 2010.

2 Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на оросительных землях.

Нормы проектирования: ВСН 33-2.2.03-86: утв. Минводхоз СССР 30.07.86: введ. в действие с 01.01.87. – М., 1987. – 115 с.

3 Обоснование объемов и качества дренажных вод с орошаемых земель: пособ. к ВСН 33-2.2.03-86. – М., 1994. – 128 с.

4 Щедрин, В. Н. Очистка дренажно-сбросных вод от вредных примесей / А. С. Капустян, В. Н. Щедрин // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 6. – С. 32–34.

5 Капустян, А. С. Очистка и утилизация дренажно-сбросных вод оросительных систем / А. С. Капустян, В. П. Пальцев, А. В. Щедрина. – М., 2000. – 242 с.

УДК 626.80; 626.81/.84

**Г. А. Сенчуков, Т. С. Пономаренко, А. Н. Рыжаков, А. В. Бреева**

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

### **АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗОНЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРОЛЕТАРСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В статье представлена динамика различных показателей (водозабор в систему и потери при транспортировке, изменения площади орошаемых земель и количества дождевальной техники и др.), характеризующих водохозяйственный комплекс Пролетарской оросительной системы. Проведен анализ этих показателей и сделаны общие выводы о состоянии водохозяйственного комплекса данной оросительной системы.*

*Ключевые слова: водохозяйственный комплекс, оросительная система, орошаемые площади, рис, магистральный канал.*

В рамках государственного задания ФГБНУ «РосНИИПМ» проводились научно-исследовательские работы, включающие водохозяйственные исследования на участке Пролетарского магистрального канала. В ходе НИР выполнялся комплекс работ, в том числе:

- сбор и анализ материалов, характеризующих изученность объекта – представителя;
- инженерно-геодезические изыскания в створах каналов на орошаемых землях, согласно требованиям СП 47.13330.2012;
- наблюдения за режимом водного потока в звене головное водозаборное сооружение – канал – орошаемые участки – сброс (ГВС – К – ОУ – С).

В настоящей статье приводятся некоторые результаты проведенных изысканий.

Пролетарская оросительная система функционирует ежегодно с третьей декады апреля по третью декаду октября. Общий объем водозабора составляет порядка 650 млн м<sup>3</sup> в год (по данным эксплуатации за 2014 г.).

На рисунке 1 представлены данные по водозабору в систему и потерям при транспортировке за период с 1998 по 2014 г.

За указанный период наблюдений наибольший объем подачи воды отмечался в 2014 г. (более 650 млн м<sup>3</sup>), но и потери вместе с тем также были самыми высокими (порядка 15 %). Наименьший объем водозабора, составившего порядка 450 млн м<sup>3</sup>, наблюдался в 1998 г.

Основными статьями расхода воды из Пролетарского канала являются следующие: передача в другие системы – 7,0 %, подпитка водохранилищ – 29,7 %, заполнение прудов – 0,3 %, орошение – 48,0 %, потери при транспортировке – 15,0 %.

На рисунке 2 представлены основные статьи расхода воды из Пролетарского канала за период с 1998 по 2014 г., за исключением потерь на транспортировку.

В период с 1998 по 2005 г. включительно водозатраты на подпитку водохрани-