

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-13-20>

УДК 626.86: 631.62:631.11



УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕНАЖНОГО СТОКА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.Е. Хаджиди^{1✉}, Е.В. Кузнецов¹, А.Е. Новиков^{2,3}¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина; 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, Россия² ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»; 400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9, Россия³ Волгоградский государственный технический университет; 400005, г. Волгоград, пр-кт им. Ленина, 28, Россия

Аннотация. Цель исследований заключалась в разработке технологии утилизации дренажного стока осушительной системы для сохранения агроресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий на примере Темрюкского района Краснодарского края. Оценку природно-климатических и гидрогеологических особенностей территории исследования проводили по агрометеорологическим параметрам с выходом на коэффициент увлажнения Д.И. Шашко, геоморфологическому строению рельефа и геологическому строению подстилающей породы. Осушительная система конструктивно содержит регулируемую открытую сеть протяженностью 17 км для сбора поверхностных вод и отведения дренажного стока, 3-ступенчатый пруд-испаритель, в котором последовательно протекают процессы механической и биологической очистки стока, утилизации естественным испарением, насосную станцию с водосбросом в природный водоток. Рассмотрены основные конструктивные особенности пруда-испарителя и протекающие в нем процессы очистки дренажного стока. По результатам гидрохимического исследования качества дренажного стока после очистки установлено, что воды соответствуют II классу качества с индексом загрязнения 0,86 и могут быть экологически безопасно сброшены в естественный водоток. Таким образом, запроектированный для осушительной системы пруд-испаритель со ступенчатой очисткой дренажного стока механическим и биологическим способами обеспечивает экологически безопасную его утилизацию путем испарения и сброса в р. Казачий Ерик, способствует предотвращению подтопления и переувлажнения сельскохозяйственных земель, сохранению их продуктивности и эффективному использованию.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, подтопление, переувлажнение, осушительная система, пруд-испаритель, очистка стока, утилизация стока, испарение

Формат цитирования: Хаджиди А.Е., Кузнецов Е.В., Новиков А.Е. Утилизация дренажного стока осушительной системы // Природообустройство. 2025. № 1. С. 13-20. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-13-20>

Original article

UTILIZATION OF DRAINAGE RUNOFF FROM THE DRAINAGE SYSTEM

А.Е. Khadzhidi^{1✉}, E.V. Kuznetsov¹, A.E. Novikov^{2,3}¹ KUBAN State Agrarian University named after I.T. Trubilin; Kalinina St., 13, Krasnodar, 350044, Russia² VNIIOZ – branch of the Federal State Budgetary Institution “FNTS VNIIGiM named after A.N. Kostyakov”, 400002, Volgograd, ul. named after Timiryazev, 9, Russia³ Volgograd State Technical University; 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia

Abstract. The purpose of the study: to develop a technology for the utilization of drainage runoff of the drainage system to preserve the agro-resource potential of agricultural land on the example of the Temryuk district of the Krasnodar Territory. **Materials and methods.** The assessment of the natural, climatic and hydrogeological features of the study area was carried out according to agrometeorological parameters with access to the moisture coefficient of D.I. Shashko, the geomorphological structure of the relief and the geological structure of the underlying rock. The drainage system structurally contains a 17 km long regulating open network for the collection of surface water and drainage runoff, a 3-stage evaporation pond, in which the processes of mechanical and biological wastewater treatment, utilization by natural evaporation, a pumping station with a spillway into a natural watercourse are sequentially carried out. **Results.** The paper considers the main design features of the evaporation pond and the processes of drainage treatment taking place in it. According to the results of the hydrochemical study of the quality of drainage runoff after treatment, it was found that the water corresponds to quality class II with a pollution index of 0.86 and can be environmentally safely discharged into a natural watercourse. Conclusion: the evaporation pond designed for the drainage system with stage-by-stage treatment of drainage flow by mechanical

and biological methods ensures its environmentally safe disposal by evaporation and discharge into the Kazachy Erik River, contributes to the prevention of flooding and waterlogging of agricultural lands, preservation of their productivity and effective use.

Keywords: agricultural land, flooding, waterlogging, drainage system, evaporation pond, wastewater treatment, wastewater disposal, evaporation

Format of citation: Khadjidi A.E., Kuznetsov E.V., Novikov A.E. Utilization of drainage runoff from the drainage system // Prirodoobustroistvo. 2025. No. 1. P. 13-20. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-13-20>

Введение. В России в последние десятилетия наметилась тенденция роста урожайности сельскохозяйственных культур за счет реализации новых агротехнологий и использования современных селекционных достижений. При этом резервы дальнейшего роста урожайности не исчерпаны, особенно на мелиорированных землях. В условиях Краснодарского края особо остро проявляется проблема подтопления и переувлажнения земель, что обусловлено изменением температурного режима и смещением годовой нормы осадков в сторону осенне-зимнего периода. Проявление этого феномена было отмечено еще в 1987-1988 гг. на площади 280 тыс. га пахотных земель, а затем – более масштабно в 1998-1999 гг. на площади около 550 тыс. га. В Краснодарском крае в 2007 г. было выведено из севооборота по причине переувлажнения почти 19% пашни. В 2023 г. количество выпавших осадков в осенне-зимний период на территории некоторых районов значительно превысило месячные нормы. Особо следует отметить подтопление степных агроландшафтов западной части Кубани на Таманском полуострове.

Для своевременного отвода поверхностных вод из понижений полей, дренажного стока с орошаемых земель в целях предотвращения их переувлажнения и развития ирригационно-эрозийных процессов, сопровождающихся потерей почвенного плодородия, традиционно используют обустройство осушительных каналов по периметру сельхозугодий, создание уклонов от центра к периферии участков пашни, водосборные сооружения, в том числе локальные дренажные колодцы [1, 2]. Такой комплекс агромелиоративных и гидротехнических работ позволяет более эффективно использовать земли сельскохозяйственного назначения [3-5]. Однако при этом возникает проблема утилизации образуемого дренажного стока при сохранении экологической безопасности агроэкосистем [6, 7].

В процессе обследования сельскохозяйственных земель Темрюкского района Краснодарского края были выявлены начальные стадии их деградации ввиду подтопления и переувлажнения почв. Это и предопределило **цель настоящей работы** – разработать технологию

утилизации дренажного стока осушительной системы для сохранения агроресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий на локальном уровне.

Материалы и методы исследований. При разработке технологии утилизации дренажного стока на осушительной системе были изучены природно-климатические и гидрогеологические особенности территории.

Климат рассматриваемого региона – умеренно континентальный с недостаточным увлажнением. Лето – сухое и жаркое со средней температурой плюс 24°C, зима – умеренно мягкая и влажная, с октября по март выпадает около 60% осадков. Градиенты атмосферного давления обуславливают слабоустойчивые по направлению ветры в теплый период года и устойчивые по направлению и наибольшие по скорости в холодный период года.

Коэффициент увлажнения территории оценивали по методике Д.И. Шашко^{1,2}:

$$КУ = \frac{\sum P}{\sum d},$$

где $\sum P$ – количество осадков за рассматриваемый период, мм; $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности за рассматриваемый период (показатель испаряемости), мм.

Анализ среднеежегодных значений агрометеопараметров в год 75% обеспеченности осадками подтверждает переувлажнение территории исследования в непродуктивные для вегетации растений месяцы: максимальное увлажнение приходится на ноябрь, декабрь и январь с КУ 3,0; 2,0; 2,68 соответственно. В поздневесенний, летний и раннеосенний периоды осадки преимущественно носят избыточный характер, исключением является май и август, КУ = 0,34 (табл. 1).

Рельеф территории представлен аккумулятивным типом и характеризуется плоской, слегка волнистой поверхностью с общим незначительным уклоном к Темрюкскому заливу.

¹ Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М.: Колос, 1967. 336 с.

² Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.

В геологическом строении до разведанной глубины 8,0 м принимают участие четвертичные озерно-речные отложения и делювиальные отложения, перекрытые с поверхности элювиальными и современными техногенными отложениями.

Грунтовые воды вскрыты наблюдательными скважинами на глубине от 3,4 до 4,3 м от устья, что соответствует абсолютным отметкам от «Минус 5,0 м» до «Минус 3,6 м». Уровень моря в отдельных местах – выше отметок поверхности земли. Воды обладают напором 2,4-3,3 м. По условиям залегания грунтовые воды приурочены к четвертичным озерно-речным отложениям. Водовмещающими грунтами являются суглинки мягкопластичные. Основное питание водонесный горизонт получает за счет инфильтрации в грунты атмосферных осадков. По подтопляемости территория исследования относится к подтопляемым. Во влажные периоды года с затяжными осадками и интенсивным снеготаянием происходит временное водонасыщение верхней части грунтовой толщи. В понижениях рельефа

формируются локальные горизонты длительного и временного содержания грунтовых вод.

Схема осушительной системы с учетом проведенной оценки агрометеорологических параметров, геоморфологического строения рельефа и геологического строения подстилающей породы показана на рисунке 1. Система включает в себя регулируемую открытую сеть для сбора и отведения с полей дренажного стока протяженностью почти 17 км, которая устроена с учетом степени расчлененности и других особенностей рельефа, распределения условий питания, а также с возможностью отсечения стока от возвышений и отвода скоплений воды от понижений.

Для очистки и утилизации дренажного стока был запроектирован биологический пруд-испаритель с насосной станцией для водосброса в природный водоток [8, 9]. Его трехступенчатая компоновка с естественной аэрацией обеспечивает последовательное механическое улавливание крупных частиц, биологическую очистку от биогенных элементов и осветление воды.

Таблица 1. Агрометеорологическая характеристика Темрюкского района Краснодарского края

Table 1. Agrometeorological characteristics of the Temryuksky district of the Krasnodar territory

Месяц / Month	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
$\sum P$, мм	81,8	24,4	57,8	32,6	10,3	42,7	10,9	27,1	45,0	41,0	89,0	60,0
$\sum d$, мм	30,5	40	32,3	33,6	30,2	31,2	30,0	27,0	32,3	35,1	34,8	40,5
KY	2,68	0,61	1,80	0,90	0,34	1,40	0,34	1,0	1,4	1,2	3,0	2,0

Примечание: KY > 0,60 – избыточное; 0,6-0,45 – хорошее; 0,45-0,35 – умеренное; 0,35-0,25 – полусухое; 0,25-0,15 – засушливое; KY < 0,15 – сухое.

Note: KY > 0.60 – excessive; 0.6-0.45 – good; 0.45-0.35 – moderate; 0.35-0.25 – semi-arid; 0.25-0.15 – dry; KY < 0.15 – dry.

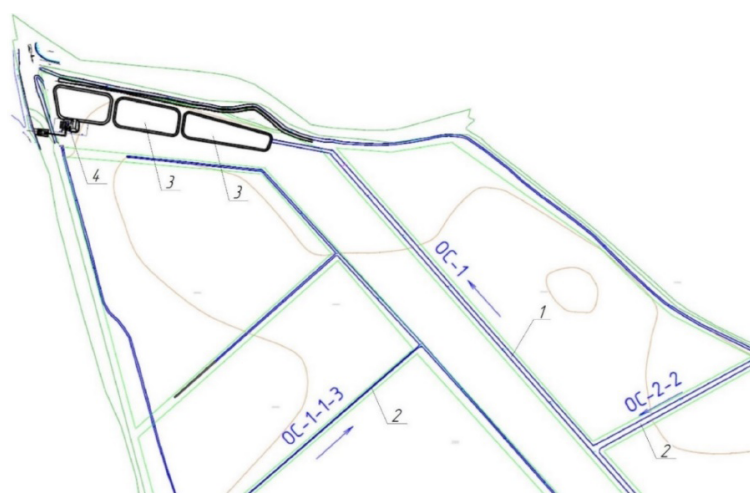


Рис. 1. Фрагмент осушительной системы на подтопляемых и переувлажняемых сельскохозяйственных землях Темрюкского района Краснодарского края:

1 – головной сбросной канал-собирающий; 2 – сбросные каналы младшего порядка;
3 – пруд-испаритель; 4 – сбросная насосная станция

Fig. 1. Fragment of a drainage system on flooded and waterlogged agricultural lands of the Temryuksky district of the Krasnodar Territory

1 – head discharge canal-collector, 2 – discharge channels of junior order,
3 – evaporation pond, 4 – discharge pumping station

Для определения технологических и размерных параметров пруда-испарителя использовали методику расчета биологических прудов с естественной аэрацией³.

Исследования гидрохимических показателей воды выполняли в сертифицированной аналитической лаборатории в соответствии с природно-нормативными документами.

Комплексную оценку качества очистки дренажного стока проводили по гидрохимическому индексу загрязнения воды (ИЗВ) в соответствии с рекомендованными методическими указаниями⁴:

$$\text{ИЗВ} = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) \right] / 6,$$

где i – порядковый номер загрязнителя; n – количество загрязнителей (принято: БПК_5 , O_2 , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , Cl^- ; C_i – концентрация загрязнителя i ; ПДК_i – предельно допустимая концентрация загрязнителя i .

Результаты и их обсуждение. По результатам расчета параметров пруда-испарителя (табл. 2), на основании исходных данных модуля стока рассматриваемой территории, фактической концентрации органических загрязнений и предельно допустимой концентрации этих загрязнений в стоке перед сбросом в объекты рыбохозяйственного значения⁵, а также рекомендаций по корректировке глубины накопителя в соответствии со значением $\text{БПК}_{\text{полн}}$ воды, поступающей на очистку (при $\text{БПК}_{\text{полн}} \leq 20$ мг/л, глубина пруда с учетом промерзания в холодный период года – 3,5 м) [10], в разработку принят пруд общей площадью 35200 м².

Пруд (рис. 2) выполнен в выемке с заложением откосов 1,0:1,5; каждая ступень покрыта

гидроизоляционной полиэтиленовой мембраной, по иглопробивному геотекстилю на подготовленном основании, что интенсифицирует процессы прогрева и утилизации воды с испарением [8], а также предотвращает вторичное засоление почвы в процессе инфильтрации. Последняя ступень относительно течения стока используется для аккумуляции и конечного испарения воды.

Ступени пруда гидравлически связаны между собой железобетонным трубопроводом диаметром 600 мм и подводящим каналом. Пропуск воды осуществляется регулятором через плоский щитовой затвор размером 600×600 мм, который крепится на оголовок и оборудуется сороудерживающей решеткой с ячейкой 50×50 мм. Все ступени снабжают струенаправляющими шпорами, выполненными из 10 фильтрующих элементов (рис. 3), установленных в ряд и состоящих из габионных сеток двух размеров: нижняя часть – 2,0×1,0×0,5 м; верхняя часть – 2,0×2,0×0,5 м. Нижняя часть выполняет роль основания и заполняется твердым сыпучим наполнителем для устойчивости конструкции, а верхняя часть – растительными остатками из камыша и фашины, что позволяет образовать благоприятную среду для развития микроорганизмов. При поступлении в пруд-испаритель дренажного стока статическая нагрузка на фильтрующие элементы с обеих сторон уравнивается, а давление при динамической нагрузке не превышает допустимых величин для их опрокидывания.

В процессе утилизации дренажного стока осушительной системы на первой ступени пруда вода очищается от механических примесей.

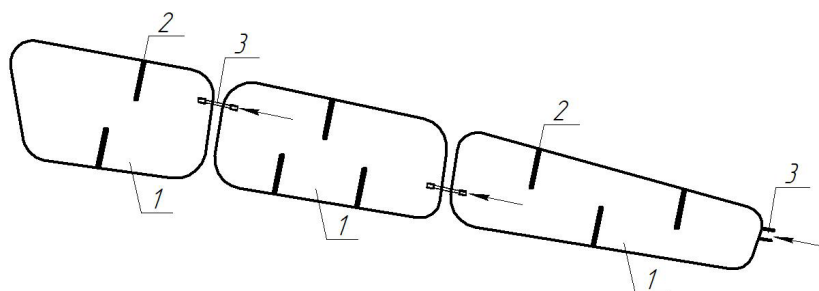


Рис. 2. Схема пруда-испарителя дренажного стока:

1 – ступени пруда; 2 – струенаправляющие шпоры; 3 – регулятор пропускания воды

Fig. 2. Diagram of the drainage evaporator pond

1 – stages of the pond; 2 – directional spurs; 3 – water flow regulator

³ СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 87 с.

⁴ Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям; введ. Госкомгидрометом 22 сентября 1986 г.

⁵ Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552.

Таблица 2. Расчёт технологических и размерных параметров пруда-испарителя
Table 2. Calculation of technological and dimensional parameters of the evaporation pond

Наименование параметра Parameter name	Обозначение Designation	Размерность Dimension	Величина Value
Исходные данные / Source data			
Расход стока / Runoff discharge	Q_w	$\frac{м^3}{сут}$ $\frac{m^3}{day}$	13900
БПК _{полн} стока на входе в пруд BOD_{full} of runoff at the entrance to the pond	L_{en}	$\frac{мг}{л}$ $\frac{mg}{l}$	5,12
БПК _{полн} стока на выходе из пруда BOD_{full} of runoff at the exit from the pond	L_{ex}	$\frac{мг}{л}$ $\frac{mg}{l}$	3,0
Средняя температура стока Average temperature of the runoff	T	$^{\circ}C$	16
Справочные данные / Reference data			
Число ступеней / Number of stages	N	–	3
Коэффициент объёмного использования ступеней пруда Coefficient of volumetric use of pond stages	K_{lag}	–	0,35
Константа скорости потребления кислорода на: Oxygen consumption rate constant at: - 1-й и 2-й ступенях / 1st and 2nd stages - 3-й ступени / 3rd stage	$k_{1,2}$ k_3	$\frac{сут^{-1}}{day^{-1}}$	0,08 0,07
Концентрация кислорода в воде, выходящей из пруда Concentration of oxygen in the water flowing out from the pond	C_{ex}	$\frac{мг}{л}$ $\frac{mg}{l}$	2,0
Атмосферная аэрация при дефиците воздуха, равном единице Atmospheric aeration at the air deficit equal to one	r_a	$\frac{г}{(м^2 \cdot сут)}$ $\frac{g}{(mg^2 \cdot day)}$	3,5
Расчётные параметры / Calculated parameters			
Растворимость кислорода воздуха в воде (при давлении 0,1 МПа) Solubility of air oxygen in water (at pressure 0.1 MPa)	C_a	$\frac{мг}{л}$ $\frac{mg}{l}$	9,8
Степень очистки по БПК _{полн} на: / Degree of treatment according to BOD_{full} at: - 1-й ступени (принято 25%) / 1 st stage (accepted 25%) - 2-й ступени (принято 35%) / 2 nd stage (accepted 35%) - 3-й ступени (принято 40%) / 3 rd stage (accepted 40%)	L_{en1} L_{en2} L_{en3}	$\frac{мг}{л}$ $\frac{mg}{l}$	4,59 3,85 3,00
Время пребывания стока в пруде на / Runoff time in the pond at: - 1-й ступени / 1 st stage - 2-й ступени / 2 ^d stage - 3-й ступени / 3 rd stage	t_{lag1} t_{lag2} t_{lag3}	$\frac{сут}{day}$	1,7 2,7 10,9
Объём пруда на / Volume of the pond at: - 1-й ступени / 1 st stage - 2-й ступени / 2 nd stage - 3-й ступени / 3 rd stage	W_{lag1} W_{lag2} W_{lag3}	$м^3$	23559 37903 61466
Площадь пруда на / Square of the pond at: - 1-й ступени / 1 st stage - 2-й ступени / 2 nd stage - 3-й ступени / 3 rd stage	F_{lag1} F_{lag2} F_{lag3}	$\frac{м^2}{m^2}$	8815 10550 12118
Глубина пруда на / Depth of the pond at: - 1-й ступени / the 1 st stage - 2-й ступен / the 2 nd stage - 3-й ступени / the 3 rd stage	H_{lag1} H_{lag2} H_{lag3}	$М$	2,7 3,6 5,1
Принятые параметры / Accepted parameters			
Глубина пруда / Depth of the pond	H_{lag}	$М$	3,5
Площадь пруда на / Square of the pond at: - 1-й ступени / 1 st stage - 2-й ступени / 2 nd stage - 3-й ступени / 3 rd stage	F_{lag1} F_{lag2} F_{lag3}	$\frac{м^2}{m^2}$	6750 10850 17600

В собранных дренажных водах, транспортируемых открытым способом, накапливается различный мусор, в том числе мелкие камни и остатки растений. Крупный мусор на входе в пруд задерживается на сороудерживающих решетках, далее более мелкая дисперсная фаза отделяется от жидкой под действием гравитационной силы и осаждается на дно накопителя. Для снижения скорости воды в пруде и увеличения длины пути потока в накопителе устроены поперечные струенаправляющие шпоры.

На следующей ступени протекают процессы биологической очистки воды от биогенных элементов. Продуцируемый микробиоценоз на растительных наполнителях в фильтрующих элементах в процессе своей жизнедеятельности поглощает продукты загрязнения и осветляет дренажный сток. Такие биофильтры устраняют из очищаемой воды фосфор, азот и другие органические примеси [11-13]. Проведенные мероприятия уменьшают нагрузку на естественный водоток, куда в дальнейшем происходит сброс очищенной воды.

На третьей ступени происходит уменьшение количества собранных и очищенных вод перед сбросом в естественный водоток – в р. Казачий Ерик (левый рукав дельты р. Кубань), впадающий в Ахтанизовский лиман, за счет испарения с водной поверхности пруда.

Натурные исследования гидрохимических показателей воды дренажного стока до и после

очистки, осредненные за сезон, а также фоновое значение загрязнений в естественном водотоке приведены в таблице 3.

Воды р. Казачий Ерик по гидрохимическому индексу загрязнения воды относятся ко II классу качества ($0,3 < \text{ИЗВ} \leq 1,0$) и характеризуются как $\text{ИЗВ} = 0,42$. В дренажном стоке, поступающем в пруд из сбросных каналов, концентрация нитратов, нитритов и хлоридов

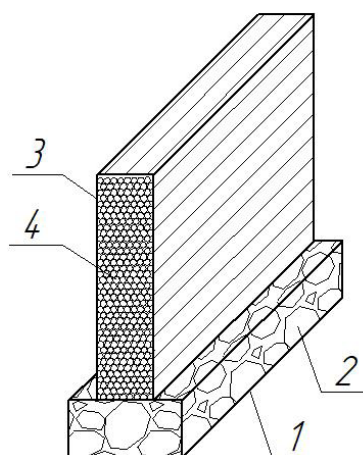


Рис. 3. Схема фильтрующего элемента:

- 1 – нижняя часть;
2 – твердый сыпучий наполнитель;
3 – верхняя часть;
4 – растительный наполнитель

Fig. 3. Diagram of the filter element

- 1 – lower part; 2 – solid bulk filler;
3 – upper part; 4 – vegetable filler

Таблица 3. Результаты качественного анализа изучаемых вод, мг/л

Table 3. Results of qualitative analysis of the studied waters, mg/l

Параметр Parameter	Естественный водоток (фон) Natural water flow (background)	Норма, ПДК ^{px} $\frac{\text{ПДК}^{\text{ИЗВ}}}{\text{МРС}^{\text{рыб}}}$ Norm, $\frac{\text{MPC}^{\text{fishery3}}}{\text{MPC}^{\text{agri4}}}$	C _i		C _i к ПДК	
			до очистки before treatment	после очистки after treatment	до очистки before treatment	после очистки after treatment
Взвешенные вещества Suspended substances	30,2	фон + 0,75	101,2	14,2	3,27	0,46
pH, ед. / pH, units	7,7	6,5-8,5	8,2	7,8	–	–
БПК ₅ / BOD ₅	1,6	$\frac{2,1}{*}$	3,58	1,88	1,79	0,63
Растворённый кислород Dissolved oxygen	7,57	$\frac{> 6,0}{**}$	6,23	7,17	0,96	0,84
Нитрат-анион / Nitrate-anion	2,0	40	45	39	1,13	0,98
Нитрит-анион / Nitrite-anion	0,04	0,08	0,10	0,07	1,25	0,88
Сульфат-анион / Sulfate-anion	56	100	196	137	1,96	1,37
Хлорид-анион / Chloride-anion	17	300	177	143	0,59	0,48
ИЗВ / WPI (Water pollution index)	0,42	–	–	–	1,28	0,86

* БПК₅ ≤ 3 мг/л, норма – 3; 3 < БПК₅ ≤ 15 мг/л, норма – 2;

**6 < O₂ мг/л, норма – 6.

* BOD₅ ≤ 3 mg/l, norm – 3; 3 < BOD₅ ≤ 15 mg/l, norm – 2;

**6 < O₂ mg/l, norm – 6.

несколько превышает ПДК, но имеет более существенную разницу по сравнению с их содержанием в естественном водотоке. Растворенный кислород и водородный показатель находятся в диапазоне допустимых пределов, а количество взвешенных веществ выше фонового значения более чем в 3 раза. С учетом рассчитанного индекса загрязнения дренажного стока (ИЗВ = 1,28) его воды характеризуются как умеренно загрязненные (III класс качества).

Результаты исследования дренажного стока после его комплексной очистки в пруде-испарителе свидетельствуют о значимом повышении качества воды. В частности, содержание взвешенных веществ снижено более чем в 7 раз за счет очистки на сороудерживающих решетках и осаждения частиц на каждой из ступеней. При этом индекс загрязнения воды, равный 0,86, хотя и несколько выше значения показателя естественного водотока, тем не менее соответствует II классу качества воды и требованиям для сброса в поверхностные водоисточники рыбохозяйственного значения.

Список использованных источников

1. Гулюк Г.Г. Некоторые технические приемы по отводу поверхностных вод / Г.Г. Гулюк, В.И. Глухарев // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 3. С. 3-5.
2. Дрововозова Т.И. Совершенствование технического подхода к управлению процессом локальной очистки дренажного стока с орошаемых земель / Т.И. Дрововозова А.А. Кириленко // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 2. С. 94-108. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-94-108.
3. Митрофанов Ю.И. Эффективность осушения переувлажненных почв в обеспечении высокопродуктивного земледелия / Ю.И. Митрофанов, О.Н. Анциферова, Н.К. Первушина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 5. С. 47-52. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/5/47-52.
4. Кирейчева Л.В., Супрун В.А. Очистка дренажных вод – важное направление водосбережения в орошаемом земледелии // Известия НВ АУК. 2023. № 2 (70). С. 65-71. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-07.
5. Дрововозова Т.И. Оценка качества дренажных вод с оросительных систем Сибирского федерального округа / Т.И. Дрововозова, М.В. Власов, С.А. Манжина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2 (90). С. 113-120.
6. Robson J.F., Stoner R.F., Perry J.H. Disposal of Drainage Water from Irrigated Alluvial Plains // Water Science & Technology. 1984. Vol. 16, No. 5-7. Pp. 41-55. DOI: 10.2166/wst.1984.0121.
7. Lee E.W. Treatment, Reuse and Disposal of Drainage Waters // Water Science & Technology. 1991. Vol. 24, No. 5. Pp. 183-188. DOI: 10.2166/wst.1991.0124.
8. Патент № 2807694 С1. Российская Федерация, МПК E02B11/00. Пруд-испаритель дренажного стока: № 2023101389; заявл. 23.01.2023; опубл. 21.11.2023

Выводы

Особенности увлажнения территории Таманского полуострова в непродуктивные для вегетации сельскохозяйственных культур месяцы провоцируют подтопление и переувлажнение земель, выведение их из оборота. Для отведения избыточных поверхностных вод из понижений сельскохозяйственной Темрюкского района Краснодарского края поля обустроены регулирующей открытой осушительной системой. Для решения проблемы улучшения качества дренажного стока в целях его сброса в природный водоем рыбохозяйственного значения запроектирован пруд-испаритель площадью 35200 м² со ступенчатой очисткой воды механическим и биологическим способами и частичной ее утилизацией при естественном испарении. Результаты качественного анализа очищенного таким образом стока показывают его соответствие экологическим требованиям для сброса в поверхностные водоисточники рыбохозяйственного значения. Осушительная система имеет перспективу широкого применения на практике при модернизации, реконструкции и новом строительстве мелиоративных систем.

References

1. Guliuk G.G., Glukharev V.I. Some technical practices for surface water drainage // Melioration and Water Management. 2022. No. 3. P. 3-5.
2. Drovovozova T.I., Kirilenko A.A. Improving the technical approach to managing the process of local treatment of drainage runoff from irrigated lands // Land Reclamation and Hydraulic Engineering. 2023. Vol. 13, No. 2. P. 94-108. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-94-108.
3. Mitrofanov Yu.I., Antsiferova O.N., Pervushina N.K. Efficiency of saturated with water soils drainage in ensuring highly productive agriculture // Vestnik of the Russian agricultural science. 2022. No. 5. P. 47-52. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/5/47-52.
4. Kireycheva L.V., Suprun V.A. Drainage water treatment is an important area of water conservation in irrigated agriculture // Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2023. No. 2(70). P. 65-71. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-07.
5. Drovovozova T.I., Vlasov M.V., Manzhina S.A. Assessment of the quality of drainage water from irrigation systems of the Siberian Federal District // Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. No. 2 (90). P. 113-120.
6. Robson J.F., Stoner R.F., Perry J.H. Disposal of Drainage Water from Irrigated Alluvial Plains // Water Science & Technology. 1984. Vol. 16, No. 5-7. P. 41-55. DOI: 10.2166/wst.1984.0121.
7. Lee E.W. Treatment, Reuse and Disposal of Drainage Waters // Water Science & Technology. 1991. Vol. 24, No. 5. P. 183-188. DOI: 10.2166/wst.1991.0124.
8. Patent 2807694 Russian Federation, IPC E02B11/00. Evaporation pond for drainage runoff / Kuznetsov E.V., Kili-di Kh.I., Khadzhi A.E., Kurtnezirov; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "

/ Е.В. Кузнецов, Х.И. Килиди, А.Е. Хаджиди, А.Н. Куртнезир; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

9. Патент № 2810747 С1. Российская Федерация, МПК E02B11/00. Способ утилизации дренажного стока: № 2023106304: заявл. 16.03.2023; опубл. 28.12.2023 / Е.В. Кузнецов, Х.И. Килиди, А.Е. Хаджиди, А.Н. Куртнезир; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

10. Дугин Е.А. Совершенствование технологии биологической очистки сточных бытовых вод на основе разработки малогабаритной станции: Автореф. дис ... канд. техн. наук. Волгоград, 2023. 20 с.

11. Новиков А.Е. Моделирование гидродинамических и биоэкологических процессов очистки многокомпонентных систем от дисперсной фазы: Монография / А.Е. Новиков, А.Б. Голованчиков, Е.А. Дугин, М.И. Филимонов. Волгоград: ВолГГАУ, 2019. 200 с.

12. Novikov A., Lamskova M., Dugin E., Filimonov M., Grigorov S., Poddubskiy A., Chamurlov G. Modeling of enzymatic waste water treatment // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1553 (1), № 012023. DOI: 10.1088/1742-6596/1553/1/012023.

Об авторах

Анна Евгеньевна Хаджиди, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения; Author ID: 509767, ORCID: 0000-0002-1375-9548; dtn-khanna@yandex.ru

Евгений Владимирович Кузнецов, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов; Author ID: 176848, ORCID: 0000-0003-0524-8390; dtn-kuz@rambler.ru

Андрей Евгеньевич Новиков, д-р техн. наук, член-корр. РАН, директор ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», заведующий кафедрой Процессы и аппараты химических и пищевых производств; Author ID: 619181, ORCID: 0000-0002-8051-4786; ae_novikov@mail.ru

Критерии авторства / Criteria of authorship

Хаджиди А.Е., Кузнецов Е.В., Новиков А.Е. выполнили теоретические и практические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Хаджиди А.Е., Кузнецов Е.В., Новиков А.Е. имеют, на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interests

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации / All the authors contributed equally to this article

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 26.04.2024

Одобрена после рецензирования / Approved after peer review 09.12.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 09.12.2024

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublina. Publ. 11/21/2023.

9. Patent 2810747 Russian Federation, IPC E02B11/00. Method for utilization of drainage runoff / Kuznetsov E.V., Kilidi Kh.I., Khadzhide A.E., Kurtnezirov A.N.; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education" Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublina" Publ. 12.28.2023

10. Dugin E.A. Improving the technology of biological treatment of domestic wastewater based on the development of a small-sized station: abstract of thesis. dis. ...cand. tech. sciences: 01.04.05 / Dugin Evgeniy Aleksandrovich. Volgograd, 2023. 20 p.

11. Novikov A.E. Modeling of hydrodynamic and bioecological processes of purification of multicomponent systems from dispersed phase: monograph / A.E. Novikov, A.B. Golovanchikov, E.A. Dugin, M.I. Filimonov. Volgograd: Volgograd, 2019. 200 p.

12. Novikov A., Lamskova M., Dugin E., Filimonov M., Grigorov S., Poddubskiy A., Chamurlov G. Modeling of enzymatic waste water treatment // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1553 (1), № 012023. DOI: 10.1088/1742-6596/1553/1/012023.

About the authors

Anna E. Khadzhide, DSc (Eng), Associate Professor, Head of the Department of Hydraulics and Agricultural Water Supply; Author ID: 509767, ORCID ID: 0000-0002-1375-9548; dtn-khanna@yandex.ru

Evgeniy V. Kuznetsov, DSc (Eng), Professor, Professor of the Department of Construction and Operation of Water Management Facilities, Author ID: 176848, ORCID ID: 0000-0003-0524-8390; dtn-kuz@rambler.ru

Andrey E. Novikov, DSc (Eng), Corresponding Member of RAS, Director, VNIIOZ Branch of the VNIIGiM, Volgograd, Russian Federation; Head of the Department Processes and Devices of Chemical and Food Production; Author ID: 619181, ORCID: 0000-0002-8051-4786; ae_novikov@mail.ru.

Khadzhide A.E., Kuznetsov E.V., Novikov A.E. carried out theoretical and practical research, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript.

Khadzhide A.E., Kuznetsov E.V., Novikov A.E. have copyright on the article and are responsible for plagiarism