

Оригинальная статья

УДК 626.86

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-59-65



ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОГО СТОКА С ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Дрововозова Татьяна Ильинична, д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

SPIN-код: 7011-0905, ORCID: 0000-0002-8724-7799; tid70.drovovozova@yandex.ru

Манжина Светлана Александровна, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник

SPIN-код: 3829-3611, ORCID: 0000-0001-9322-0843; manz.svetlana@yandex.ru

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации; 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190, Россия

Аннотация. Цель исследований – комплексная гидроэкологическая оценка коллекторно-дренажных вод оросительных систем Ростовской области в динамике для установления пространственно-временных закономерностей изменения их качества. Объектами исследований являлись 20 магистральных коллекторных каналов 5 филиалов ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз». Для гидрохимической оценки использовали интегральный показатель – коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$), учитывая приоритетные показатели качества коллекторно-дренажных вод (КДВ). Динамика коэффициента предельной загрязненности воды в коллекторах Семикаракорского филиала за 2009-2021 гг. показала отсутствие резких колебаний качества дренажного стока. Величина коэффициента предельной загрязненности колеблется от 0 до 1, дренажная вода характеризуется как умеренно загрязненная. В коллекторах Багаевского филиала величина $K_{пз}$ колеблется в интервале 0...2,7, дренажная вода характеризуется как умеренно загрязненная, загрязненная. Преобладающими ионами в дренажном стоке являются сульфаты и натрий. Высокое содержание сульфатов в дренажном стоке обусловлено привнесением от сульфатных грунтовых вод, характерных для данного региона. Исследование коллекторно-дренажной воды в коллекторах Семикаракорского и Багаевского филиалов на содержание биогенных элементов в 2021 г. показало регулярное превышение фосфатов в течение всего поливного периода. Сравнительный анализ качества природной воды водоприемников КДВ в фоновых створах и коллекторно-дренажных вод показал, что гидрохимический состав исследуемых вод является примерно одинаковым. Это свидетельствует о слиянии водных объектов и открытых коллекторов в земляном русле в единую гидрографическую сеть. В 25% исследованных коллекторов наблюдалось более низкое качество воды, чем в водоприемнике.

Ключевые слова: коллекторно-дренажный сток, коэффициент предельной загрязненности, гидрохимические показатели, солеобразующие ионы, дренажные воды, оросительные системы

Формат цитирования: Дрововозова Т.И., Манжина С.А. Гидроэкологическая оценка коллекторно-дренажного стока с оросительных систем Ростовской области // Природообустройство. 2023. № 2. С. 59-65. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-59-65.

© Дрововозова Т.И., Манжина С.А., 2023

HYDROECOLOGICAL ASSESSMENT OF COLLECTOR-DRAINAGE RUNOFF FROM IRRIGATION SYSTEMS OF THE ROSTOV REGION

Drovovozova Tatyana Iljinichna, doctor of technical sciences, associate professor; leading researcher

SPIN-код: 7011-0905, ORCID: 0000-0002-8724-7799; tid70.drovovozova@yandex.ru

Manzhina Svetlana Alexandrovna, candidate of technical sciences, associate professor; senior researcher

SPIN-код: 3829-3611, ORCID: 0000-0001-9322-0843; manz.svetlana@yandex.ru

Russian Research Institute for Land Reclamation Problems; 346421, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky Ave., 190, Russia

Annotation. The purpose of the work is to conduct a comprehensive hydroecological assessment of collector-drainage waters of irrigation systems of the Rostov region in dynamics to establish spatial

and temporal patterns of changes in their quality. The objects of the study were 20 main collector channels of five branches of the Federal State Budgetary Institution «Management «Rostovmeliiovodkhoz». Structurally, all collectors are open channels in the earth bed. For the hydrochemical assessment, an integral indicator, the coefficient of maximum pollution (C_{mp}), was used, taking into account the priority indicators of the quality of collector-drainage waters (CDW). The dynamics of the coefficient of water pollution limit in the reservoirs of the Semikarakorsky branch for the period 2009-2021 showed the absence of sharp fluctuations in the quality of drainage runoff, the value of the coefficient of maximum pollution ranges from 0 to 1, drainage water is characterized as moderately polluted. In the collectors of the Bagaevsky branch, the value of the C_{mp} fluctuates in the range of 0...2.7, drainage water is characterized as moderately polluted, polluted. The predominant ions in the drainage runoff are sulfates and sodium. The high content of sulfates in the drainage runoff is due to the introduction of sulphate groundwater, characteristic of this region. A study of collector-drainage water in the reservoirs of the Semikarakorsky and Bagaevsky branches for the content of biogenic elements in 2021 showed a regular excess of phosphates during the entire irrigation period. A comparative analysis of the quality of natural water of the CDW water intakes in the background and collector-drainage waters showed that the hydrochemical composition of the studied waters is approximately the same, which indicates the merger of water bodies and open reservoirs in the earth channel into a single hydrographic network. In 25% of the studied collectors, lower water quality was observed than in the water intake.

Keywords: coefficient of maximum pollution, hydro chemical indicators, salt-forming ions, drainage waters, irrigation systems

Format of citation: Drovovozova T.I., Manzhina S.A. Hydroecological assessment of collector-drainage runoff from irrigation systems of the Rostov region // Prirodoobustrojstvo. 2023. No 2. S. 59-65. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-59-65.

Введение. В настоящее время водопотребление на нужды сельского хозяйства во всех округах, кроме Южного федерального округа (ЮФО), практически сведено к минимуму, составляет 5% и меньше от общего водопотребления, поскольку в этих округах даже площади, расположенные в зоне влияния оросительных систем, используются на богаре. В ЮФО, где сосредоточена большая часть орошаемых земель России, водопотребление на нужды сельского хозяйства за последние 15 лет практически не изменилось [1].

Водные объекты, находящиеся в зоне влияния гидромелиоративных систем, испытывают интенсивное антропогенное давление, выражающееся в загрязнении и истощении их водных ресурсов. Примером негативного воздействия на природные водные объекты являются коллекторно-дренажные воды оросительных систем. Поэтому оценка качества дренажного стока в динамике позволит получить представление о степени его воздействия на природный водный объект.

На формирование качественного состава дренажного стока влияют поверхностный сток с водосборной площади, которая представляет собой преимущественно агроландшафт, грунтовые воды и почвенный фильтрат, образующийся в результате полива сельскохозяйственных земель [2-6].

В настоящее время отсутствует нормативно утвержденная методика оценки качества

дренажных вод, поэтому применяются эколого-гидрохимическая и мелиоративная оценки в зависимости от дальнейшего использования дренажных вод. Основной объем образующихся коллекторно-дренажных вод отводится в природные водные объекты. Объемы водоотведения настолько велики, что они существенно влияют на гидрохимический режим водных объектов, особенно если таковым является малый водный объект с сопоставимыми с коллекторно-дренажным стоком расходами. Так, по данным ФГБНУ ВНИИ «Радуга» на 2021-2022 гг., годовой объем водоотведения с коллекторно-дренажной сети ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» составил 2272,41 тыс. м³, ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» – 1463551,27 тыс. м³, ФГБУ «Управление «Адыгемелиоводхоз» – 47141 тыс. м³, ФГБУ «Минмелиоводхоз Республики Дагестан» – 290523 тыс. м³ [7].

Наибольшие орошаемые площади Юга России, фактически используемые в сельскохозяйственном производстве, находятся в Краснодарском крае (375,575 тыс. га из них – фактически политая, 190,140 тыс. га) и в Республике Дагестан (395,6 тыс. га из них – фактически политая, 258,82 тыс. га). Соответственно в этих субъектах объемы водоотведения коллекторно-дренажного стока в природные водные объекты являются максимальными. На третьем месте по количеству орошаемых площадей находится Ростовская область (265,062 тыс. га).

В Ростовской области весьма остро стоит проблема качества отводимого коллекторно-дренажного стока. Основными гидрохимическими показателями, превышающими предельно допустимые концентрации, являются солеобразующие ионы и соответственно показатель минерализации, а также биогенные элементы – в частности, фосфаты. И если последний компонент имеет исключительно антропогенное происхождение, то присутствие отдельных солеобразующих ионов обусловлено природным геохимическим фоном [8, 9].

В связи с вышеизложенным целью исследований являлось проведение комплексной гидроэкологической оценки коллекторно-дренажных вод оросительных систем Ростовской области в динамике для установления пространственно-временных закономерностей изменения их качества.

Материалы и методы исследований.

Объектами исследования являлись магистральные коллекторные каналы Багаевской, Садковской и Азовской оросительных систем Ростовской области (соответственно Багаевский, Весёловский, Семикаракорский, Волгодонской и Аксайский районы). Для оценки качества коллекторно-дренажных вод в исследуемых коллекторах использованы данные протоколов испытаний проб сточной (дренажной) воды за различные годы, предоставленные испытательной лабораторией Ростовской гидрогеолого-мелиоративной партией ФГБУ «Управления «Ростовмелиоводхоз», а также собственные натурные исследования, проведенные в 2019, 2021 гг.

Гидроэкологическую оценку качества коллекторно-дренажного стока провели, используя методы, основанные на применении интегральных, комплексных показателей, с определением пределов пороговых и допустимых изменений [10, 11].

Для гидрохимической оценки использовали интегральный показатель – коэффициент предельной загрязненности, учитывая приоритетные показатели качества коллекторно-дренажных вод. Показатель предельной загрязненности выражается в безразмерном виде ($K_{пз}$):

$$K_{пз} = \frac{1}{N} \sum_i^n \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где N – количество i -х веществ, используемых для оценки показателя; C_i – концентрация i -го вещества в воде; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества ($ПДК_{п.х.}$) [12].

Величина коэффициента предельной загрязненности изменяется от $-0,8$ для чистой

воды до 5 для очень грязной воды. Для умеренно загрязненной воды $K_{пз}$ составляет $0...1$, для загрязненной – $1...3$ [10, 11].

Результаты и их обсуждение. Для сравнения качества дренажного стока с природным фоном водных объектов – приемников дренажно-сбросных вод (ДСВ) – был рассчитан $K_{пз}$ в соответствующих створах. Обследовано 20 коллекторов в 5 филиалах ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз». Конструктивно все коллекторы представляют собой открытые каналы в земляном русле. Результаты расчета $K_{пз}$ представлены в таблице 1.

Необходимо отметить, что качество дренажной воды в коллекторах либо сопоставимо с качеством природной воды в фоновых створах водоприемников, либо по отдельным коллекторам лучше (БГ-МС-6, БГ-МС-10, все коллекторы Семикаракорского филиала, кроме К-3). В коллекторах К-3, БГ-МС-3, БГ-МС-5, С-МС-1, БТ-ЛС-1 качество коллекторно-дренажных вод значительно хуже, чем в водоприемнике. Соответственно данные водные объекты подвержены максимальной антропогенной нагрузке.

Из общего объема водоотведения из коллекторно-дренажных сетей, находящихся в ведении ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», на Багаевскую оросительную систему приходится $59,22\%$, на Садковскую – $40,37\%$. Наибольшие объемы по отводу с орошаемых полей коллекторно-дренажных вод регистрируются в Багаевском и Семикаракорском филиалах. В связи с этим рассчитан коэффициент предельной загрязненности коллекторно-дренажного стока в динамике для действующих коллекторов этих филиалов. Результаты гидроэкологической оценки качества ДСВ в динамике представлены на рисунках 1, 2.

Динамика коэффициента предельной загрязненности воды в коллекторах Семикаракорского филиала за 2009-2021 гг. показала отсутствие резких колебаний качества коллекторно-дренажного стока. Величина $K_{пз}$ колеблется от 0 до 1, дренажная вода характеризуется как умеренно загрязненная. Исключением является коллектор К-3, в котором $K_{пз}$ увеличился с $0,304$ (вода умеренно загрязненная, близкая к чистой) в 2009 г. до $2,15$ (вода загрязненная) в 2021 г.

В коллекторах Багаевского филиала БГ-МС-2, БГ-МС-3 и БГ-МС-5 величина $K_{пз}$ колеблется в интервале $1...2,7$, дренажная вода характеризуется как загрязненная, в коллекторах БГ-МС-6 и БГ-МС-10 $K_{пз} = 0...1$, дренажная вода умеренно загрязненная.

Преобладающими ионами в воде коллекторов Семикаракорского филиала являются

Таблица 1. Коэффициент предельной загрязненности природной воды в фоновом створе и коллекторно-дренажного стока в устье коллекторов Ростовской области (на 2021 г.)

Table 1. The coefficient of maximum pollution of natural water in the background alignment and collector-drainage runoff at the mouth of the collectors of the Rostov region (for 2021)

| Филиал ФГБУ Управление по мелиорации земель Branch of the Federal State Budgetary Institution Department of Land Reclamation | $K_{\text{пз}}$ природной воды (водоприёмник) $C_{\text{мпз}}$ of natural water (water intake) | $K_{\text{пз}}$ дренажной воды $C_{\text{мп}}$ of drainage water | |
|---|---|---|-------|
| | | | |
| Багаевский Bagaevsky | 0,57 (Р. Зап. Маныч) / (R. Zap. Manych) | БГМС-3 | 2,52 |
| | 1,56 (Р. Дон) / (R. Don) | БГМС-5 | 2,32 |
| | 1,68 (Р. Подпольная) / (R. Podpolnaya) | БГМС-6 | 0,16 |
| | 0,51 (Р. Зап. Маныч) / (R. Zap. Manych) | БГМС-10 | 0,435 |
| Семикаракорский Semikarakorsky | 1,54 (Ерик Бешеный) / (Erik Bessshenny) | К-3 | 2,15 |
| | 1,59 р. Солёная) / (r. Solenaya) | ЛС-2 | 0,50 |
| | 1,765 (ур. Колодезьки) / (ur. Kollodezjki) | МКЛ-7 | 0,99 |
| | 1,54 (р. Дон) / (r. Don) | ЦС | 0,75 |
| | 1,714 (пр. Костылёвский) / (pr. Kostylevsky) | БГМС-4 | 0,58 |
| | 1,68 (р. Сал) / (r. Sal) | КСБ | – |
| Весёловской Vesyolovskoy | 1,64 (оз Калмыцкое) / (lake Kalmytskoe) | БГМС-1 | – |
| | 0,326 (б. Большая Солёная) (b. Bolshaya Solenaya) | С-МС-1 | 2,17 |
| | 0,64 (б. Большая Солёная) (b. Bolshaya Solenaya) | БГМС-2 | 0,106 |
| Волгодонской Volgodonskoy | 0,43 (р. З. Маныч) / (r. Manych) | БГМС-13 | 0,79 |
| | –0,12 (ер. Подпольный) / (er. Podpolny) | Выпуск 1 | –0,17 |
| | –0,12 (ер. Подпольный) / (er. Podpolny) | Выпуск 2 | –0,12 |
| | 0,03 (ер. Ушаков) / (er. Ushakov) | Выпуск 3 | –0,07 |
| Аксацкий Akcajsky | –0,213 (ер. Пирожок) / (er. Pirozhok) | Выпуск 4 | –0,08 |
| | 2,18 (оз. Генеральское) / (lake General'skoe) | АС-МС-3 | 1,78 |
| | 0,22 (р. Дон, 57 км от устья) (r. Don, 57 km from the mouth) | БТ-ЛС-1 | 1,94 |

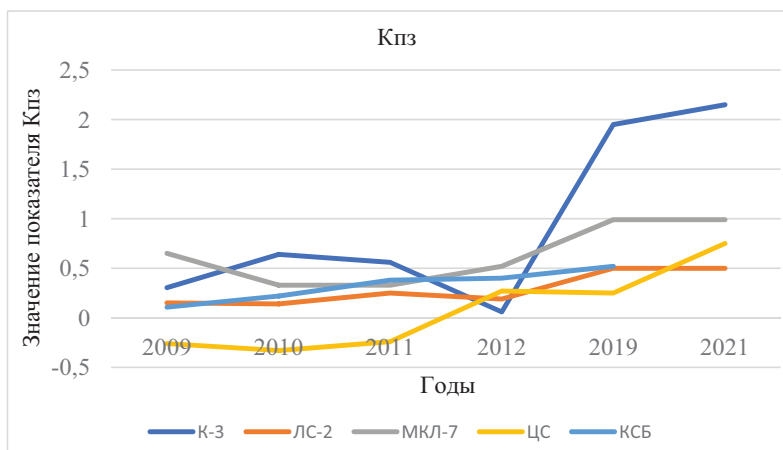


Рис. 1. Динамика коэффициента предельной загрязненности дренажно-сбросной воды в коллекторах Семикаракорского филиала

Fig. 1. Dynamics of the coefficient of maximum pollution of drainage and waste water in the collectors of the Semikarakorsk branch

сульфат-анионы (от 1,7 до 12 ПДК по различным коллекторам в разные периоды) и ионы натрия (от 1,7 до 3,7 ПДК).

к зоне сульфатно-гидрокарбонатного и сульфатного типов с разнообразным катионным составом. Повышенное содержание сульфатов в грунтовых

Преобладающими ионами в воде коллекторов Багаевского филиала также являются сульфат-анионы (от 3 до 24 ПДК по различным коллекторам в разные периоды) и катионы натрия (от 1,2 до 5 ПДК).

Исследованиями установлено, что в последние годы наиболее чистой является дренажная вода в коллекторах ЛС-2 и БГ-МС-10, наиболее загрязненной – в коллекторах К-3, БГ-МС-3 и БГ-МС-5.

Высокое содержание сульфатов и натрия в коллекторно-дренажных водах объясняется гидрохимическим составом грунтовой воды, избыточное количество которой отводится по дренам и коллекторам. По данным [13], подземные воды в районе исследования относятся

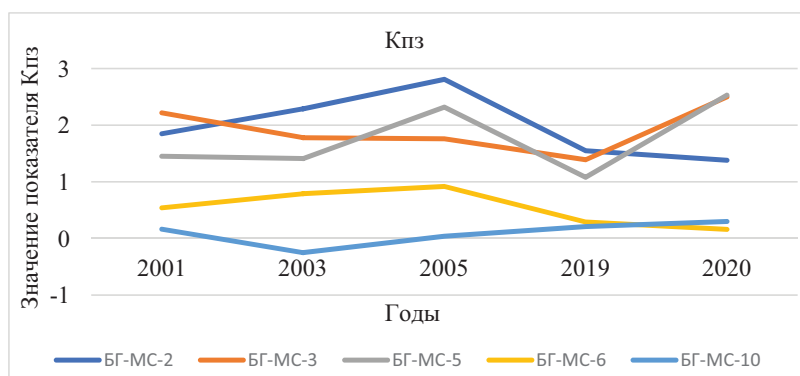


Рис. 2. Динамика коэффициента предельной загрязненности дренажно-сбросной воды в коллекторах Багаевского филиала

Fig. 2. Dynamics of the coefficient of maximum pollution of drainage and waste water in the collectors of the Bagaevsky branch

водах обусловлено главным образом естественным выщелачиванием из вмещающих пород [13, 14].

Исследование коллекторно-дренажной воды на содержание биогенных элементов в 2021 г. показало, что в коллекторах К-3, ЛС-2, МКЛ-7 Семикаракорского филиала на протяжении всего поливного периода отмечалось превышение содержания фосфатов от 1,1 до 2,5 ПДК, в коллекторе БГ-МС-5 Багаевского филиала содержание фосфатов колебалось от 1,35 до 1,9 ПДК (табл. 2).

Данные исследований свидетельствуют о вымывании фосфатов

Таблица 2. Соотношение концентраций нитритов, нитратов и фосфатов с ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (по данным 2021 г.)

Table 2. The ratio of nitrite, nitrate and phosphate concentrations to the MPC for fishery water bodies (according to the 2021 data)

| Показатель Indicator | ПДК _{рх} , мг/дм ³ MPC _{рх} , mg/dm ³ | C _i /ПДК _i / C _i /MPC _i | | | |
|-------------------------|--|---|--------------|------------------|-----------------------|
| | | Июнь June | Июль July | Август August | Сентябрь September |
| К-3 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,6 | 0,11 | 0,4 | 0,125 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 2,15 | 2,3 | 1,65 | 1,1 |
| ЛС-2 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,11 | 0,16 | 0,125 | 0,08 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 2,15 | 2,3 | 1,00 | 1,5 |
| МКЛ-7 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,125 | 0,113 | 0,175 | 0,075 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,009 | 0,012 | 0,017 | 0,008 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 2,1 | 2,5 | 1,55 | 1,25 |
| БГМС-3 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,425 | 0,112 | 0,625 | 0,825 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,04 | 0,04 | 0,048 | 0,03 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 0,35 | 0,6 | 0,3 | 0,85 |
| БГМС-5 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,36 | 0,36 | 0,487 | 0,35 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,025 | 0,010 | 0,015 | 0,015 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 1,35 | 1,9 | 1,4 | 0,9 |
| БГМС-6 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,225 | 0,25 | 0,35 | 0,025 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,017 | 0,008 | 0,009 | 0,0025 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 1,6 | 0,34 | 0,3 | 0,15 |
| БГМС-10 | | | | | |
| Нитриты / Nitrites | 0,08 | 0,225 | 0,375 | 0,36 | 0,025 |
| Нитраты / Nitrates | 40,0 | 0,022 | 0,012 | 0,013 | 0,004 |
| Фосфаты / Phosphates | 0,2 | 1,1 | 0,9 | 0,25 | 0,1 |

из почвы и поступлении их в дренажный сток, указывая, кроме того, косвенно на внесение высоких доз фосфорных удобрений.

Выводы

1. Сравнительный анализ качества природной воды водоприемников КДВ в фоновых створах и коллекторно-дренажных вод показал, что гидрохимический состав исследуемых вод является примерно одинаковым, что свидетельствует о слиянии водных объектов и открытых коллекторов в земляном русле в единую гидрографическую сеть. В 25% исследованных коллекторов наблюдалось более низкое качество воды, чем в водоприемнике.

2. Качество коллекторно-дренажного стока в магистральных каналах Семикаракорского филиала на протяжении последних 10 лет не изменилось. По качеству вода характеризуется как умеренно загрязненная, близкая к чистой,

за исключением коллектора К-3, для которого $K_{из}$ возрос с 0,304 (вода умеренно загрязненная, близка к чистой) до 2,15 (вода загрязненная). В коллекторных каналах Багаевского филиала качество дренажного стока по коэффициенту предельной загрязненности хуже, чем для Семикаракорского филиала.

3. Преобладающими ионами в дренажном стоке являются сульфаты и натрий, причем содержание сульфатов колеблется в интервале 1,7...24 ПДК, натрия – в пределах 1,7...5 ПДК. Высокое содержание сульфатов в дренажном стоке обусловлено привнесением от сульфатных грунтовых вод, характерных для данного региона.

4. Исследование коллекторно-дренажной воды в коллекторах Семикаракорского и Багаевского филиалов на содержание биогенных элементов в 2021 г. показало регулярное превышение фосфатов от 1,1 до 2,5 ПДК в течение всего поливного периода.

Список использованных источников

1. Посевные площади сельскохозяйственных культур в Российской Федерации: Статистический сборник. [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru/folder/11110/document/13277> (дата обращения: 15.02.2023).
2. Kireycheva L.V., Glazunova I.V. Technical Solution on Irrigation Systems for Treated Drainage flow Re-using // 20th International Congress on Irrigation and Drainage and 59th International Executive Council Meeting on 13-18 October, 2008. Lahore, Pakistan.
3. Кирейчева Л.В. Основные направления снижения антропогенной нагрузки на водные объекты за счет уменьшения сброса дренажных вод с мелиорируемых территорий // Природообустройство. 2015. № 5. С. 64-69.
4. Домашенко Ю.Е., Васильев С.М. Моделирование и оценка поступления загрязняющих веществ в коллекторно-дренажный сток // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 2(22). С. 112-127. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec414-field6.pdf (дата обращения: 15.02.2023).
5. Безднина С.Я. Качество воды для орошения. Принципы и методы оценки. М.: Рома, 1997. 185 с.
6. Insights into the use of phytoremediation processes for the removal of organic micropollutants from water and wastewater; a review / W. Polińska, U. Kotowska, D. Kiejza, J. Karpińska // Water (Switzerland). 2021. № 13(15). 2065.
7. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «РАДУГА». [Электронный ресурс]. URL: <https://inform-raduga.ru/user/login?ysclid=le6ra63ujm640391037> (дата обращения: 10.02.2023).
8. Дровозова Т.И., Паненко Н.Н., Манжина С.А. Оценка пригодности воды из открытых коллекторов Семикаракорского района Ростовской области для орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3 (39). С. 154-169. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb4-rec1144-field12.pdf (дата обращения: 11.02.2023).

References

1. Sown areas of agricultural crops in the Russian Federation: statistical collection [Electronic resource] – URL: <https://gks.ru/folder/11110/document/13277> (date accessed: 15.02.2023).
2. Kireycheva L.V., Glazunova I.V. Technical Solution on Irrigation Systems for Treated Drainage flow Re-using // 20th International Congress on Irrigation and Drainage and 59th International Executive Council Meeting on 13-18 October, 2008. Lahore, Pakistan.
3. Kireicheva L.V. Main directions of reducing the anthropogenic load on water objects by reducing the discharge of drainage waters from reclaimed territories. Prirodoobustrojstvo. 2015. № 5. P. 64-69.
4. Domashenko Y.E., Vasilyev S.M. Modeling and assessment of the flow of pollutants into the collector-drainage runoff // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems [Electronic resource]. 2016. No 2 (22). P. 112-127. Available at: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec414-field6.pdf (accessed: 15.02.2023).
5. Bezdina S.Ya. Quality of water for irrigation. Principles and methods of evaluation. Moscow: Roma, 1997. 185 p.
6. Insights into the use of phytoremediation processes for the removal of organic micropollutants from water and wastewater; a review / W. Polińska, U. Kotowska, D. Kiejza, J. Karpińska // Water (Switzerland). 2021. № 13(15). 2065.
7. Information portal of FSBI VNI "RADUGA" [Electronic resource] – URL: <https://inform-raduga.ru/user/login?ysclid=le6ra63ujm640391037> (accessed 10.02.2023).
8. Drovozova T.I., Panenko N.N., Manzhina S.A. Assessment of the suitability of water from open collectors of the Semikarakorsky district of the Rostov region for irrigation // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems [Electronic resource]. 2020. No3 (39). P. 154-169. Available at: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb4-rec1144-field12.pdf (accessed: 11.02.2023).

9. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения: Коллективная монография / Под рук. В.И. Данилова-Данильяна. М.: РАН, 2020. 512 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=5343f69c-d0c9-4708-8a51-ab441506fbf8> (дата обращения: 15.02.2023).

10. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем: монография. М.: МГУП, 2009. 154 с.

11. Вершинская М.Е., Шабанов В.В., Маркин В.Н. Эколого-водохозяйственная оценка водосбора и водных объектов в бассейне Иртыша // Природообустройство. 2008. № 2. С. 50-57.

12. 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 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552. [Электронный ресурс]. URL: docs.cntd.ru/document/420389120.

13. Зубков Е.А. Гидрохимический режим и загрязненность грунтовых вод на застроенных территориях юга Ростовской области / Е.А. Зубков, Д.Н. Гарькуша, О.Б. Барцев и др. // Материалы II Международной конференции «Экология. Экономика. Информатика». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. Т. 2. С. 251-256.

14. Зубков Е.А. Грунтовые воды юга Ростовской области и их влияние на подтопление территорий населенных пунктов: Дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2017. 185 с.

Критерии авторства

Дрововозова Т.И., Манжина С.А. выполнили теоретические и практические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 21.02.2023

Одобрена после рецензирования 18.05.2023

Принята к публикации 18.05.2023

9. Diffuse pollution of water bodies: problems and solutions: collective monograph / Under the direction of V.I. Danilova-Danilyana. Moscow: RAS, 2020. 512p. [Electronic resource] – URL: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=5343f69c-d0c9-4708-8a51-ab441506fbf8> (date accessed: 15.02.2023).

10. Shabanov V.V., Markin V.N. Method for assessing water quality and the state of aquatic ecosystems: monograph Moscow: MGUP, 2009. 154 p.

11. Vershinskaya M.E., Shabanov V.V., Markin V.N. Ecological and water management assessment of catchment and water objects in the Irtysh basin // Prirodobustroystvo. 2008. No. 2. P. 50-57.

12. On approval of water quality standards for water objects of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water objects of fishery significance: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 13, 2016 No. 552 [Electronic resource]. – URL: docs.cntd.ru/document/420389120.

13. Zubkov E.A. Hydrochemical regime and pollution of groundwater in the built-over areas of the south of the Rostov region / E.A. Zubkov, D.N. Garjkusha, O.B. Bartsev and others. // Materials of II International conference «Ecology. Economy. Information science». R/on Don: Publishing house YuFU. 2014. Volume. 2. P. 251-256

14. Zubkov E.A. Groundwater in the south of the Rostov region and their impact on flooding of settlements. Dis. Cand. Geogr. Sciences. R / on Don. 2017. 185 p.

Criteria of authorship

Drovovozova T.I., Manzhina S.A. carried out theoretical and practical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

Contributions of the authors

All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

The article was submitted to the editorial office 21.02.2023

Approved after reviewing 18.05.2023

Accepted for publication 18.05.2023