

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 626.823.4

Устройство для очистки решет водозабора насосных станций

Сергей Николаевич Рыжко¹, Евгений Александрович Шишенин²,
Николай Федорович Рыжко³

^{1, 2, 3}Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс,
Российская Федерация

¹volzniigim@bk.ru

²volzniigim@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-2310-9104>

³ryzhkonf@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6352-8832>

Аннотация. Цель: разработка и исследование устройств для очистки оросительной воды и решет аванкамер насосных станций от мусора. В статье показана актуальность разработки и исследования данных устройств. **Материалы и методика.** Исследования включали изучение видового состава мусора и его массы в течение вегетационного периода на тупиковой насосной станции № 4 Энгельсской оросительной системы в Саратовской области. Оценивали надежность работы устройства, изучали полноту очистки решет водозабора и степень очистки оросительной воды от мусора. **Результаты.** Исследованиями установлены два максимума скопления мусора на решетках водозаборов насосных станций. Первый максимум наблюдается в весенний период после заполнения канала оросительной водой. Для этого мусора характерным является большое количество прошлогодних листьев, стеблей, веток деревьев, пластиковых бутылок и др. Во втором периоде (в начале лета) масса мусора меньше, так как вода еще прохладная и нет бурного роста водорослей. В третьем периоде (в середине и конце лета) во время жаркой погоды в канале наблюдается бурный рост водорослей, ряски, тины и моллюсков. Это второй максимум массы мусора на решетках. Разработано усовершенствованное сороочистное устройство транспортерного типа, которое может быть снабжено скребками или граблями для захвата и подъема мусора в приемник, расположенный на мостике. Верхняя часть рамы имеет Г-образный изгиб для более эффективного сброса мусора в приемник. Для более тонкой очистки оросительной воды между планками транспортера монтируются сетчатые металлические решетки с ячейками 10 × 10 мм. **Выводы.** Исследование усовершенствованного сороочистного устройства транспортерного типа на водозаборе насосной станции показало надежность в работе, оно позволило удалять с решет крупный мусор в виде веток, стеблей и длинных водорослей, а также обеспечило тонкую очистку оросительной воды от мелкого мусора.

Ключевые слова: насосная станция, решетка водозабора, усовершенствованное сороочистное устройство, транспортер, состав и масса мусора, период поливного сезона, затраты труда

Для цитирования: Рыжко С. Н., Шишенин Е. А., Рыжко Н. Ф. Устройство для очистки решет водозабора насосных станций // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 346–357.

HYDRAULIC ENGINEERING, HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Original article

Facilities for pumping-station water intake gratings cleaning

Sergey N. Ryzhko¹, Evgeny A. Shishenin², Nikolay F. Ryzhko³

^{1, 2, 3}Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels,
Russian Federation

¹volzniigim@bk.ru

²volzniigim@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-2310-9104>

³ryzhkonf@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6352-8832>

Abstract. Purpose: development and research of facilities for irrigation water purification and the pumping-station advance chamber gratings cleaning from trash. The relevance of the development and research of these devices is shown. **Materials and methods.** The research included studying the species composition of trash and its mass during the growing season at dead-end pumping station no. 4 of the Engels irrigation system, Saratov region. The studies included an assessment of the performance reliability of the facilities, the completeness of water intake grating cleaning and the degree of irrigation water purification from trash. **Results.** Two maxima of trash accumulation on the water intake gratings of pumping stations were determined. The first maximum is observed in spring after the canal is filled with irrigation water. This trash is characterized by a large amount of last year's leaves, stems, tree branches, plastic bottles, etc. In the second period – the beginning of summer, the mass of trash is less, so the water is still cool and there is no rapid growth of algae. In the third period - mid and late summer, during hot weather there is a rapid growth of algae, duckweed, mud and whitebait in the canal. Here the second maximum of the trash mass on the gratings is observed. The improved conveyor-type treatment facilities, which can be equipped with scrapers or rakes to capture and lift trash into a receiver, located on the bridge, has been developed. The upper part of the frame has an L-shaped bend for more efficient dumping of trash into the receiver. For finer purification of irrigation water, mesh metal gratings with 10 × 10 mm cells are mounted between the conveyor bars. **Conclusions.** Studies of the improved conveyor-type treatment facilities at the pumping-plant advance chamber have shown reliability in operation, made it possible to remove large trash such as branches, stems and long algae from the gratings, and also provided fine purification of irrigation water from fine trash.

Keywords: pumping station; water intake grating; improved treatment facilities; conveyor; composition and mass of trash; irrigation season period; labor costs

For citation: Ryzhko S. N., Shishenin E. A., Ryzhko N. F. Facilities for pumping-station water intake gratings cleaning. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;95(1):346–357. (In Russ.).

Введение. Оросительные системы Саратовской области, созданные в 70–80-х гг. прошлого столетия и прошедшие реконструкцию, гарантируют стабильное получение сельскохозяйственной продукции вне зависимости от складывающихся погодных условий [1]. «Оросительная вода, используемая при поливе дождевальными машинами, во многих случаях поступает по оросительным каналам в аванкамеры насосных станций. Оросительные каналы, построенные в 70–80-х гг. прошлого столетия, имеют значительную протяженность и могут достигать десятки километров» [2–4].

На бермах каналов и прилегающих территориях обычно произрастает травянистая растительность [4, 5]. А в результате несвоевременной очи-

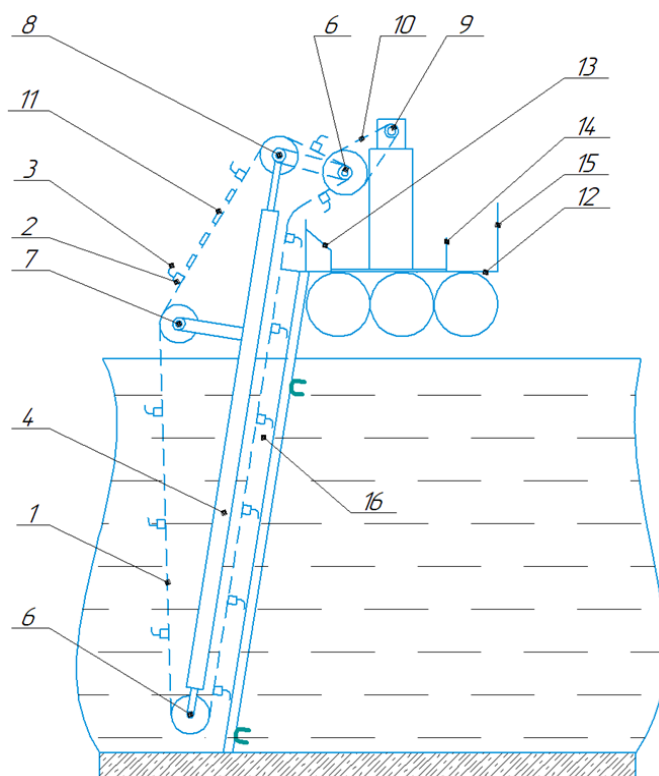
стки может формироваться также древесная растительность [6]. Стебли травы, листья и ветки деревьев попадают в оросительный канал в течение всего года. Также на дне канала происходит отложение ила, в котором укореняются такие водные растения, как камыш, рогоз и др. [7]. В теплый период в воде развиваются водоросли, тина и моллюски. Также оросительная вода загрязняется строительным (небольшие куски досок, брусков) и бытовым мусором (пластиковые бутылки, пленка и т. п.).

Весь плавающий мусор поступает в аванкамеру насосной станции. Для очистки оросительной воды на оросительных системах Саратовской области в большинстве случаев устанавливаются решетки или сетка-рабица [2, 6]. В большинстве случаев прозор в решетке достигает 60–80 см. Это позволяет мусору, проходя через решетки, попадать в насосный агрегат. При попадании веток большого диаметра возможно заклинивание насоса, что требует ремонтных работ. Мусор более мелкий поступает в дождевальную машину, что приводит к засорению дождевателей, снижению равномерности полива и требует значительных трудозатрат по их очистке. Фильтры, установленные на входе, также часто засоряются мусором из оросительной воды, подаваемой насосом. Фильтры при засорении не обеспечивают необходимую подачу воды на полив, требуют постоянного контроля и периодической очистки, которая в большинстве случаев выполняется при остановке дождевальной машины и разборе фильтра.

Значительное скопление мусора на решетке может вызвать недостаток воды в аванкамере, поэтому оператору насосной станции требуется периодически проводить ее очистку. Для этого в большинстве случаев используются граблины (вилы с загнутыми концами). Очистка решет в летний период требует значительных трудозатрат. Поэтому разработка и совершенствование устройств для очистки оросительной воды и решет аванкамер насосных станций от мусора – это актуальная задача. Цель исследования – разработка и исследование устройств для очистки оросительной воды и решет аванкамер насосных станций от мусора.

Материалы и методы. При проведении исследований определялись характер и изменение массы мусора, поступающего на решетки в течение вегетационного периода. Сороочистное устройство смонтировано на тупиковой насосной станции № 4 Энгельсской оросительной системы, расположенной на расстоянии 30 км от головной насосной станции [2, 5, 6]. На насосной станции установлены четыре насоса марки Д1205-125 с электродвигателями мощностью 630 кВт, которые обеспечивали подачу воды на орошаемый участок с 36 дождевальными машинами «Каскад» и «Фрегат». Во многих случаях в течение лета обеспечивалась одновременная работа трех агрегатов. Два и один агрегат включали в начале полива или для завершения полива орошаемого участка. Расход воды насосной станции составлял 3,7–4 тыс. м³/ч. На аванкамере установлены решетки шириной 5 м, высотой 4,5 м, имеются прозоры между пластинами решет 80 мм. При оценке работ орошаемых участков учитывались: время работы насосных агрегатов за полив участка и за сезон в целом, затраты электроэнергии на проведение поливов и объем воды, поданной насосной станцией [7].

Результаты. Для очистки оросительной воды и решет аванкамеры от мусора перед решетками смонтированы два транспортера, каждый шириной 2 м, высотой 2,5 и 3 м, на них смонтированы сетчатые решетки с ячейками 10 × 10 мм для тонкой очистки воды от мелкого мусора. «Сороочистное устройство (рисунок 1), состоит из цепного транспортера 1, на планках 2 которого смонтированы граблины 3 или скребки. Граблины выполнены из стального круга диаметром 6 мм, высотой 10 см, расстояние между ними 10–12 см. На Г-образной раме 4 смонтированы ведущий вал 5, ведомый вал 6, натяжной вал 7 и ролики 8. Для вращения ведущего вала 5 используется мотор-редуктор 9 с электродвигателем мощностью 0,75 кВт и цепная передача 10. Верхний изгиб рамы обеспечивает автоматическое удаление сора с граблин 3. Для более эффективного извлечения мусора из оросительной воды на цепи перед граблинами 3 смонтированы металлические сетки 11 шириной 50–60 см, изготовленные с отверстиями ячеи 10–10 мм» [2, 8–12].



- 1 – транспортер; 2 – планка; 3 – граблина; 4 – рама; 5 – ведущий вал; 6 – ведомый вал;
 7 – натяжной вал; 8 – ролик; 9 – мотор-редуктор; 10 – цепная передача; 11 – сетка;
 12 – мостик; 13 – щиток с пластмассовыми прутками; 14 – приемник мусора;
 15 – ограждение; 16 – решета аванкамеры
- 1– conveyor; 2 – bar; 3 – rake; 4 – frame; 5 – input shaft; 6 – output shaft; 7 – tension shaft;
 8 – roller shaft; 9 – gear motor; 10 – chain transmission; 11 – net;
 12 – bridge; 13 – shield with plastic bars; 14 – trash receiver;
 15 – barriers; 16 – advance intake chamber gratings

Рисунок 1 – Сороочистное устройство транспортерного типа
Figure 1 – Conveyor-type water treatment facilities

«Работает сороочистное устройство следующим образом. При работе насосной станции оросительная вода поступает в насос, а мусор поступает на сетку 11 транспортера 1 и скапливается на граблинах 3 (скребках) и перед ними. При включении оператором насосной станции электродвигателя 9 цепная передача 10 передает движение на ведущий вал 5 и транспортер 1, который при движении вверх поднимает скопившийся мусор и сбрасывает в приемник 14. Работа транспортера 1 производится до полной очистки скопившегося мусора перед аванкамерой. После остановки транспортера 1 оператор насосной станции удаляет с приемника 14 мусор на специальное место для его складирования и последующей утилизации» [2, 8].

«Основные изменения на сороочистном устройстве: снабжен рамой, имеющей наклон в верхней части над мостиком; граблины и скребки смонтированы на планки транспортера; между планками смонтированы металлические сетки с ячейками 10×10 мм для тонкой очистки воды от мусора; натяжной вал смещен вниз для уменьшения угла наклона транспортера до 60° к горизонту» [8–10].

«Ограждение 15 исключает повторное попадание мусора в аванкамеру насосной станции» [8]. Технические характеристики насосной станции, аванкамеры и сороочистного устройства приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики насосной станции, аванкамеры и сороочистного устройства

Table 1 – Technical characteristics of the pumping station, advance chamber and water treatment facilities

Техническая характеристика	Значение
1	2
Марка насоса	Д1250-125
Число насосов, шт.	4
Мощность электродвигателя, кВт	630
Расход воды насосной станции (при работе 1–3 насосов), тыс. м ³ /ч	1,25–4,0
Ширина аванкамеры, м	5,0
Глубина аванкамеры, м	4,5
Число сороочистных транспортеров, шт.	2
Ширина транспортера	2 м
Длина транспортера	3–4,5 м
Обслуживающий персонал	Оператор насосной станции
Угол наклона транспортера к горизонту	$60\text{--}70^\circ$
Длина выноса транспортера над приемником мусора	Не менее 0,35 м
Цепь привода	Кольчатая, средняя нагрузка – 2 т
Расстояние между планками транспортера	0,6 м
Тип очистного устройства на планках	Скребок или граблины
Тип устройства для тонкой очистки воды	Металлическая сетка с ячейками 10×10 мм
Тип привода	Электродвигатель мощностью 0,75 кВт с редуктором, имеющим передаточное число 1/50
Цепная передача	Двумя звездочками с передаточным отношением 1/1,5
Соединение между двумя транспортерами	Карданное соединение
Ширина приемника наносов	Не менее 0,5 м

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2
Ширина мостика	Не менее 1 м
Высота ограждения мостика для оператора насосной станции	Не менее 1 м

В результате исследований установлено, что в течение вегетационного периода изменяются характеристика и масса мусора, который скапливается перед решеткой. В начале поливного сезона (30.05) при заполнении канала водой перед решеткой скапливается большое количество плавающего мусора, который попал в канал в осенне-зимний период. В состав мусора входят листья деревьев и растений, стебли растений, ветки деревьев, пленка, пластиковые бутылки, останки рыб и др. Масса мусора достигает 17–20 кг, он может значительно перекрыть подачу воды.

После удаления мусора, поступившего при заполнении канала, его масса в воде уменьшается, так как в начале поливов (2–9.06) вода холодная и водные растения отсутствуют (рисунок 2, таблица 2).

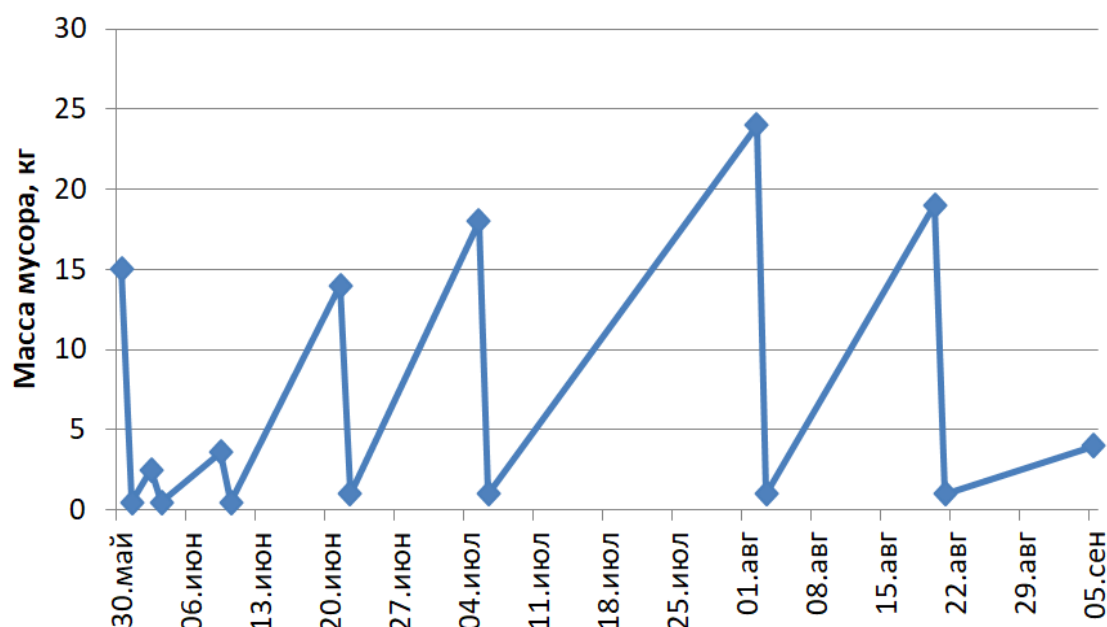


Рисунок 2 – Изменение массы сухого мусора, удаленного из аванкамеры транспортером НС № 4, за поливной период
Figure 2 – Change in the mass of dry trash removed from the advance chamber by conveyor HC No. 4 during the irrigation period

Таблица 2 – Вес сухого мусора после очистки решет водозабора насосной станции № 4 и его состав за поливной период
Table 2 – Weight of dry trash after cleaning the pumping-station No. 4 advance chamber gratings and its composition during the irrigation period

Период эксплуатации	Заполнение канала		Первый полив		Второй полив		Третий полив		Четвертый полив		После поливов
Дата	30.05	31.05	02.06	09.06	21.06	22.06	05.07	06.07	02.08	03.08	05.09
Масса сухого мусора, кг	15	0,5*	2,5	3,6	14	1*	18	1*	24	1*	4
Состав мусора	Ветки, стебли и листья растений		Ветки, стебли и листья растений		Ветки, стебли и листья растений, ряска		Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина		Ветки, стебли и листья растений, ряска, водоросли, тина		Ветки, стебли и листья растений
Примечание – * – масса мусора на следующий день после очистки.											

С середины лета по мере нарастания температуры воздуха и прогрева оросительной воды здесь начинают образовываться водоросли, ряска и тина. При этом их количество постоянно увеличивается, так как стоит жаркая погода и вода в канале значительно прогревается. Бурному росту способствует остановка подачи воды или слабое ее течение в канале. Максимум мусора наблюдается в конце августа. В дальнейшем температура воздуха и воды снижается, что уменьшает рост водорослей и тины.

Окончательная очистка аванкамеры от мусора была проведена 16 ноября после сброса воды из канала. Вес мусора здесь составил более 200 кг, так как при очистке удалялись наносы и мусор, скопившийся за предыдущие годы эксплуатации канала.

Исследования сороочистного устройства показали, что оно в целом отвечает требованиям работоспособности при удалении мусора с решет, однако требуются дополнительные исследования и усовершенствования для повышения качества очистки. В зависимости от объема мусора на решетках время полной очистки аванкамеры изменяется от 10 до 30 мин.

Выводы

1 Разработано усовершенствованное сороочистное устройство, которое отличается тем, что:

- имеет Г-образную форму в верхней части рамы и располагается над мостиком, это обеспечивает надежный сброс мусора в приемник и исключает его попадание обратно в аванкамеру;

- граблины и скребки, смонтированные на планках транспортера, обеспечивают вынос крупного мусора в виде веток, стеблей, листьев, плавающего пластика и закрепленных на них водорослей, тины и моллюсков;

- между планками транспортера смонтированы металлические сетки с ячейками 10×10 мм для тонкой очистки воды от мусора и исключения попадания его обратно в аванкамеру;

- натяжной вал смещен вниз для уменьшения угла наклона транспортера до 60° к горизонту.

2 Исследования усовершенствованного сороочистного устройства транспортерного типа на водозаборе НС № 4 Энгельсской оросительной системы показали, что оно обеспечивает надежную работоспособность и удаляет скопившийся в аванкамере мусор в приемник. Время полной очистки аванкамеры изменяется от 10 до 30 мин в зависимости от объема мусора. Металлические сетки с ячейками 10×10 мм обеспечивают тонкую очистку воды от мусора.

Список источников

1. Нагорый В. А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области. Саратов: Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова, 2001. 153 с.

2. Совершенствование дождевальных машин и устройств для мелиоративного комплекса / Н. Ф. Рыжко, С. Н. Рыжко, Е. С. Смирнов, Е. А. Шишенин, Б. Н. Бельтиков. М.: Росинформагротех, 2023. 124 с.

3. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. изд. / Г. В. Ольгаренко, С. С. Турапин, В. И. Булгаков, Т. А. Капустина, Н. А. Мищенко, М. С. Зверьков, Л. Е. Паутова, А. В. Грушин, Е. В. Медведева, А. И. Банникова, И. Д. Сосновских. М.: Росинформагротех, 2020. 304 с. EDN: AVWQXO.

4. Багров М. И., Кружилин И. П. Оросительные системы и их эксплуатация. М., 1978. 208 с.

5. Касицин В. С., Разумовский Л. А. Устройство для очистки воды от сора // Гидротехника и мелиорация. 1985. № 12. С. 21–26.
6. Абдразаков Ф. К., Логашов Д. В. Анализ работы насосных станций Комсомольской и Приволжской оросительных систем, недостатки и пути их совершенствования // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 67–71. DOI: 10.28983/asj.y2020i6pp67-71. EDN: OZBCRE.
7. Горбачева М. П. Очистка оросительных каналов от растительного мусора // Вавиловские чтения – 2005: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 118-й годовщине со дня рождения акад. Н. И. Вавилова. Саратов, 2005. С. 39–40.
8. Пат. 227885 Рос. Федерация, МПК Е 03 В 5/14. Сороочистное устройство / Рыжко Н. Ф., Рыжко С. Н., Шишенин Е. А., Бельтиков Б. Н., Смирнов Е. С., Курбатов А. Я.; заявитель и патентообладатель Волж. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации. № 2024106186; заявл. 05.03.24; опубл. 08.08.24, Бюл. № 22. 5 с. EDN: EOSFWE.
9. Сороочистное устройство для очистки аванкамеры подкачивающей насосной станции от наносов / Н. Ф. Рыжко, С. Н. Рыжко, Е. С. Смирнов, Е. А. Шишенин // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 199–204. DOI: 10.28983/asj.y2023i11pp199-204. EDN: JFYUUK.
10. Усовершенствование сороочистного устройства для очистки решет аванкамеры насосных станций от наносов / Н. Ф. Рыжко, С. Н. Рыжко, Е. С. Смирнов, Е. А. Шишенин // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIV Нац. конф. с междунар. участием. Саратов, 2024. С. 353–358. EDN: NUTMUG.
11. Rhoades J. D. Quality of water for irrigation // Soil Science. 1972. Vol. 113, № 4. P. 277–284. DOI: 10.1097/00010694-197204000-00007.
12. Eaton F. M. Significance of carbonates in irrigation waters // Soil Science. 1950. Vol. 69. P. 123–134. <https://doi.org/10.1097/00010694-195002000-00004>.

References

1. Nagoryi V.A., 2001. *Osnovy vodosberezheniya pri oroshenii v Saratovskoy oblasti* [Fundamentals of water conservation in irrigation in Saratov region]. Saratov, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 153 p. (In Russian).
2. Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Shishenin E.A., Beltikov B.N., 2023. *Sovershenstvovanie dozhdaval'nykh mashin i ustroystv dlya meliorativnogo kompleksa* [Improving Sprinkler Machines and Devices for the Reclamation Complex]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 124 p., EDN: GPEERW. (In Russian).
3. Olgarenko G.V., Turapin S.S., Bulgakov V.I., Kapustina T.A., Mishchenko N.A., Zverkov M.S., Pautova L.E., Grushin A.V., Medvedeva E.V., Bannikova A.I., Sosnovskikh I.D., 2020. *Meliorativnyy kompleks Rossiyskoy Federatsii: inform. izd.* [Land Reclamation Complex of the Russian Federation: Information Publ.]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 304 p., EDN: AVWQXO (In Russian).
4. Bagrov M.I., Kruzhilin I.P., 1978. *Orositel'nye sistemy i ikh ekspluatatsiya* [Irrigation Systems and Their Operation]. Moscow, 208 p. (In Russian).
5. Kasitsin V.S., Razumovsky L.A., 1985. *Ustroystvo dlya ochistki vody ot sora* [Device for purifying water from debris]. *Gidrotekhnika i melioratsiya* [Hydrotechnics and Land Reclamation], no. 12, pp. 21–26. (In Russian).
6. Abdrazakov F.K., Logashov D.V., 2020. *Analiz raboty nasosnykh stantsiy Komso-mol'skoy i Privolzhskoy orositel'nykh sistem, nedostatki i puti ikh sovershenstvovaniya* [Analysis of operation of pumping stations of the Komsomolsk and the Volga irrigation systems, disadvantages and ways to improve them]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal], no. 6, pp. 67–71, EDN: OZBCRE (In Russian).

7. Gorbacheva M.P., 2005. *Ochistka orositel'nykh kanalov ot rastitel'nogo musora* [Cleaning irrigation canals from plant debris]. *Vavilovskie chteniya – 2005: materialy Vseros. nauchno-prakt. konferentsii, posvyashch. 118-y godovshchine so dnya rozhdeniya akad. N. I. Vavilova* [Vavilov Readings – 2005: Proceed. of All-Russia Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 118th Anniversary of the Birth of Academician N.I. Vavilov]. Saratov, pp. 39-40. (In Russian).

8. Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Shishenin E.A., 2022. *Soroochistnoe ustroystvo* [Debris treatment Facilities]. Patent of the Russian Federation, no. 227885, EDN: EOSFWE. (In Russian).

9. Ryzhko N.F. Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Shishenin E.A., 2023. *Soroochistnoe ustroystvo dlya ochistki avankamery podkachivayushchey nasosnoy stantsii ot nanosov* [Treatment facilities for cleaning pumping station advance chamber from sediments]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal], no. 11, pp. 199-204, EDN: JFYUUK. (In Russian).

10. Ryzhko N.F. Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Shishenin E.A., 2024. *Uovershenstvovanie soroochistnogo ustroystva dlya ochistki reshet avankamery nasosnykh stantsiy ot nanosov* [Improvement of treatment facilities for cleaning the pumping station advance chamber gratings from sediments]. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzheniya i energoobespecheniya: materialy XIV Nats. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Current Issues and Prospects for the Development of Construction, Heat And Gas Supply and Energy Supply: Proceed. of the XIV National Conference with International Participation]. Saratov, 2024. pp. 353-358. EDN: NUTMUG. (In Russian).

11. Rhoades J.D., 1972. Quality of water for irrigation. *Soil Science*, vol. 113, no. 4, pp. 277-284, DOI: 10.1097/00010694-197204000-00007.

12. Eaton F.M., 1950. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, vol. 69, pp. 123-134, <https://doi.org/10.1097/00010694-195002000-00004>.

Информация об авторах

С. Н. Рыжко – научный сотрудник, кандидат технических наук, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Российская Федерация, volzniigim@bk.ru;

Е. А. Шишенин – младший научный сотрудник, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Российская Федерация, volzniigim@bk.ru, ORCID ID: 0009-0007-2310-9104;

Н. Ф. Рыжко – заведующий отделом, главный научный сотрудник, доктор технических наук, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Российская Федерация, ryzhkonf@bk.ru, ORCID ID: 0009-0006-6352-8832.

Information about the authors

S. N. Ryzhko – Researcher, Candidate of Technical Sciences, Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russian Federation, volzniigim@bk.ru;

E. A. Shishenin – Junior Researcher, Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russian Federation, volzniigim@bk.ru, ORCID ID: 0009-0007-2310-9104;

N. F. Ryzhko – Head of Department, Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russian Federation, ryzhkonf@bk.ru, ORCID ID: 0009-0006-6352-8832.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 346–357.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2025. Vol. 95, no. 1. P. 346–357.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 10.02.2025; одобрена после рецензирования 04.03.2025;
принята к публикации 08.04.2025.
The article was submitted 10.02.2025; approved after reviewing 04.03.2025; accepted for
publication 08.04.2025.*