

Оригинальная статья

УДК 631.6

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-66-71



ПАРАМЕТРЫ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ И КОНСТРУКЦИЯ УЗЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КАСКАД 65Т»

Соловьев Дмитрий Александрович^{1✉}, д-р техн. наук, профессор

ORCID:0000-0003-0511-2880; SPIN-код: 2979-8413; ПИНЦИД:673823; Scopus:57473511100; WOSResearchID: AGN-4580-2022; solovevda@bk.ru

Горюнов Дмитрий Геннадьевич¹, канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0001-6208-640X; SPIN-код: 3886-9988; md111@bk.ru

Грепечук Юрий Николаевич¹, младший научный сотрудник

SPIN-код: 4262-6181; ПИНЦИД ID: 939738; Scopus: 572053797054; WOSResearchID: ACW-1400-2022; Yuri@Grepechuk.ru

Загоруйко Михаил Геннадьевич², канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник

ORCID: 0000-0001-7826-3773; SPIN-код: 2738-5137; ПИНЦИД: 323776; Scopus: 57220182022; WOSResearchID: AAF-6639-2021; zagorujko.misha2013@yandex.ru

Кузнецов Роман Евгеньевич³, проектировщик

nicfigvam@mail.ru

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова; 410012, г. Саратов, Театральная площадь, 1а, Россия.

² Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5, Россия

³ ООО «ЛандшафтСтройСервис»; 410039, г. Саратов, Крымский пр-д, 9, Россия

Аннотация. Рассматривается обоснование параметров закрытой оросительной сети и конструктивных особенностей узла подключения дождевальной машины «Каскад 65Т». Трубопровод закрытой оросительной сети дождевальной машины должен обеспечивать транспортировку необходимого объема воды с минимальными потерями напора. Подводящий трубопровод закрытой оросительной сети должен иметь следующие минимальные параметры. Для машин длиной до 506 м и с расходом от 33 до 64,4 л/с подводящий трубопровод закрытой оросительной сети должен выполняться из трубы не менее $\varnothing 225 \times 8,6$ мм ПЭ 100 SDR26 PN6. Для машин длиной до 315 м и с расходом до 33 л/с подводящий трубопровод закрытой оросительной сети может быть выполнен из трубы не менее $\varnothing 180 \times 6,9$ мм ПЭ 100 SDR26 PN6. Для подключения дождевальной машины к гидранту закрытой оросительной сети требуются управляемая электрическая задвижка Ду200, фильтр грубой очистки воды и регулятор давления. Пропускная способность фильтра должна составлять не менее 250 м³/ч, а диаметр отверстий фильтрующей сетки должен быть меньше или равен 3,0 мм. Регулятор давления должен обеспечивать регулировку давления в пределах от 0,21 до 0,45 Мпа, его устанавливают после фильтра, перед входом в машину. Рекомендуется использовать специализированные фильтры для очистки оросительной воды P65-3-10-Dу200, P76-3-10-Dу200. Фильтр P65-3-10-Dу200 имеет регулировку по высоте и входит в комплект поставки дождевальной машины «Каскад 65Т». В качестве регулирующей арматуры рекомендуется использовать редукторы Nelson 800 Series 6 или 8.

Ключевые слова: мелиорация, дождевальная машина, закрытая оросительная сеть, узел подключения, фильтр грубой очистки

Формат цитирования: Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Грепечук Ю.Н., Загоруйко М.Г., Кузнецов Р.Е. Параметры закрытой оросительной сети и конструкция узла подключения дождевальной машины «Каскад 65Т» // Природообустройство. 2023. № 2. С. 66-71. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-66-71.

© Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Грепечук Ю.Н., Загоруйко М.Г., Кузнецов Р.Е., 2023

Original article

PARAMETERS OF THE CLOSED IRRIGATION NETWORK AND DESIGN OF THE CONNECTION UNIT OF THE SPRINKLER MACHINE «CASCADE 65T»

Solovyev Dmitriy Alexandrovych^{1✉}, Doctor of Technical Sciences, Professor

ORCID:0000-0003-0511-2880; SPIN-код: 2979-8413; ПИНЦИД:673823; Scopus:57473511100; WOSResearchID: AGN-4580-2022; solovevda@bk.ru

Goryunov Dmitry Gennadyevich¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ORCID: 0000-0001-6208-640X; SPIN-код: 3886-9988; md111@bk.ru

Grepechuk Yuriy Nikolayevich¹, Junior Researcher

SPIN-код: 4262-6181; PIИЦ ID: 939738; Scopus: 572053797054; WOS Research ID: ACW-1400-2022; Yuri@Grepechuk.ru

Zagoruyko Mikhail Gennadyevich², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher

zagorujko.misha2013@yandex.ru

Kuznetsov Roman Evgenyevich³, Designer

nicfigvam@mail.ru

¹ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, Saratov, 1a Teatralnaya Square. Russia

² Federal Research Center for Agroengineering of VIM; 109428, Moscow, 1 Institutsky Proezd, 5. Russia

³ OOO LandshaftStroyServis; 410039, Saratov, Krymsky pr, 9. Russia

Annotation. The article considers the justification of the parameters of the closed irrigation network and the design features of the connection unit of the Cascade 65T sprinkler machine. The pipeline of the closed irrigation network of the sprinkler machine must ensure the transportation of the required volume of water with minimal pressure losses. The supply pipeline of the closed irrigation network must have the following minimum parameters: for machines up to 506 m long and with a flow rate from 33 to 64.4 l/s, the supply pipeline of the closed irrigation network must be made of a pipe of at least $\text{Ø}225 \times 8.6$ mm PE100 SDR26 PN6. For machines up to 315 m long and with a flow rate of up to 33 l/s, the supply pipeline of a closed irrigation network can be made of a pipe of at least $\text{Ø}180 \times 6.9$ mm PE100 SDR26 PN6. To connect the sprinkler machine to the hydrant of a closed irrigation network, a controlled electric valve Du200, a coarse water filter and a pressure regulator are required. The filter capacity should be at least $250 \text{ m}^3/\text{h}$, and the diameter of the holes of the filter mesh should be less than or equal to 3.0 mm. The pressure regulator must provide pressure adjustment in the range from 0.21 to 0.45 MPa. It is installed after the filter, before entering the machine. It is recommended to use specialized filters for cleaning irrigation water P65-3-10- Du200, P76-3-10- Dy200. Filter P65-3-10- The DU200 has height adjustment and is included in the delivery package of the Cascade 65T sprinkler machine. It is recommended to use Nelson 800 Series 6` or 8` gearboxes as control valves.

Keywords: reclamation, sprinkler machine, closed irrigation network, connection unit, coarse filter

Format of citation: Solovyev D.A., Goryunov D.G., Grepechuk Yu.N., Zagoruyko M.G., Kuznetsov R.E. Parameters of closed irrigation network and design of connection unit of sprinkler machine "Cascade 65T" // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 2. S. 66-71. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-66-71.

Введение. В условиях засушливого климата сельское хозяйство оказывается неспособным обеспечить высокие урожаи без орошения. Для полива сельскохозяйственных культур в Саратовском Заволжье традиционно применяют широкозахватные дождевальные машины. Если раньше парк дождевальных машин обновлялся в основном за счет зарубежной техники, то в последние годы все больше внедряются отечественные разработки [1-3]. Наиболее интересной, на наш взгляд, является широкозахватная дождевальная машина (далее – ДМ) «Каскад 65Т», разработанная учеными ФГБОУ ВО «Вавиловский университет». Конструкция и технические характеристики ДМ «Каскад 65Т», рассматривались нами ранее [4, 5].

Целью исследований является обоснование параметров закрытой оросительной сети и конструктивных особенностей узла подключения ДМ «Каскад 65Т».

Материалы и методы исследований. Исследования основываются на материалах

и данных, отраженных в работах [3-7]. Используются аналитические и экспериментальные методы исследований с применением современных методик и оборудования. Полевые исследования проводились на полях УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО «Вавиловский университет» (с. Степное Энгельского района Саратовской области), УНПК Агротцентр Вавиловского университета.

Результаты и их обсуждение. Трубопровод закрытой оросительной сети дождевальной машины «Каскад 65Т» должен обеспечивать транспортировку необходимого объема воды с минимальными потерями напора. Согласно проведенным исследованиям при условии, что дождевальная машина является единственным потребителем, подводящий трубопровод закрытой оросительной сети должен иметь следующие минимальные параметры.

Для машин длиной до 506 м и с расходом от 33 до 64,4 л/с подводящий трубопровод закрытой оросительной сети выполняется из трубы не менее $\text{Ø}225 \times 8,6$ мм ПЭ 100 SDR26 PN6.

Для машин длиной до 315 м и с расходом до 33 л/с подводный трубопровод закрытой оросительной сети может быть выполнен из трубы не менее $\text{Ø}180 \times 6,9\text{мм}$ ПЭ 100 SDR26 PN6.

Для подключения дождевальной машины к гидранту закрытой оросительной сети (рис. 1, 2) требуются управляемая электрическая задвижка Ду200, фильтр грубой очистки воды и регулятор давления. Пропускная способность фильтра должна составлять не менее $250 \text{ м}^3/\text{ч}$, а диаметр отверстий фильтрующей сетки должен быть меньше или равен 3,0 мм (табл.). Регулятор давления должен обеспечивать регулировку давления в пределах от 0,21 до 0,45 Мпа, его устанавливают после фильтра, перед входом в машину.

Рекомендуется использовать специализированные фильтры для очистки оросительной воды Р65-3-10-Dу200, Р76-3-10-Dу200 или их аналог Clemons 1200А. Фильтр Р65-3-10-Dу200 имеет регулировку по высоте и входит в комплект поставки дождевальной машины «Каскад 65Т». В качестве регуливающей арматуры рекомендуется использовать редукторы Nelson 800 Series 6" или 8". Допускается установка задвижек типа «Баттерфляй». Также для дождевальных машин с расходом менее 30 л/с возможно применение запорной арматуры Ду150.

Установку фильтра грубой очистки (рис. 3) [6-8] производят между электрической задвижкой оросительной сети и дождевальной машиной в месте, доступном для осмотра и технического обслуживания. Направление потока должно совпадать со стрелкой на корпусе фильтра.

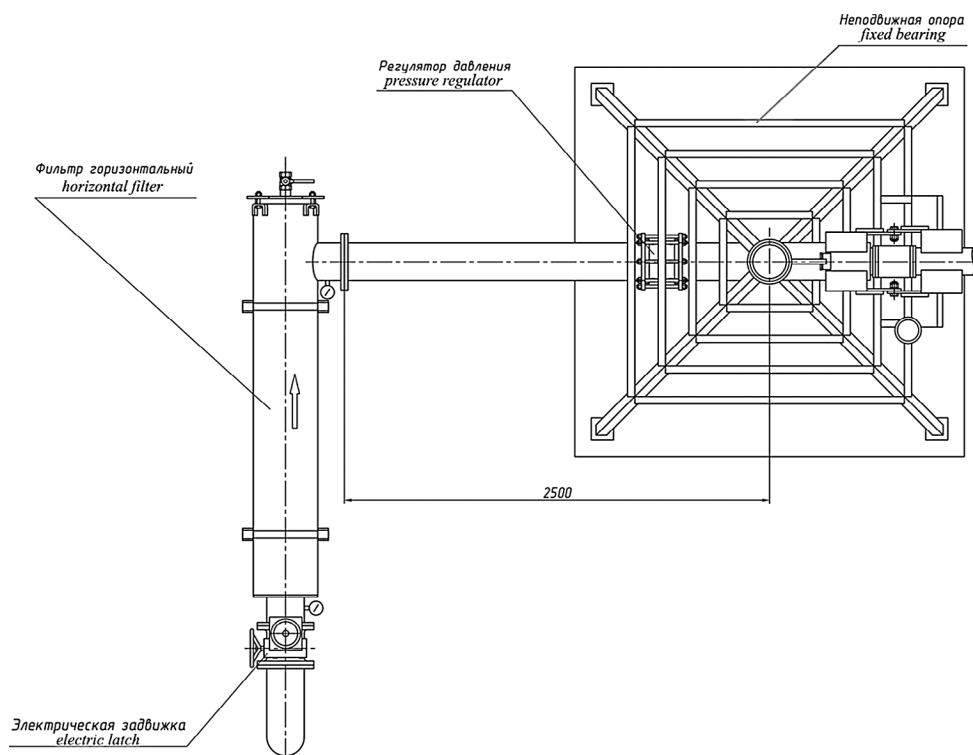


Рис. 1. Узел подключения неподвижной опоры (исполнение А) к оросительной сети

Fig. 1. Unit of connection of the fixed support (version A) to the irrigation network

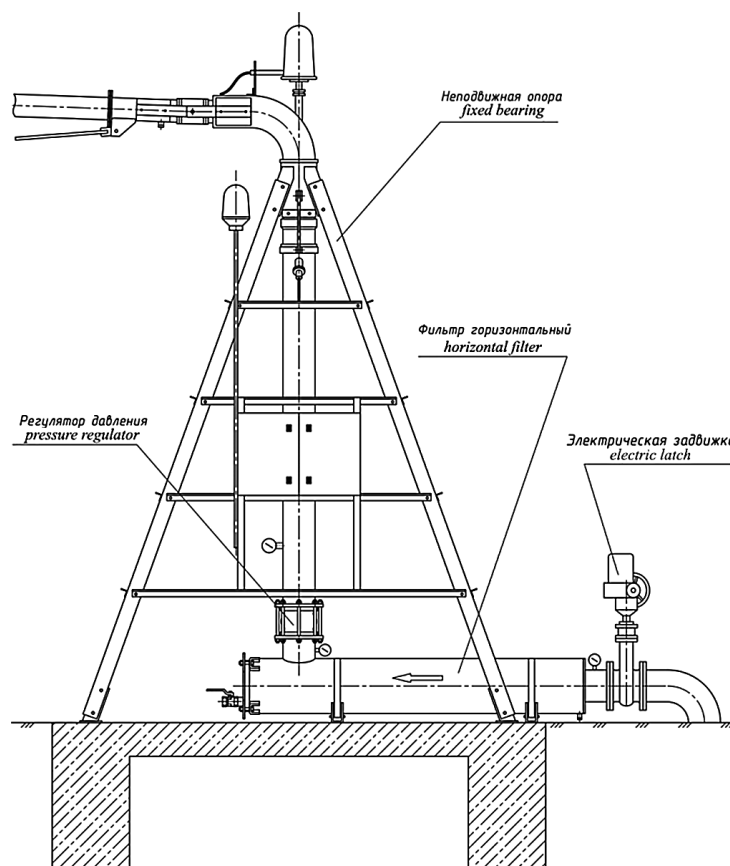


Рис. 2. Узел подключения неподвижной опоры (исполнение Б) к оросительной сети

Fig. 2. Unit for connection of the fixed support (version B) to the irrigation network

Таблица. Технические требования к фильтру грубой очистки воды

Table. Technical requirements to the coarse water filter

Диаметр отверстий фильтрующей сетки, мм <i>Hole diameter of the filter mesh, mm</i>	≤3,0
Пропускная способность фильтра, м ³ /ч / <i>Filter throughput, m³/h</i>	не менее 250 / <i>no less than 250</i>
Давления воды, при котором обеспечивается нормальный режим эксплуатации фильтра, МПа <i>The water pressure at which the normal operation of the filter is ensured, MPa</i>	до 0,75 <i>up to 0.75</i>
Максимальное давление воды, которое способен безопасно выдерживать фильтр в процессе работы, МПа <i>The maximum water pressure that the filter can safely withstand during operation, MPa</i>	1,0
Гидравлическое сопротивление чистого фильтра, МПа <i>Hydraulic resistance of the clean filter, MPa</i>	0,005
Исполнение фильтра / <i>Filter design</i>	Горизонтальное / <i>Horizontal</i>
Фланцевое соединение / <i>Flange connection</i>	Ду 200 ГОСТ 12820-80 <i>Dy 200 GOST 12820-80</i>
Проходное сечение фильтрующего элемента, см ² <i>Flow-through section of the filter element, cm²</i>	не менее 560 / <i>at least 560</i>
Материал фильтрующего элемента / <i>Filter element material</i>	нержавеющая сталь / <i>stainless steel</i>
Кран для промывки фильтра / <i>Filter flushing tap</i>	не менее 2 / <i>no less than 2</i>
Штуцеры для монтажа манометров <i>Fittings for mounting pressure gauges</i>	на входном и выходном патрубке <i>at the inlet and outlet pipe branch</i>
Штуцер для слива воды / <i>Water drain fitting</i>	1/2" или 3/4" / <i>1/2" or 3/4"</i>
Антикоррозионное покрытие корпуса <i>Corrosion-resistant coating of the body</i>	горячее цинкование <i>hot galvanizing</i>
Диапазон рабочих температур фильтра, °С <i>Filter operating temperature range, °C</i>	от 5 до 45 / <i>from 5 to 45</i>

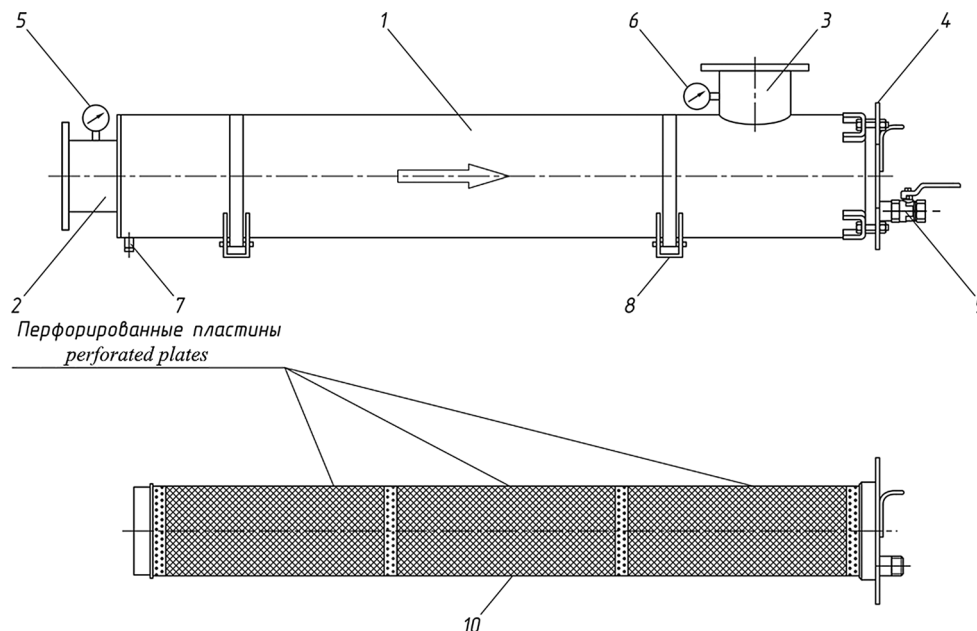


Рис. 3. Фильтр горизонтального исполнения:

- 1 – корпус фильтра; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – крышка;
5, 6 – манометры; 7 – штуцер для слива воды; 8 – опорная лапа;
9 – кран для промывки фильтра; 10 – фильтрующий элемент

Fig. 3. Filter of horizontal version:

- 1 – filter body; 2 – inlet pipe; 3 – outlet pipe; 4 – cover; 5, 6 – pressure gauges;
7 – water drain fitting; 8 – supporting foot; 9 – filter flushing tap; 10 – filtering element

Фильтр грубой очистки оросительной воды [6] имеет цилиндрический корпус. С одной стороны корпуса, по центру, расположен входной патрубок. Перпендикулярно продольной оси корпуса размещен выходной патрубок, который снабжен обоймой с уплотнительной манжетой. Входной и выходной патрубки оснащены присоединительными фланцами и штуцерами с манометрами. В корпусе установлена извлекаемая кассета, содержащая крышку, на внутренней стороне которой расположен переходной цилиндр, к которому присоединен фильтрующий элемент, образованный из свернутых в цилиндры перфорированных листов нержавеющей стали, последовательно соединенных друг с другом. На фильтрующем элементе расположена обойма с уплотняющей манжетой. Крышка кассеты соединена с корпусом посредством болтовых соединений и снабжена краном для промывки фильтра. Корпус оснащен штуцером для слива воды, размещенным в нижней его части, со стороны входного патрубка. Расположенная на фильтрующем элементе обойма под уплотняющую манжету выполнена сварной и оснащена двумя опорными лямками и направляющими, обеспечивающими ее центровку в процессе стыковки с входным патрубком, расположенным внутри корпуса. Края соседних цилиндров, образованных из свернутых перфорированных листов нержавеющей стали, установлены внахлест друг на друга и соединены с короткими цилиндрическими муфтами посредством заклепок. На корпусе фильтра установлены опоры регулируемые по высоте лапами.

Фильтр обеспечивает очистку оросительной воды от взвешенных органических и неорганических частиц, твердых механических примесей и мусора. Установка фильтра не отменяет необходимость осуществления предварительной очистки воды на водозаборе насосных станций [9, 10].

Использование фильтра позволяет защитить регулируемую арматуру и водопроводящие части дождевальных машин от воздействия

твердых частиц, вызывающих износ антикоррозионного покрытия и узлов машины, а также от образования засоров, осадков и отложений, приводящих к поломкам и нарушению работы дождевальной техники.

В процессе эксплуатации необходимо периодически производить очистку фильтра от накопившихся загрязнений. Контроль степени загрязнения фильтра осуществляется по разности входного и выходного давления. Рекомендуется производить очистку фильтра при перепаде давления не более 0,05 МПа.

Для полной очистки фильтр разбирают и извлекают фильтрующий элемент. Сетка фильтрующего элемента промывается струей воды и очищается мягкой щеткой. Разборка и обслуживание фильтра производятся только при отсутствии давления в трубопроводе.

Выводы

Определены параметры подводящего трубопровода и конструктивные особенности узла подключения к гидранту закрытой оросительной сети ДМ «Каскад 65Т», обеспечивающие ее эффективную работу.

1. Для машин длиной до 506 м и с расходом от 33 до 64,4 л/с подводящий трубопровод закрытой оросительной сети должен выполняться из трубы не менее $\varnothing 225 \times 8,6$ мм ПЭ 100 SDR26 PN6; для машин длиной до 315 м и с расходом до 33 л/с – из трубы не менее $\varnothing 180 \times 6,9$ мм ПЭ 100 SDR26 PN6.

2. Узел подключения ДМ «Каскад 65Т» к гидранту закрытой оросительной сети должен иметь:

– электрическую задвижку Ду200, для дождевальных машин с расходом менее 30 л/с возможно применение запорной арматуры Ду150;

– фильтр грубой очистки спускной способностью не менее $250 \text{ м}^3/\text{ч}$, диаметр отверстий фильтрующей сетки – меньше или равен 3,0 мм;

– регулятор давления, обеспечивающий регулировку в пределах от 0,21 до 0,45 МПа.

References

1. **Semenenko S.Y., Abezin V.G., Loboyko V.F.** Development of sprinkler aggregate design with improved agrotechnological performance // Proceedings of the Nizhnevolzhsk Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2017. № 1(45). P. 188-196.

2. **Gurba A.V.** Analysis of the Russian sprinkler fleet and its development prospects // Irrigated agriculture. 2017. No. 1. P. 21-22.

3. **Solovyev D.A.** The relevance of the use of sprinkler machines in areas of risky agriculture on the example of the Saratov region / Kuznetsov R.E., Goryunov D.G., Grepechuk Yu.N. // Scientific life. 2022. No. 4. P. 507-514.

Горюнов Д.Г., Грепечук Ю.Н. // Научная жизнь. 2022. № 4. С. 507-514.

4. **Соловьев Д.А.** Дождевальная машина «Каскад 65Т» для решения проблемы импортозамещения в мелиорации / Кузнецов Р.Е., Горюнов Д.Г., Грепечук Ю.Н. // Научная жизнь. 2022. № 5. С. 648-658.

5. **Соловьев Д.А., Журавлева Л.А.** Роботизированный оросительный комплекс «Каскад» // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 74-78.

6. Патент № 2754318, Российская Федерация, МПК В01D29/11 (2006.01). Фильтр грубой очистки оросительной воды: № 2020127454, заявл. 18.08.2020: опубл. 01.09.2021, Бюл. № 25 / Соловьев Д.А., Кузнецов Р.Е., Лонькин А.П., Колганов Д.А., Марынова Т.А.; заяв. ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». 25 с.: ил.

7. Патент № 2782568, Российская Федерация, МПК В01D29/11 (2006.01), В01D29/15 (2006.01), В01D29/33 (2006.01). Фильтр грубой очистки оросительной воды. № 2021133265, заявл. 15.11.2021; 1.10.2022 Бюл. № 31 / Кузнецов Р.Е., Соловьев Д.А., Колганов Д.А.; заяв. ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». 38 с.: ил.

8. **Загоруйко М.Г., Елисеев М.С., Васильчиков В.В.** Оптимизация геометрических параметров элементов строительных конструкций на этапе их проектирования с помощью технологий 3d-прототипирования // Аграрный научный журнал. 2017. № 1. С. 45-48.

9. **Мальшева В.А., Требзев А.Ю.** Существующие средства гидравлической очистки закрытых трубопроводов оросительных сетей // Наука и молодежь: сборник научных трудов. Новочеркасск. 2018. Т. 5. С. 39-44.

10. **Новиков А.Е.** Техничко-экономическая оценка эффективности модернизации оросительной системы фильтрующими гидроциклонами / Ламскова М.И., Филимонов М.И., Бородычев С.В. // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий: мат-лы Междун. юбилейной научно-практ. конф.. 2019. Т. 2. С. 272-279.

Критерии авторства

Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Грепечук Ю.Н. Загоруйко М.Г., Кузнецов Р.Е. выполнили практические и теоретические 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 11.01.2023

Одобрена после рецензирования 15.02.2023

Принята к публикации 13.03.2023

4. **Solovyev D.A.** Sprinkler machine «Cascade 65T» for solving the problem of import substitution in land reclamation / Kuznetsov R.E., Goryunov D.G., Grepechuk Yu. N. // Scientific life. 2022.No. 5. P. 648-658.

5. **Solovyov D.A., Zhuravleva L.A.** Robotized irrigation complex «Cascade» // Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 1. P. 74-78.

6. **Patent No.** 2754318 Russian Federation, IPC B01D29/11 (2006.01). Filter of coarse purification of irrigation water: No. 2020127454, application No. 18.08.2020: publ. 01.09.2021 Byul. No. 25 // Solovyev D.A., Kuznetsov R.E., Lonkin A.P., Kolganov D.A., Marynova T.A.; applicant of the Saratov State Agrarian University. 25 p.: il.

7. **Patent No.** 2782568 Russian Federation, IPC B01D29/11 (2006.01), B01D29/15 (2006.01), B01D29/33 (2006.01). Filter of coarse purification of irrigation water. No. 2021133265, application No. 15.11.2021: 31.10.2022 Byul. No. 31 // Kuznetsov R.E., Solovyov D.A., Kolganov D.A.; applicant of the Saratov State Agrarian University. 38 p.: ill.

8. **Zagoruiko M.G., Eliseev M.S., Vasilchikov V.V.** Optimization of geometric parameters of elements of building structures at the stage of their design using 3d prototyping technologies // Agrarian scientific journal. 2017. No. 1. P. 45-48.

9. **Malysheva V.A., Trebezov A.Yu.** Existing means of hydraulic cleaning of closed pipelines of irrigation networks // Science and Youth. Collection of scientific works. Novocherkassk. 2018. VOL. 5. P. 39-44.

10. **Novikov A.E., Lamskova M.I., Filimonov M.I., Borodychev S.V.** Technical and economic evaluation of the efficiency of irrigation system modernization by filtering hydrocyclones // Problems of agricultural land reclamation and water management complex based on digital technologies. Materials of the international jubilee scientific and practical conference. 2019. V 2. P. 272-279

Criteria of authorship

Solovyev D.A., Goryunov D.G., Zagoruyko M.G., Kuznetsov R.E. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

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 11.01.2023

Approved after reviewing 15.02.2023

Accepted for publication 13.03.2023