

Оригинальная статья

УДК 502/504:631.674.6

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-31-36

## КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

**АРИСКИНА ЮЛИЯ ЮРЬЕВНА** , младший научный сотрудник

yuliya.glushenko\_61@mail.ru

**ДОМАШЕНКО ЮЛИЯ ЕВГЕНЬЕВНА** , д-р техн. наук, заместитель директора по науке в области мелиорации

domachenko\_u@list.ru

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

*Цель работы – исследование технологических параметров разработанного капельного водовыпуска для повышения эффективности систем капельного орошения. Исследования по определению основных конструктивных параметров усовершенствованного капельного водовыпуска проводились в лабораторных условиях. Для определения нормального гидравлического режима работы системы капельного орошения использовались методики гидравлического расчета О.Е. Ясониди. При проведении исследований определялись технические и гидравлические характеристики капельного водовыпуска, а также равномерность распределения воды в системе капельного орошения. Длина поливного трубопровода составляла:  $L = 60,0$  м. Исследование изменения расхода капельного водовыпуска проводилось за счет регулирования напора (давления) на входе (от 5,0 до 15,0 м). Для расчета использовались трубы диаметрами 0,012; 0,016; 0,020; 0,025 м. На основании расчетных и опытных результатов исследований нормальный гидравлический режим работы системы обеспечивается при диаметре поливного трубопровода 0,025 м. При этом для равномерности распределения расхода напор (давление) на входе составляет 10 м, а расход – 18,79 л/ч; потери напора по длине – от 0,0067 до 0,479 м; протяженность поливного трубопровода ограничена до 50,0 м.*

**Ключевые слова:** капельное орошение, капельный водовыпуск, базальтовое волокно, поливной трубопровод, гидравлический режим

**Формат цитирования:** Арискина Ю.Ю., Домашенко Ю.Е. Конструктивное решение для повышения эффективности капельного орошения // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 31-36. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-31-36.

© Арискина Ю.Ю., Домашенко Ю.Е., 2021

Original article

## CONSTRUCTIVE SOLUTION FOR INCREASING DRIP IRRIGATION EFFICIENCY

**ARISKINA YULIYA YURJEVNA** , junior researcher

yuliya.glushenko\_61@mail.ru

**DOMASHENKO YULIYA EVGENJEVNA** , doctor of technical sciences, deputy director on science in the field of land reclamation

domachenko\_u@list.ru

Russian research institute of land reclamation problems (FSBRU «RosNIIPM»); 346421 Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky pr., 190. Russia

*The purpose is to study the technological parameters of the developed drip outlet to improve the drip irrigation systems efficiency. The studies to determine the main design specifications of the improved drip outlet were carried out in laboratory conditions. To determine the regular hydraulic operation mode of drip irrigation systems, the hydraulic calculation procedure developed by O.E. Yasonidi was used. During the research, the technical and hydraulic characteristics of the drip outlet as well as the uniformity of water distribution in the drip irrigation system were determined. The length of the irrigation pipeline*

was  $L = 60.0$  m. The study of flow variations of the drip outlet was carried out by regulating the head (pressure) at the inlet (from 5.0 to 15.0 m). Pipes with diameters of 0.012, 0.016, 0.020 and 0.025 m were used for the calculation. Based on the calculated and experimental research results, the regular hydraulic operation of the system is ensured with an irrigation pipeline diameter of 0.025 m, while for uniform flow distribution the head (pressure) at the inlet is 10 m, the flow rate is 18.79 l/h, the pressure loss along the length is from 0.0067 to 0.479 m, the irrigation pipeline length is limited to 50.0 m.

**Keywords:** drip irrigation, drip outlet, basalt fiber, irrigation pipeline, hydraulic mode

**Format of citation:** Ariskina Yu. Yu., Domashenko Yu. E. Constructive solution for increasing drip irrigation efficiency // Prirodoobustroystvo. – 2021. – № 5. – S. 31-36. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-31-36.

**Введение.** Капельное орошение является одним из самых распространенных видов орошения, позволяющим обеспечивать максимальную механизацию процесса полива, экономить оросительную воду, эффективно использовать склоновые земли и повышать урожайность сельскохозяйственных культур. Принципиальной основой капельного орошения является постоянное локальное обеспечение растений водой и удобрениями в требуемом количестве с помощью точечных микро-водовыпусков-капельниц [1, 2].

Высокий уровень разработанности систем капельного орошения и обеспечение их функционирования, создание разнообразных конструктивных решений и широкий диапазон технических характеристик капельных водовыпусков позволяют применять капельное орошение в различных почвенно-ландшафтных и климатических условиях, а также для выращивания различных видов культур (ягодников, виноградников, плодовых, пропашных, овощных культур и др.) [3, 4].

С учетом ряда преимуществ элементов техники систем капельного полива все же существует проблема обеспечения надежности конструкции капельных водовыпусков [5]. Это приводит к необходимости дополнительных исследований технических параметров капельниц и к разработке новых конструктивных решений.

Цель исследований заключается в определении технологических параметров разработанного капельного водовыпуска для повышения эффективности систем капельного орошения.

**Материалы и методы.** Исследования по определению основных конструктивных параметров усовершенствованного капельного водовыпуска проводились в лабораторных условиях.

Разработанный капельный водовыпуск изготовлен из прочного экологически чистого материала, отличается надежностью защиты от закупоривания и загрязнения, а также от внешних воздействий. Капельный водовыпуск поливного трубопровода содержит водовыпускные

отверстия на пластине, выполненной из базальтового волокна с фильтрующим основанием на основе полимерного материала. При этом пластина крепится к трубопроводу жесткими металлическими стержнями с толщиной 6 мм (рис. 1).

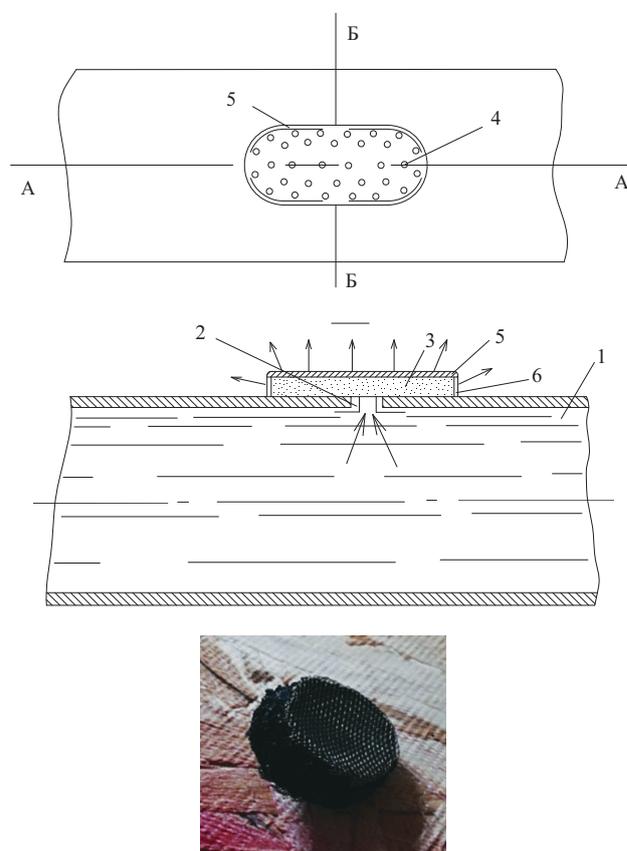


Рис. 1. Конструкция капельного водовыпуска:

- 1 – поливной трубопровод;
- 2 – окаймленный водовыдел;
- 3 – пористый элемент, выполненный на основе полимерного материала;
- 4 – водовыпускные отверстия; 5 – пластина, выполненная из базальтового волокна;
- 6 – жесткие металлические стержни

Fig. 1. Drip water outlet design:

- 1 – irrigation pipeline; 2 – edged water area;
- 3 – porous element made on the basis of polymeric material; 4 – water outlets;
- 5 – a plate made of basalt fiber; 6 – rigid metal rods

Капельный водовыпуск работает следующим образом: вода из трубопровода 1 поступает в окаймленный водовыдел 2 и через пористый элемент, выполненный на основе полимерного материала 3, в виде капель выклинивается через отверстия 4, размещенные на пластине из базального волокна 5, крепящейся к трубопроводу 1 жесткими металлическими стержнями 6 [6].

Определение нормального гидравлического режима работы системы капельного орошения использовалось по методике гидравлического расчета О.Е. Ясониди [7-9].

Приняты следующие исходные данные для расчета:

– длина поливного трубопровода  $l = 10,0 \dots 50,0$  м;

– число капельниц на поливном трубопроводе  $n = 10 \dots 50$  шт.;

– расход одного капельного водовыпуска  $q_{\text{кап}} = 15,0 \dots 22,0$  л/ч;

– напор в голове поливного трубопровода  $h = 5,0 \dots 15,0$  м.

**Результаты и обсуждение.** При проведении исследований определялись технические и гидравлические характеристики капельного водовыпуска, монтированного на поливном трубопроводе, а также равномерность распределения воды в системе капельного орошения в течение нескольких поливов путем измерения расхода капельниц, расположенных в начале и в конце поливных трубопроводов.

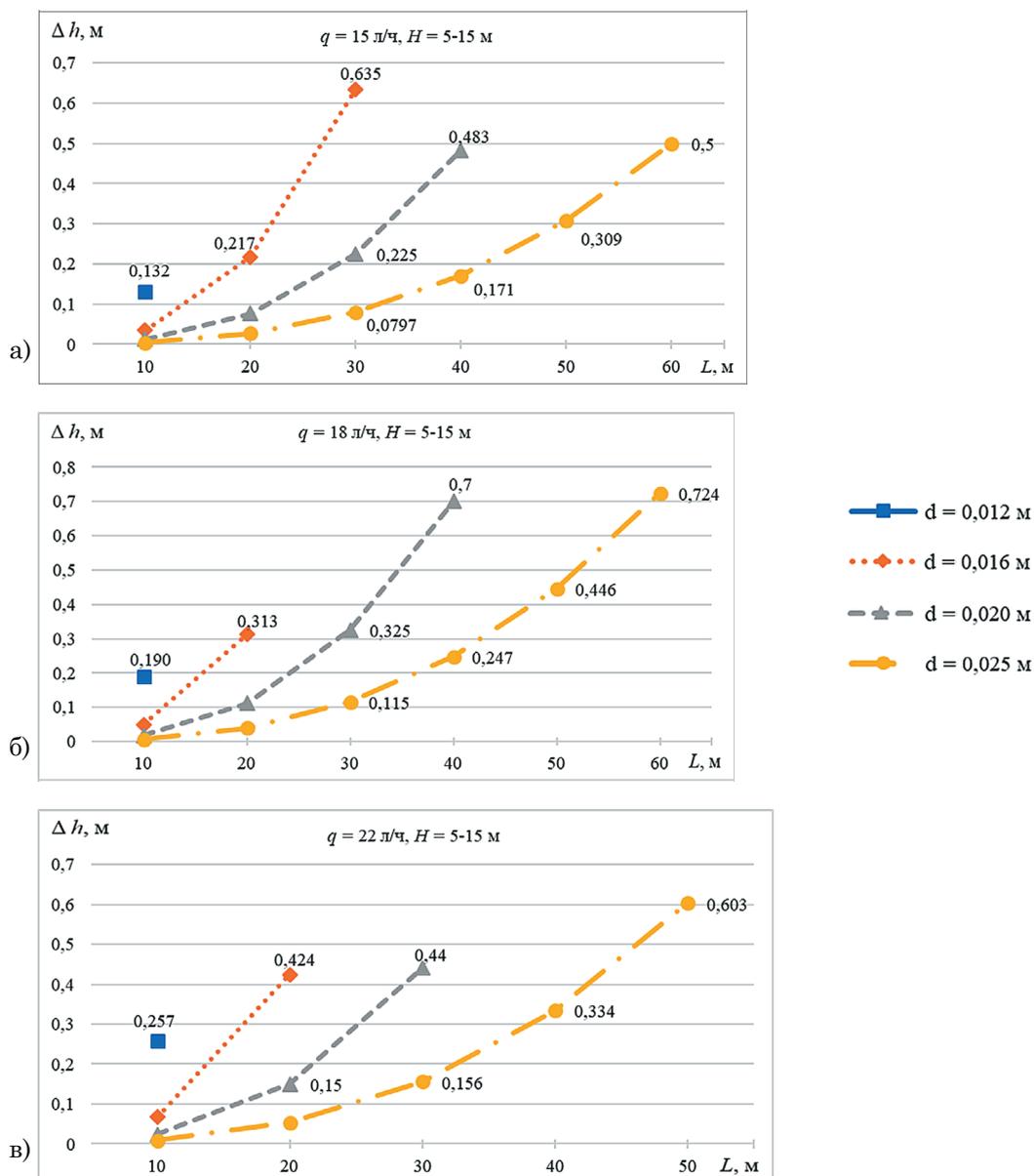


Рис. 2. Изменение потерь напора по длине поливного трубопровода: а) при расходе  $q = 15,0$  л/ч; б) при расходе  $q = 18,0$  л/ч; в) при расходе  $q = 22,0$  л/ч

Fig. 2. Change in head losses along the length of the irrigation pipeline: а) at a flow rate  $q = 15.0$  l/h; б) at flow rate  $q = 18.0$  l/h; в) at flow rate  $q = 22.0$  l/h

Расчет поливного трубопровода сводится к определению внутреннего диаметра, обеспечивающего минимальные суммарные потери напора по длине поливного трубопровода, и осуществляется методом подбора диаметра с последовательным использованием стандартных типоразмеров. Для расчета использовались трубы диаметрами 0,012; 0,016; 0,020; 0,025 м (рис. 2) [10].

Из рисунка 2 следует, что при напоре (давлении) от 5,0 до 15,0 м и расходах капельного водовыпуска 15, 18 и 22 л/ч длина поливного трубопровода может изменяться до 60 м с минимальными потерями напора по длине от 0,0043 до 0,50 м при диаметре поливного трубопровода 0,025 м.

Исследования потерь напора по длине поливного трубопровода проводились на лабораторной установке системы капельного орошения, включающую в себя установку манометра для регулирования напора (давления) на входе, магистральный трубопровод, поливной трубопровод, капельный водовыпуск. Шаг между капельными водовыпусками составляет 1,0 м, так как при подаче воды через капельный водовыпуск на поверхность почвы в течение 1 ч растекание воды по горизонтальным капиллярам составляет около 0,50 м, по вертикальным – 0,3...0,4 м (рис. 3).

Замер расхода капельниц производился объемным методом (с помощью мензурки и секундомера). Длина поливного трубопровода составляла  $L = 50...60$  м. Принят диаметр 0,025 м в соответствии с расчетами.

Исследование изменения расхода капельного водовыпуска, представленное в таблице, проводилось за счет регулирования напора (давления) на входе (от 0,05 до 0,15 МПа).

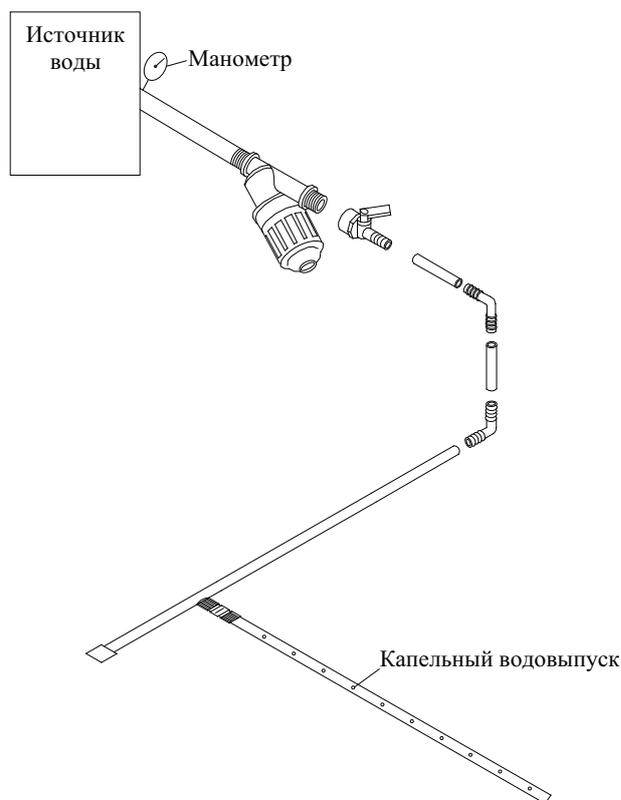


Рис. 3. Схема расположения капельного водовыпуска на лабораторной установке

Fig. 3. Layout of the drip water outlet at the laboratory installation

Таблица

Результаты исследования изменения расхода капельного водовыпуска в лабораторных условиях

Table

Results of the study of changes in drip water release consumption in the laboratory conditions

№ опыта Test No	Напор, м Head, m	Расход в начале и в конце трубопровода, л/ч Flow rate at the beginning and end of the pipeline, l/h	Средний расход, л/ч Average consumption, l/h
1	5,0	$q_n = 16,46$	15,84
2		$q_k = 14,83$	
3	10,0	$q_n = 19,85$	18,79
4		$q_k = 17,91$	
5	15,0	$q_n = 23,60$	22,82
6		$q_k = 22,3$	

По результатам полученных данных можно сделать вывод о том, что при увеличении давления на входе увеличивается расход капельного водовыпуска. Сопоставление экспериментальных и расчетных значений потерь напора по длине представлено на рисунке 4.

Из графика следует, что при диаметре 0,025 м и раскладке поливного трубопровода до 60 м минимальные потери напора от 0,0047 до 0,185 м наблюдаются при расходе капельного водовыпуска  $q = 15,84$  л/ч, погрешность  $\Delta$  между расчетными и опытными

данными составляет 8,7%, длина поливного трубопровода – 40 м. При напоре 15 м расход капельного водовыпуска достигает 22,82 л/ч, что способствует увеличению потерь напора по длине от 0,0093 до 0,661 м, а также при таком расходе происходит размыв почвы под капельницей, погрешность  $\Delta$  составляет 9,5%, длина трубопровода – 50 м. Наиболее оптимальным

расходом капельного водовыпуска является расход  $q = 18,79$  л/ч, создаваемый при напоре (давлении) 10 м. При этом максимальная длина трубопровода составляет 50 м, потери напора по длине – от 0,0067 до 0,479 м, погрешность  $\Delta$  между расчетными и опытными данными – 7,2%, что показывает оправданность математических расчетов.

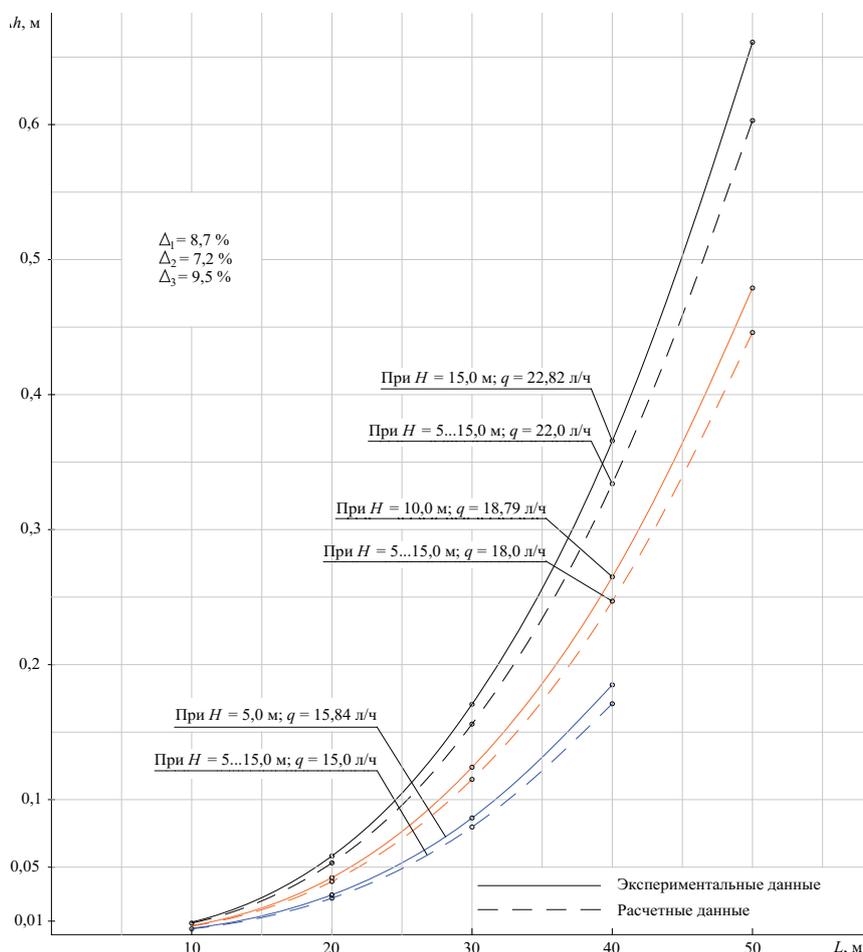


Рис. 4. График потерь напора в лабораторных условиях и расчетным способом  
 Fig. 4. Graph of head losses in the laboratory conditions and by the calculated method

При исследовании потерь напора поливного трубопровода длиной более 50 м наблюдается их увеличение и не обеспечивается нормальный гидравлический режим работы трубопровода.

### Выводы

1. Особенность конструкции капельного водовыпуска заключается в многочисленных водовыпускных отверстиях, расположенных на пластине, за счет чего увеличивается площадь увлажнения (контур увлажнения с горизонтальной площадью изменяется от 0,25 до 0,5 м<sup>2</sup>), что значительно снижает время полива.

2. Изменение расхода капельного водовыпуска зависит от определенного значения давления в трубопроводе. При проведении

исследований диапазон напора (давления) на входе составляет от 5,0 м до 15,0 м, изменение расхода капельницы – соответственно 15,84...22,82 л/ч.

3. На основании расчетных и экспериментальных результатов исследований нормальный гидравлический режим работы системы обеспечивается при диаметре поливного трубопровода 0,025 м. При этом для равномерности распределения расхода напор (давление) на входе составляет 10 м, а расход равен 18,79 л/ч, потери напора по длине составляют от 0,0067 до 0,479 м.

4. При применении капельного водовыпуска с вышеуказанными параметрами протяженность поливного трубопровода ограничена до 50,0 м.

**Библиографический список**

1. **Нестерова Г.С., Зонн И.С., Вейцман Е.А.** Капельное орошение: Обзорная информация. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1973. – С. 5-6.
2. **Ясониди О.Е.** Капельное орошение: Монография. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 322 с.
3. **Васильев С.М., Коржова Т.В., Шкура В.Н.** Технические средства капельного орошения: Учебное пособие. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. – 200 с.
4. **Васильев С.М., Шкура В.Н., Штанько А.С.** Капельные оросительные системы: Учебное пособие. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2019. – 179 с.
5. **Ахмедов А.Д., Темерев А.А., Галиуллина Е.Ю.** Надежность систем капельного орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Агронимия и лесное хозяйство. – 2010. – № 3 (19). – 6 с.
6. Пат. 2678641, Российская Федерация, МПК А01G 25/00 (2006.01) Капельный водовыпуск поливного трубопровода / Щедрин В.Н., Васильев С.М., Арискина Ю.Ю., Домашенко Ю.Е., Снопич Ю.Ф.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2018108818; заявл. 12.03.2018; опубл. 30.01.2019, Бюл. № 4. 8 с.
7. **Ясониди О.Е.** Водоснабжение при орошении. – Новочеркасск: УИЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 473 с.
8. **Новиков А.Е. и др.** Гидравлический расчет лент системы капельного орошения / А.Е. Новиков, М.И. Ламскова, В.А. Моторин, В.В. Некрасова // Природобустройство. – 2014. – № 2. – С. 29-33.
9. **Микитюк А.В., Кажаров В.М., Шугай П.Ю.** Гидравлический расчет поливного полиэтиленового трубопровода системы капельного орошения // Политематический сетевой эл. науч. журнал КубГАУ. – 2005. – № 13. – С. 105-111.
10. **Мелихов В.В.** Проектирование и расчет систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: Методическое пособие / В.В. Мелихов, И.П. Кружлин, Н.Н. Дубенок, А.Г. Болотин [и др.]. – Волгоград: ВНИИОЗ: ООО «Сфера», 2017. – 168 с.

**Критерии авторства**

Арискина Ю.Ю., Домашенко Ю.Е. выполнили 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 конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 20.08.2021 г.

Одобрена после рецензирования 18.10.2021 г.

Принята к публикации 01.11.2021 г.

**References**

1. **Nesterova G.S., Zonn I.S., Veitsman E.A.** Kapelnoe oroshenie: obzornaya informatsiya. – M.: VNIITEISH, 1973. – S. 5-6.
2. **Yasonidi O.E.** Kapelnoe oroshenie: monografiya. – Novocherkassk: Lik, 2011. – 322 s.
3. **Vasiljev S.M., Korzhova T.V., Shkura V.N.** Tehnicheskie sredstva kapelnogo orosheniya: uchebnoe posobie. – Novocherkassk: RosNIIPM, 2017. – 200 s.
4. **Vasiljev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S.** Kapelnye orositelnye sistemy: uchebnoe posobie. – Novocherkassk: RosNIIPM, 2019. – 179 s.
5. **Akhmedov A.D., Temerev A.A., Galiullina E.Yu.** Nadezhnost system kapelnogo orosheniya // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Agronomiya i lesnoe hozyajstvo. – 2010. – № 3 (19). – 6 s.
6. Pat. 2678641 Rossijskaya Federatsiya, MPK A01G 25/00 (2006.01) Kapelnyj vodovypusk polivnogo truboprovoda / Shchedrin V.N., Vasiljev S.M., Ariskina Yu.Yu., Domashenko Yu.E., Snipich Yu.F.; zayavitel i patentoobladatel Ros. nauch.-issled. in-t problem melioratsii. № 2018108818; zayavl. 12.03.2018; opubl. 30.01.2019, Bюл. № 4. 8 s.
7. **Yasonidi O.E.** Vodosnabzhenie pri oroshenii. – Novocherkas: UPTS «Nabla» YURGTU (NPI), 2004. – 473 s.
8. **Novikov A.E., Lamskova M.I., Motorin V.A., Nakrasova V.V.** Gidravlicheskiy raschet lent sistemy kapelnogo orosheniya // Prirodoobustrojstvo. – 2014. – № 2. – S. 29-33.
9. **Mikityuk A.V., Kazharov V.M., Shugaj P.Yu.** Gidravlicheskiy rasch polivnogo polyetenovogo truboprovoda sistemy kapelnogo orosheniya // Politematicheskij setevoy el. nauch. zhurnal KubGAU. – 2005. – № 13. – S. 105-111.
10. **Melikhov V.V.** Proektirovanie i raschet system dozhdvaniya i kapelnogo orosheniya selskohozyajstvennyh kultur: metodicheskoe posobie / I.P. Kruzhillin, N.N. Dubenok, A.G. Bolotin [i dr.] – Volgograd: VNIIOZ: OOO «Sfera», 2017. – 168 s.

**Criteria of authorship**

Ariskina Yu.Yu., Domashenko Yu.E. carried out theoretical 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

The article was submitted to the editorial office 20.08.2021

Approved after reviewing 18.10.2021

Accepted for publication 01.11.2021