МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.674.6:634.1.055

doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-97-112

Поливные устройства капельного увлажнения почвы в междурядьях древесно-плодовых насаждений

Андрей Сергеевич Штанько, Виктор Николаевич Шкура

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, rosniipm@yandex.ru

Аннотация. Цель: техническое обеспечение проведения капельного увлажнения междурядового корнеобитаемого почвенного пространства древесно-плодовых садовых насаждений. **Материалы и методы.** Объектом исследования являлась поливная сеть систем капельного орошения многолетних древесно-плодовых садовых насаждений. При проведении исследований осуществлялся анализ и вариантное сравнение с выделением достоинств и недостатков рассматриваемых конструкций. При совершенствовании конструктивной схемы капельного поливного устройства использовались методы поискового конструирования. **Результаты.** При проведении исследований был обобщен опыт эксплуатации систем капельного орошения многолетних плодовых садов и сформированы основные требования к капельной оросительной сети в многолетних садовых насаждениях. В качестве объекта для дальнейшего исследования, частично удовлетворяющего данным требованиям, принята конструктивная схема капельного поливного устройства для увлажнения почвы в междурядовом корнеобитаемом почвенном пространстве древесно-плодовых садовых насаждений, приведенная в патенте RU № 2713136. Недостатком данной конструкции капельного поливного устройства является низкая надежность упругой муфты, которая должна деформироваться при изменении положения капельной консоли, иметь необходимую жесткость для подъема капельной консоли из рабочего положения в холостое и быть герметичным водоводом, соединяющим капельную консоль и тройник. В результате исследований предложена усовершенствованная конструкция поливного устройства, не включающая деформируемых элементов. **Выводы.** Предложенная конструктивная схема капельного поливного устройства для многолетних плодовых насаждений отвечает требованиям технологичности, имеет возможность автоматического действия в режиме полива и в межполивной период и обеспечивает подачу поливной воды в определенные точки расположения развитой корневой системы многолетних растений, включая междурядовое корнеосвоенное почвенное пространство.

Ключевые слова: плодовый сад, капельное орошение, поливная сеть, поливное устройство, капельная консоль, корнеосвоенное почвенное пространство

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

Irrigation facilities for drip irrigation of soil in inter-rows of wood and fruit plants

Andrey S. Shtanko, Viktor N. Shkura

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, rosniipm@yandex.ru

Abstract. Purpose: technical support for drip irrigation of the inter-row root-inhabited soil space in fruit garden plantations. **Materials and methods.** The object of the study was the irrigation network of perennial tree-fruit orchard plantations. During the research, analysis and variant comparison were carried out, highlighting the advantages and disadvantages of the structures under consideration. When improving the design of the drip irrigation facility, the methods of exploratory design were used. **Results.** During the research, the experience of operating the drip irrigation systems of perennial orchards was generalized and the basic requirements for the drip irrigation network in perennial orchards were formed. As an object for further research, partially satisfying these requirements, a constructive diagram of a drip irrigation facility for moistening the soil in the inter-row root-inhabited soil space of tree-fruit orchard plantations, given in RU Patent no. 2713136, was adopted. The disadvantage of this design of a drip irrigation facility is low reliability of the elastic coupling, which should be deformed when the position of the drip console changes, have the necessary rigidity to lift the drip console from the working position to the idle position, and be a sealed conduit connecting the drip console and the tee. As a result of the research, an improved design of the irrigation structure has been proposed, which does not include deformable elements. **Conclusions.** The proposed design scheme of a drip irrigation facility for perennial fruit plantations meets the requirements of manufacturability, has the ability to automatically operate in the irrigation mode and in the inter-irrigation period, and provides irrigation water supply to certain points of the location of the developed root system of perennial plants, including the inter-row root-inhabited soil space.

Keywords: fruit garden, drip irrigation, irrigation network, irrigation facility, drip console, root inhabited soil space

Введение. Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации и Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. предусмотрено более чем 2-кратное увеличение объема производства плодово-ягодной продукции в стране к 2030 г. [1, 2]. Одним из путей достижения поставленной цели является повышение урожайности многолетних плодовых культур, выращиваемых в существующих и закладываемых промышленных садах с использованием орошения. В складывающихся условиях при дефиците водных ресурсов наиболее перспективным представляется капельный способ орошения многолетних плодовых насаждений.

Эффективность капельного полива древесных плодовых растений, культивируемых в промышленных садовых насаждениях, в значительной степени зависит от качества реализации капельной поливной сети и точности подачи оросительной воды и элементов минерального питания в зоны расположения основной массы корней корневых систем многолетних культур. Отметим, что широко применяемые в практике садоводства схе-

мы расположения поливных элементов систем капельного орошения не предусматривают подачу воды и агрохимпрепаратов в зоны питания корневых систем, расположенные в междюдовом пространстве садовы насаждений [3–8]. Указанное обстоятельство трудно признать обоснованным в связи с тем, что значительная часть активно питающих растения корней располагается именно в этих зонах корнеосвоенного пространства [9–11]. Обоснованный полив корнеосвоенного пространства между рядами многолетних садовы насаждений является одним из способов повышения их продуктивности.

В связи с вышеприведенным целью настоящего исследования являлось техническое обеспечение проведения капельного увлажнения междюдового корнеобитаемого почвенного пространства многолетних древесно-плодовы садовы насаждений.

Материалы и методы. Объектом исследования являлась поливная сеть систем капельного орошения многолетних древесно-плодовы садовы насаждений. При проведении исследований осуществлялся анализ и вариантное сравнение с выделением достоинств и недостатков рассматриваемы конструкций. При совершенствовании конструктивной схемы капельного поливного устройства использовались методы поискового конструирования.

Результаты и обсуждение. В общем случае в составе капельной оросительной сети выделяют транспортирующую сеть, подводящую поливную воду к садовому насаждению, и поливную сеть, обеспечивающую подвод воды к растениям и выпуск ее в определенную зону области питания каждого растения [12]. В конструктивном отношении капельная оросительная сеть является закрытой трубопроводной сетью, функционирующей в напорном режиме. Поливная сеть включает оросительный трубопровод и питающиеся из него поливные трубопроводы, оборудованные поливными устройствами и капельными микроводовыпусками [13].

Устройства для капельного полива древесны плодовы культур,

произрастающих в садовых насаждениях, должны обеспечивать подачу поливной воды в определенные зоны корневой системы многолетних растений, в т. ч. и в междурядное пространство, и при этом не создавать препятствий для ведения уходных и других агротехнических работ.

Конструктивное решение капельного поливного устройства, соответствующего указанным требованиям, приведено в патенте RU № 2713136 [14] и уже опубликованной работе авторов [15]. Общий вид и план участка сада, оборудованного предложенным капельным поливным устройством, приведены на рисунках 1 и 2.

Рисунок 1 – Вид на участок сада (вдоль рядов), оборудованный поливным устройством для капельного увлажнения междурядного корнеосвоенного почвенного пространства (патент RU № 2713136) [14]

Данное поливное устройство располагается на поливном трубопроводе, включает тройник для присоединения к поливному трубопроводу и перпендикулярную ему жесткую капельную консоль с устроенными на ней капельницами. Для автоматического перемещения капельной консоли из горизонтального положения при проведении капельного полива в положение, занимаемое капельными консолями в межполивной период (близкое к вертикальному), и обратно в зависимости от наличия или отсутствия оросительной воды в водоотводе применена упругая муфта. Устройство для капельного полива многолетних насаждений функционирует следующим об-

разом. В межполивной период капельные водоотводы не содержат оросительной воды и благодаря способности упругой муфты находятся в близком к вертикальному положению. При этом обеспечивается доступ сельскохозяйственной техники в междурядное пространство. При проведении полива оросительная вода подается по поливному трубопроводу и через тройники, упругую муфту заполняет капельную консоль. При этом масса водоотвода увеличивается и, преодолевая сопротивление упругой муфты, он принимает горизонтальное положение, в котором через установленные на консоли капельницы производится выпуск воды и увлажнение корнеобитаемого почвенного пространства. После окончания подачи воды в поливной трубопровод капельный водоотвод опорожняется, его масса уменьшается, и он посредством упругой муфты поднимается вверх и освобождает междурядное пространство для прохода сельскохозяйственной техники.

Рисунок 2 – План участка сада, оборудованного поливным устройством для капельного увлажнения междурядного почвенного пространства (патент RU № 2713136) [14]

Конструктивное решение узла подключения капельных консолей, предложенного в патенте RU № 2713136, проиллюстрировано рисунком 3.

Недостатком данной конструкции капельного поливного устройства

является низкая надежность упругой муфты, которая должна деформироваться при изменении положения капельной консоли, иметь необходимую жесткость для подъема капельной консоли из рабочего положения в холостое и быть герметичным водоводом, соединяющим капельную консоль и тройник. С целью повышения надежности поливного устройства в процессе исследований была предложена усовершенствованная конструкция поливного устройства для капельного полива междурядового корнеосвоенного почвенного пространства в садовых насаждениях плодовых культур.

Рисунок 3 – Поливное устройство (патент RU № 2713136) [14]

В общем виде усовершенствованная капельная поливная сеть многолетнего садового насаждения включает в себя поливной трубопровод, расположенный вдоль рядов выращиваемых культур. К поливному трубопроводу через специальные узлы подключаются перпендикулярно направленные капельные консоли, оборудованные капельными микроводовыпусками требуемого количества и расположения. Так же, как и в поливном устройстве, предложенном в патенте RU № 2713136, при проведении полива капельные консоли располагаются в рабочем положении параллельно поверхности земли. По окончании подачи воды в поливные трубопроводы капельные консоли освобождаются от оросительной воды и автоматически переводятся из рабочего положения в близкое к вертикальному, при кото-

ром не возникает препятствий для проведения механизированных агротехнических работ в междурядовом пространстве садового насаждения.

Автоматический перевод капельных консолей из положения, близкого к вертикальному, в рабочее производится за счет взаимодействия сил, создаваемых упругим жгутом из эластичного материала, который соединяет противоположно направленные капельные консоли одного узла подключения, с одной стороны, и весом капельной консоли – с другой. Конструктивная схема поливного устройства проиллюстрирована рисунками 4–6.

Рисунок 4 – План поливного устройства для увлажнения почвы в междурядовом корнеобитаемом почвенном пространстве

Рисунок 5 – Вид на поливное устройство для увлажнения почвы в междурядовом корнеобитаемом почвенном пространстве

Рисунок 6 – Вид на поливное устройство для увлажнения почвы в межрядовом корнеобитаемом почвенном пространстве

Жгут из эластичного материала должен создавать усилие, достаточное для преодоления силы тяжести и сил трения в узле подключения капельной консоли, для подъема и удержания капельных консолей без воды в положении, близком к вертикальному. При подаче воды в поливной трубопровод и наполнении капельных консолей их вес увеличивается. При этом создаваемое жгутом усилие должно быть меньше силы, которая стремится опустить наполненные водой капельные консоли в рабочее положение к поверхности земли. Соответственно, при подаче поливной воды капельные консоли занимают близкое к поверхности земли положение и производится капельный полив требуемой площади питания растения.

Вращение капельных консолей относительно поливного трубопровода с целью перевода поливного устройства из рабочего положения в близкое к вертикальному и обратно, а также подача поливной воды из поливного трубопровода в капельную консоль и герметичность соединения обеспечивается конструкцией узла подключения капельных консолей, который не имеет деформируемых элементов и представлен на рисунках 7 и 8.

Рисунок 7 – Узел подключения капельных консолей (вид сверху)

Рисунок 8 – Узел подключения капельных консолей (вид сбоку)

Основным конструктивным элементом узла подключения капельных консолей является платформа, к которой посредством хомутов крепятся боковые и центральный элементы поливного трубопровода (рисунки 9 и 10).

Рисунок 9 – Разрез А – А узла подключения капельных консолей (см. рисунок 7)

Рисунок 10 – Разрез Б – Б узла подключения капельных консолей (см. рисунок 7)

Для придания устойчивости поливному устройству платформа оснащена в нижней части анкерами, втыкаемыми в почвенное пространство. В элементы поливного трубопровода монтируются тройники.

Между внутренней поверхностью поливного трубопровода и внешней поверхностью входящего в него отвода тройника имеется зазор, наличие которого позволяет тройнику свободно вращаться относительно поливного трубопровода. Для герметизации соединения отводов тройника и поливного трубопровода предусмотрены уплотнительные кольца (по два на каждое соединение). На отвод тройника, перпендикулярный оси поливного трубопровода, монтируется капельная консоль, оборудованная капельными микроводовыпусками и хомутом для крепления эластичного жгута.

Функционирование предложенного поливного устройства осуществляется следующим образом. Перед первым поливом, в начале вегетационного периода или в межполивной период капельные консоли поливного устройства не содержат поливную воду. В связи с этим усилие, создаваемое жгутом из эластичного материала, достаточно для перевода и поддержания капельных консолей в близком к вертикальному положению, которое позволит занять крона культивируемых растений. При проведении полива оросительная вода подается в поливные трубопроводы и далее в капельные консоли. При наполнении капельных консолей водой их вес значительно увеличивается и преодолевает усилие, создаваемое жгутом из эластичного материала. При этом капельные консоли вращением относительно оси поливного трубопровода занимают рабочее, параллельное поверхности земли положение. Поливная вода в виде капель подается капельными микроводовыпусками в почвенное пространство, где формируются зоны капельного увлажнения с требуемыми геометрическими и влажностными параметрами. После завершения полива подача воды прекращается, а имеющаяся в капельных консолях вода вытекает через капельницы, установленные как на капельных консолях, так и на поливном трубопроводе. При этом вес капельных консолей уменьшается, и они посредством усилия, создаваемого жгутом из эластичного материала, поднимаются в положение, близкое к вертикальному, и не препятствуют проведению агротехнических работ в междурядовом пространстве.

Выводы

1 Директивными документами Российской Федерации предусмотрено значительное увеличение валового сбора плодородческой продукции. Достижение поставленной цели возможно как посредством увеличения площадей садовых насаждений, так и посредством повышения урожайности многолетних плодовых культур, выращиваемых в существующих и закладываемых промышленных садах.

2 Орошение и фертигация многолетних плодовых насаждений являются ключевым фактором повышения их урожайности, а в сложившихся условиях острого дефицита водных ресурсов, особенно в южных, благоприятных для плодородства, регионах Российской Федерации, капельный способ полива и внесения удобрений является наиболее перспективным.

3 При использовании технологии капельного полива древесных плодовых растений особое значение имеет качество реализации капельной поливной сети и точность подачи воды и элементов минерального питания в зоны расположения корневых систем многолетних культур. В связи с этим полив корнеосвоенного пространства между рядами многолетних садовых насаждений является одним из способов повышения их продуктивности.

4 Предложенное в патенте RU № 2713136 капельное поливное устройство позволяет проводить полив корнеосвоенного междурядового пространства садовых насаждений. Недостатком конструкции данного поливного устройства является низкая надежность упругой муфты, которая обусловлена многофункциональностью данного элемента. Упругая муфта должна деформироваться при изменении положения капельной консоли, иметь необходимую жесткость для подъема капельной консоли из рабочего положения в холостое и при этом быть герметичным водоводом, соединяющим капельную консоль и тройник.

5 Предложенная усовершенствованная конструктивная схема капельного поливного устройства многолетних плодовых насаждений не имеет

деформируемых элементов, отвечает требованиям технологичности, имеет возможность автоматического действия в режиме полива и в межполивной период и обеспечивает подачу поливной воды в определенные точки расположения развитой корневой системы многолетних растений, включая междурядное корнеосвоенное почвенное пространство.

Список использованных источников

1 Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20: по состоянию на 2 ноября 2020 г. // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – Консультант Плюс, 2020.

2 Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2020 г. № 993-р: по состоянию на 2 ноября 2020 г. // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – Консультант Плюс, 2020.

3 Овчинников, А. С. Модернизация элементов систем капельного орошения / А. С. Овчинников, М. П. Мещеряков, В. С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3(27). – С. 171–174.

4 Копылов, В. И. Организация территории сада / В. И. Копылов // Система садоводства Республики Крым / Крым. федер. ун-т им. В. И. Вернадского; Акад. биоресурсов и природопользования. – Симферополь, 2016. – С. 103–106.

5 Гегечкори, Б. С. Альтернативный способ в технологии закладки орошаемых плодовых насаждений / Б. С. Гегечкори, С. Ю. Орленко, А. П. Задорожный // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 4. – С. 14–17.

6 Капельное орошение: пособие к СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения»: утв. Приказом Союзводпроекта от 11 апреля 1986 г. № 113 // ИС «Техэксперт»: 6 поколение «Интранет» [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2020.

7 Системы капельного орошения: учеб. пособие / М. И. Ромашенко, В. И. Доценко, Д. М. Оноприенко, А. И. Шевелев; под ред. М. И. Ромашенко. – Днепрпетровск: Оксамит-текст, 2007. – 175 с.

8 Optimal design of drip irrigation submains: pressure-compensating emitters / С. E. Schilardi Sicoli, R. Aliod, F. Zorilla, J. A. Morábito // Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. – 2019. – Vol. 51, № 2. – P. 154–166.

9 Ахмедов, А. Д. Характер распределения корневой системы яблони при внутрипочвенном орошении / А. Д. Ахмедов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – № 3(11). – С. 23–26.

10 Шкура, В. Н. Геометрия корневых систем яблони: монография / В. Н. Шкура, Д. Л. Обумахов, Е. Н. Лунева; под ред. В. Н. Шкуры; Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск: Лик, 2013. – 124 с.

11 Рыжаков, А. Н. Исследование основной массы корней яблоневого растения / А. Н. Рыжаков, В. Н. Шкура // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2015. – № 4(20). – С. 85–95. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=366&id=372>.

12 Ясониди, О. Е. Капельное орошение / О. Е. Ясониди. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 322 с.

13 Штанько, А. С. Компонентно-конструктивное решение оросительной сети модульного участка капельного орошения / А. С. Штанько, В. Н. Шкура // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2020. – № 2(38). – С. 71–87. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=660&id=665>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-71-87.

14 Пат. 2713136 Российская Федерация, МПК⁶ А 01 G 25/02, МПК¹⁸ В 05 В 15/74, СПК А 01 G 01 25/02, В 05 В 15/74. Устройство для капельного полива многолетних насаждений / Васильев С. М., Шкура В. Н., Штанько А. С.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2019116934; заявл. 31.05.19; опубл. 03.02.20, Бюл. № 4. – 11 с.

15 Штанько, А. С. Поливные устройства для капельного орошения плодоносящих яблонь, культивируемых на черноземах Ростовской области / А. С. Штанько, В. Н. Шкура // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2019. – № 3(35). – С. 50–67. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=618>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-50-67.

References

1 *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [On the Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020, no. 20, as of November 2, 2020. (In Russian).

2 *Ob utverzhdenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [On the Approval of the Strategy for the Development of Agro-Industrial and Fishery Complexes of the Russian Federation for the Period up to 2030]. Order of the Government of the RF of April 12, 2020, no. 993-r, as of November 2, 2020. (In Russian).

3 Ovchinnikov A.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikov V.S., 2012. *Modernizatsiya elementov sistem kapel'nogo orosheniya* [Modernization of drip irrigation systems elements]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of the Nizhnevolzhskiy Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 3(27), pp. 171-174. (In Russian).

4 Kopylov V.I., 2016. *Organizatsiya territorii sada* [Organization of the garden territory]. *Sistema sadovodstva Respubliki Krym* [Gardening System in the Republic of Crimea]. Crimea Federal University named after V.I. Vernadsky; Academy of Bioresources and Nature Management]. Simferopol, pp. 103-106. (In Russian).

5 Gegechkori B.S., Orlenko S.Yu., Zadorozhny A.P., 2014. *Al'ternativnyy sposob v tekhnologii zakladki oroshaemykh plodovykh nasazhdeniy* [An alternative method in the technology of laying irrigated fruit plantations]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 4, pp. 14-17. (In Russian).

6 *Kapel'noe oroshenie: posobie k SNIp 2.06.03-85 «Meliorativnye sistemy i sooruzheniya»* [Drip Irrigation: a guide to SNIp 2.06.03-85 “Reclamation Systems and Structures”]. Order of Soyuzvodproekt of April 11, 1986, no. 113. (In Russian).

7 Romashchenko M.I., Dotsenko V.I., Onoprienko D.M., Shevelev A.I., 2007. *Sistemy kapel'nogo orosheniya: uchebnoe posobie* [Drip Irrigation Systems: Textbook]. Dnepropetrovsk, Oksamit-text, 175 p. (In Russian).

8 Schilardi Sicoli C.E., Aliod R., Zorilla F., Morábito J.A., 2019. Optimal design of drip irrigation submains: pressure-compensating emitters. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, vol. 51, no. 2, pp. 154-166.

9 Akhmedov A.D., 2008. *Kharakter raspredeleniya kornevoy sistemy yabloni pri vnutripochvennom oroshenii* [The nature of apple tree root system distribution during subsurface

irrigation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 3(11), pp. 23-26. (In Russian).

10 Shkura V.N., Obumakhov D.L., Luneva E.N., 2013. *Geometriya kornevykh sistem yabloni: monografiya* [Geometry of Apple Root Systems: monograph]. Novocherkassk, Lik Publ., 124 p. (In Russian).

11 Ryzhakov A.N., Shkura V.N., 2015. [Research of the bulk of the roots of apple plants]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(20), pp. 85-95, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=366&id=372>. (In Russian).

12 Yasonidi O.E., 2011. *Kapel'noe oroshenie* [Drip Irrigation]. Novocherkassk, Lik Publ., 322 p. (In Russian).

13 Shtanko A.S., Shkura V.N., 2020. [The layout-constructive solution of the irrigation network of the modular drip irrigation section]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(38), pp. 71-87, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=660&id=665>, DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-71-87. (In Russian).

14 Vasiliev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S., 2020. *Ustroystvo dlya kapel'nogo poliva mnogoletnikh nasazhdeniy* [Drip Irrigation Facilities of Perennial Plantations]. Patent RF, no. 2713136. (In Russian).

15 Shtanko A.S., Shkura V.N., 2019. [Irrigation facilities for drip irrigation of fruit-bearing apple trees cultivated on chernozemes in Rostov region]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(35), pp. 50-67, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=618>, DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-50-67. (In Russian).

Штанько Андрей Сергеевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: пр. Баклановский, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Shtanko Andrey Sergeyevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Шкура Виктор Николаевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: профессор

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: пр. Баклановский, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Shkura Viktor Nikolayevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Professor

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.12.2020; одобрена после рецензирования 23.12.2020; принята к публикации 25.12.2020.

The article was submitted 02.12.2020; approved after reviewing 23.12.2020; accepted for publication 25.12.2020.