МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.674.6:634

doi: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-49-66

Двухниточный поливной модуль для капельного орошения ряда древесных плодовых растений, культивируемых в садовых насаждениях

Андрей Сергеевич Штанько¹, Виктор Николаевич Шкура²

^{1, 2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹<https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>

²<https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>

Автор, ответственный за переписку: Андрей Сергеевич Штанько, shtanko.77@mail.ru

Аннотация. **Цель:** разработка компоновочно-конструктивной схемы двухниточного поливного модуля системы капельного орошения, обеспечивающего эффективный капельный полив многолетних древесных плодовых культур, возделываемых в садовых насаждениях. **Материалы и методы.** Основными требованиями при разработке схемы поливного модуля являются: обеспечение требуемой доли площади увлажнения, обеспечение регламентируемого расстояния между штамбом древесного растения и ближайшей к нему капельницей не менее 0,2 м, обеспечение возможности периодического изменения положения капельниц относительно штамба растения. При разработке схемы поливного модуля использовались методы поискового конструирования. **Результаты.** Предложена конструктивная схема двухниточного поливного модуля, предназначенного для капельного полива одного ряда растений в многолетнем древесном плодовом насаждении, она включает две симметрично расположенные относительно оси ряда растений поливные линии с устроенными в них капельницами. Для использования в качестве поливных линий рекомендуются капельные трубки с толщиной стенки от 0,8 до 1,2 мм. Капельные линии располагаются на опорах на высоте 50 см от поверхности земли и имеют возможность изменения позиции относительно оси ряда растений. Головной и концевой узлы поливного модуля подключены к подающему и отводящему трубопроводам через гибкие водоводы. В концевой части поливного модуля предусмотрена возможность сбора и отвода промывной воды (раствора). **Выводы.** В результате проведенных исследований предложено конструктивное решение двухниточного поливного модуля капельной оросительной сети, позволяющего: увеличить долю площади увлажнения от площади питания каждого растения до нормативных значений, обеспечить эффективный полив корнеобитаемого почвенного пространства на разных стадиях роста и развития растений, уменьшить интенсивность деградации почв при капельном поливе.

Ключевые слова: капельный полив, садовое насаждение, плодовые культуры, поливной модуль, капельная линия, капельница, контур увлажнения

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Review article

Double-line irrigation module for drip irrigation of some woody fruit plants cultivated in garden plantings

Andrey S. Shtanko¹, Viktor N. Shkura²

^{1, 2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹<https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>

²<https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>

Corresponding author: Andrey S. Shtanko, shtanko.77@mail.ru

Abstract. Purpose: to develop a design-layout scheme for a two-line irrigation module of a drip irrigation system, providing effective drip irrigation of perennial tree fruit crops cultivated in garden plantings. **Materials and methods.** The main requirements for developing an irrigation module scheme are: ensuring the required proportion of moisture area, ensuring a regulated distance between the woody plant stem and the nearest emitter at least 0.2 m, ensuring the possibility of periodically changing the emitter position relative to the plant stem. When developing the scheme of the irrigation module, the methods of search design were used. **Results.** A constructive scheme of a two-line irrigation module intended for drip irrigation of one row of plants in a perennial tree fruit plantation is proposed, it includes two irrigation lines symmetrically located relative to the axis of a row of plants with emitters arranged in them. Drip tubing with wall thickness from 0.8 to 1.2 mm is recommended for use as irrigation lines. Drip lines are located on supports at a height of 50 cm from the earth's surface and have the ability to change their position relative to the axis of a row of plants. The head and tail structure of the irrigation module are connected to the supply and discharge pipelines through flexible water conduits. The end part of the irrigation module provides for the possibility of collecting and discharging wash water (solution). **Conclusions.** As a result of the studies carried out, a constructive solution for a two-line irrigation module of a drip irrigation network was proposed, which allows: to increase the proportion of the moistening area from the area of nutrition of each plant to the standard values, to ensure effective watering of the root-inhabited soil space at different stages of plant growth and development, to reduce the intensity of soil degradation during drip irrigation.

Keywords: drip irrigation, garden planting, horticultural crops, irrigation module, drip line, emitter, moisture contour

Введение. Эффективное возделывание современного интенсивного плодового сада невозможно без применения орошения и фертигации. В подавляющем большинстве случаев орошение многолетних древесных плодовых культур в садовых насаждениях реализуется капельным способом, который обладает рядом преимуществ. Основными из них являются технологичность техногенной составляющей системы капельного орошения, возможность полной автоматизации процесса полива, эффективное использование водных ресурсов и ряд других [1, 2]. Но известный опыт применения капельных оросительных систем для полива многолетних древесных плодовых насаждений показывает как примеры эффективного возделывания плодовых культур, при котором отмечается значительный при-

рост урожайности выращиваемых плодовых культур [3–5], так и примеры отсутствия прибавки урожайности от применения капельного орошения и фертигации [6, 7]. Данное обстоятельство объясняется несоответствием применяемого компоновочно-конструктивного решения капельной поливной сети условиям культивирования древесных растений и требованиям многолетнего плодового садового насаждения.

Многолетние древесные плодовые растения, культивируемые в садовых насаждениях, имеют специфические особенности, которые необходимо учитывать при конструировании поливной сети. Прежде всего, капельная поливная сеть должна обеспечить увлажнение требуемой доли от площади питания каждого растения в садовом насаждении. По известным оценкам специалистов в области капельного орошения, значение этого параметра зависит от природно-климатической зоны и вида возделываемой плодовой культуры и может составлять от 10 до 50 % от площади питания [8].

Вторым по важности требованием, оказывающим влияние на урожайность возделываемых древесных культур, по нашему мнению, является соблюдение минимального расстояния между капельным микроводовыпуском и штамбом растения, которое должно быть более 0,2 м [9]. Это обусловлено тем, что при постоянном переувлажнении корневой шейки дерева штамб древесного растения поражается болезнями и вредителями, это ведет к угнетению культуры и снижению ее урожайности.

Особенностью многолетних растений является закономерность роста и развития корневой системы, которая наиболее активно развивается и увеличивает площадь своего питания в первые годы жизни [10]. Период активного развития корневой системы зависит от видовых, сортовых и других особенностей выращиваемых культур. Площадь горизонтальной проекции корневой системы изменяется от стадии высаживания растения до стадии товарного плодоношения в десятки раз. Исходя из этого, капельный поливной модуль должен обеспечивать увлажнение требуемой

доли площади почвенного пространства на всех стадиях жизни растений многолетнего древесного плодового сада.

При использовании технологии капельного орошения для полива сельскохозяйственных культур в почвогрунтовой толще проходят специфические процессы деградации почвы, которые заключаются в вымывании солей из центральной зоны (ядра) контура капельного увлажнения и концентрации их на границе контура влажности [11]. В результате при продолжительном поливе в течение нескольких лет при неизменном положении капельного микроводовыпуска в почве образуются так называемые «кувшины» из солей, которые отделяют почвенную толщу внутри контура увлажнения от окружающего почвенного пространства и тем самым нарушают естественный газо- и влагообмен, а также препятствуют росту и развитию корневой системы растений. Интенсивность этого процесса зависит от свойств орошаемых почв и минерализации оросительной воды. При наиболее неблагоприятном сочетании указанных факторов данное явление может наблюдаться уже к концу первого сезона капельного орошения сельскохозяйственных культур. Одним из путей уменьшения интенсивности указанных процессов деградации почвы является ротация (изменение положения) зоны капельного увлажнения почвы в пределах зоны питания выращиваемых многолетних растений (зоны расположения основной массы их корней) как ежегодно, так и в особо неблагоприятных условиях в течение вегетационного периода.

Еще одним немаловажным требованием, предъявляемым к системам капельного орошения многолетних садовых насаждений, является обеспечение возможности проведения в садовых насаждениях агротехнических и уходных работ [12]. В связи с этим элементы капельного поливного модуля не должны препятствовать проходу техники и орудий в междюдовом пространстве садового насаждения. Кроме этого, во избежание засорения капельниц и для уменьшения вероятности повреждения элементов капель-

ных поливных модулей грызунами и корнями растений предпочтительно размещать капельные линии и расположенные на них капельницы не на поверхности земли, а на некотором возвышении (50–60 см). Это достигается расположением капельных линий на шпалере или специальных опорах.

В настоящее время в практике садоводства широкое применение нашли односточные схемы полива древесных плодовых культур, которые в полной мере не удовлетворяют представленным выше требованиям. Например, по критерию доли увлажняемой площади от площади питания односточный поливной модуль не может обеспечить более 20 % увлажнения площади питания. Кроме этого, односточный поливной модуль не предусматривает изменение положения капельниц относительно оси ряда растений, а также имеет и другие недостатки, которых лишена двухсточная схема (поливной модуль) системы капельного орошения [11].

В связи с этим целью настоящего исследования является разработка компоновочно-конструктивной схемы двухсточного поливного модуля системы капельного орошения, обеспечивающего эффективный капельный полив и учитывающего потребности в воде и особенности многолетних древесных плодовых культур, возделываемых в садовых насаждениях.

Материалы и методы. В качестве основных требований к эксплуатационным характеристикам разрабатываемого поливного модуля были использованы следующие: обеспечение требуемой доли площади увлажнения от площади питания, выделенной каждому растению в соответствии со схемой посадки; обеспечение регламентируемого расстояния между штамбом древесного растения и ближайшей к нему капельницей не менее 0,2 м; обеспечение возможности периодического перемещения капельных линий и изменения положения капельниц относительно штамба сельскохозяйственной культуры в пределах его зоны питания; расположение капельных линий на возвышении от поверхности земли; обеспечение возможности проведения агротехнических работ в междюдовом пространстве садо-

вого насаждения [8–12]. При разработке конструктивной схемы поливного модуля использовались методы поискового конструирования.

Результаты и обсуждение. Учитывая обобщенные требования, предложили конструктивную схему двухниточного поливного модуля для капельного полива многолетних древесных плодовых растений, культивируемых в садовых насаждениях по индустриальным технологиям, общий вид которого проиллюстрирован рисунками 1, 2.

1 – дерево; 2 – оросительный трубопровод; 3 – головной узел подключения капельной линии; 4 – капельная линия; 5 – капельница; 6 – опора капельных линий; 7 – зона капельного увлажнения

Рисунок 1 – Общий вид фрагмента молодого (неплодоносящего) сада, оборудованного предложенным двухниточным поливным модулем

Предложенный поливной модуль предназначен для полива одного ряда растений в многолетнем древесном плодовом насаждении и включает две симметрично расположенные относительно оси ряда растений поливные линии с устроенными в них капельницами. Из определенного количества поливных модулей формируются оросительные модули, из которых в свою очередь составляется внутриклеточный модуль и т. д.

Обозначения см. на рисунке 1

Рисунок 2 – Общий вид фрагмента зрелого (плодоносящего) сада, оборудованного предложенным двухниточным поливным модулем

На рисунках 1, 2 представлены фрагменты молодого и зрелого садов, поливные модули которых отличаются расположением поливных линий относительно оси ряда растений. В молодом саду для соответствия зоны капельного увлажнения параметрам корневой системы капельные линии установлены на ближайшей к оси ряда растений позиции, а в зрелом саду с более развитой корневой системой поливные трубопроводы располагаются на максимально возможном удалении от оси ряда возделываемых культур.

Для использования в качестве поливных линий (трубопроводов) предпочтительны капельные трубки с толщиной стенки от 0,8 до 1,2 мм, срок службы которых, по данным производителей, составляет не менее 10 лет, а в благоприятных условиях может достигать 15 лет и более.

Капельные линии располагаются на опорах на высоте 50–60 см от поверхности земли, общий вид которых приведен на рисунке 3.

1 – столбик; 2 – несущая полка; 3 – кронштейн капельной линии; 4 – капельная линия

**Рисунок 3 – Общий вид опоры капельных линий
двухниточного поливного модуля**

Опоры выполняют две функции: во-первых, поддерживают капельные линии и обеспечивают необходимое их возвышение над поверхностью земли (расстояние до поверхности земли 50–60 см); во-вторых, совместно с узлом подключения капельной линии к оросителю обеспечивают возможность нахождения капельной трубки на нескольких позициях, отличающихся удалением от осевой линии ряда растений. Удаление капельной линии от оси ряда растений зависит от рослости выращиваемых растений, диаметра кроны и, следовательно, применяемой схемы их посадки. Например, для низкорослых культур со схемой посадки 4×2 м расстояние от оси ряда до капельной линии может варьироваться от 0,2 до 0,8 м.

Опоры располагаются между двумя соседними растениями в ряду. Каждая опора включает столб квадратного сечения из полимерных материалов (возможно применение других материалов), который углубляется в почвенную толщу. На столбе сверху располагается несущая полка, конструктивное исполнение которой проиллюстрировано рисунком 4.

Посредством центральной части (колпака) несущая полка надевается

на столб и фиксируется на нем. К центральной части прикреплены направленные в противоположные стороны открылки, имеющие ребра жесткости. В открылках предусмотрены отверстия для фиксации кронштейнов поливных трубопроводов. Данные отверстия располагаются симметрично на требуемом от оси ряда растений расстоянии. Несущая полка опоры для капельных трубопроводов выполняется единым элементом путем литья (штамповки) из полимерных и других экономически оправданных материалов.

а – вид спереди; *б* – вид сбоку; *в* – вид сверху; *г* – разрез А – А;
1 – центральная часть; 2 – открылок; 3 – ребро жесткости;
4 – отверстия для фиксации кронштейнов поливных линий

**Рисунок 4 – Схема несущей полки капельных линий
двухниточного поливного модуля**

Питающий поливной модуль оросительный трубопровод располагается подземно на глубине, при которой не происходит его повреждение обслуживающей садовое насаждение техникой. Соединение оросительного трубопровода с поливным модулем осуществляется посредством узла подключения капельной линии, входящего в состав головного узла двухниточного поливного модуля, схема которого приведена на рисунке 5.

**Рисунок 5 – Схема головного узла
 двухниточного поливного модуля, лист 1**

a – план головного узла; *б* – разрез А – А; *в* – разрез Б – Б;
1 – крона дерева; 2 – штаб дерева; 3 – оросительный трубопровод; 4 – узел подключения капельных линий; 5 – выходной оголовок; 6 – гибкий водоотвод;
7 – узел соединения с капельной линией; 8 – капельная линия на наиболее удаленной позиции; 9 – капельная линия на средней позиции; 10 – капельная линия на наиболее приближенной к оси ряда растений позиции; 11 – опора капельных линий;
12 – опорный столбик; 13 – несущая полка опоры капельных линий

**Рисунок 5 – Схема головного узла
двухниточного поливного модуля, лист 2**

Головной узел двухниточного поливного модуля включает расположенный вертикально выходной оголовок 5, подключенный к подземно расположенному оросительному трубопроводу 3. В верхней части выходного оголовка припаян патрубок, к которому присоединен гибкий водоотвод 6, за счет него осуществляется подача воды в капельную линию 8. Благодаря своей гибкости водоотвод обеспечивает гидравлическую связь между стационарно установленным выходным оголовком и перемещаемой относительно оси ряда растений капельной линией. Водоотвод должен быть изготовлен из гибкой трубы с армированными стенками, которые обеспечивают неизменность сечения трубы при ее изгибах. Перед началом поливного сезона (при необходимости в течение поливного сезона в межполивной период) производится изменение позиции капельных линий и рас-

положенных на них капельниц относительно оси ряда растений. Капельные линии, лежащие на опорах, устанавливаются на требуемую позицию относительно оси ряда растений в направлении от штамба к междурядью.

За подачу оросительной воды непосредственно в почвенное пространство и формирование зон увлажнения отвечает «рабочая часть» поливного модуля, проиллюстрированная рисунками 6 и 7.

а – вид на ряд растений сбоку; *б* – вид перпендикулярно рядам растений;
1 – крона древесного плодового растения; *2* – штамп древесного плодового растения; *3* – опора капельных линий; *4* – капельная линия; *5* – капельница;
6 – контур капельного увлажнения

**Рисунок 6 – Общий вид «рабочей части»
двухниточного поливного модуля**

**Рисунок 7 – Схема «рабочей части»
 двухниточного поливного модуля, лист 1**

а – план «рабочей части» при расположении поливных линий на удаленной от оси ряда растений позиции; *б* – план «рабочей части» при расположении поливных линий на приближенной к оси ряда растений позиции; *в* – разрез А – А; *г* – разрез Б – Б; *1* – крона дерева; *2* – штамб дерева; *3* – опора капельных линий; *4* – капельная линия; *5* – капельница; *6* – горизонтальная проекция зоны капельного увлажнения; *7* – вертикальная проекция зоны капельного увлажнения

**Рисунок 7 – Схема «рабочей части»
двухниточного поливного модуля, лист 2**

На рисунке 7 в качестве примера приведена схема «рабочей части» двухниточного поливного модуля с применением четырех капельных водовыпусков на одно древесное растение. На разрезах А – А и Б – Б проиллюстрированы элементы поливного модуля и формируемые в корнеобитаемом почвенном пространстве контуры капельного увлажнения почвы.

В концевой части поливного модуля предусмотрена возможность сбора и отвода промывной воды (раствора) в накопительные емкости, из которых вода (раствор) периодически откачивается с использованием передвижной емкости с насосом. На рисунке 8 приведена конструктивная схема концевой части двухниточного поливного модуля с гибким водоотводом.

а – план; *б* – разрез А – А;

1 – крона дерева; *2* – штамп дерева; *3* – опора капельных линий;
4 – капельная линия на наиболее удаленной позиции; *5* – капельная линия на средней позиции; *6* – капельная линия на наиболее приближенной к оси ряда растений позиции;
7 – запорный кран; *8* – узел подключения капельных линий; *9* – гибкий водоотвод;
10 – закрытый коллектор; *11* – оголовок коллектора; *12* – опорный столб;
13 – несущая полка опоры капельных линий

Рисунок 8 – Конструктивная схема концевой части двухниточного поливного модуля с гибким водоотводом

При проведении промывки капельной сети открываются запорные краны на требуемом (определенном) количестве капельных линий и промывная вода (раствор) через гибкий водоотвод сбрасывается в закрытый коллектор, по которому транспортируется в накопительные емкости.

В соответствии со схемами, приведенными на рисунках 6–8, капельная линия может находиться на любом расстоянии от ряда растений в диапазоне изменения ее положения. Указанный диапазон определяется морфометрическими характеристиками культур, закономерностями роста и развития их корневых систем и почвенными условиями орошаемого участка.

Вывод. Предложено конструктивное решение двухниточного поливного модуля капельной оросительной сети, соответствующее требованиям и предназначенное для полива многолетних древесных плодовых культур. Предложенный капельный поливной модуль позволяет: увеличить долю площади увлажнения от площади питания каждого растения до нормативных значений (до 50 % от площади питания), обеспечить эффективный полив корнеобитаемого почвенного пространства на разных стадиях роста и развития растений, уменьшить интенсивность деградации почв при капельном поливе и обеспечить проведение агротехнических и уходовых работ в садовом насаждении.

Список источников

1. Васильев С. М., Коржова Т. В., Шкура В. Н. Технические средства капельного орошения: учеб. пособие. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. 197 с.
2. Щедрин В. Н., Штанько А. С., Шкура В. Н. Самонапорные системы капельного орошения: монография. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018. 236 с.
3. Dubenok N. N., Gemonov A. V., Lebedev A. V. Effects of drip irrigation regimes on growth, quality plum seedlings, and water use efficiency in European Russia // Journal of Physics: Conference Series. 2020. 1679. 52093. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/5/052093.
4. Боровой Е. П., Кременской В. И., Иванютин Н. М. Капельное орошение как основа развития плодоводства на юге Российской Федерации // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4(44). С. 246–255.
5. Кучер Д. Е. Эксплуатационные показатели и параметры капельного полива для увлажнения плодового сада // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2015. № 2(23). С. 18–20.
6. Попова В. П., Фоменко Т. Г. Эффективность капельного орошения с приме-

нием минеральных удобрений в насаждении яблони // Садоводство и виноградарство. 2009. № 2. С. 2–5.

7. Попова В. П., Фоменко Т. Г. Питание яблони при капельном орошении на черноземных почвах // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 4. С. 47–48.

8. Ясонида О. Е. Капельное орошение: монография. Новочеркасск: Лик, 2011. 322 с.

9. Капельное орошение: пособие к СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения»: утв. Союзводпроект 11.04.86. М.: Союзводпроект, 1986. 149 с.

10. Management capabilities of generative development of apple trees / T. N. Doroshenko, S. S. Chumakov, D. V. Maksimtsov, B. S. Gegechkori, S. S. Chukuridi // International Journal of Green Pharmacy. 2017. Vol. 11, № 3. P. 160–165.

11. Безопасные системы и технологии капельного орошения: науч. обзор / Г. Т. Балакай, Л. А. Воеводина, А. Н. Бабичев, В. А. Кулыгин, Н. И. Балакай, М. В. Евтухов, Д. Б. Латария, Ю. Ф. Снопич, Т. А. Погоров, Д. В. Сухарев, Е. А. Бабичева, Н. И. Тупикин, Е. А. Кропина, А. Б. Фиошин. М.: Мелиоводинформ, 2010. 52 с.

12. Системы капельного орошения: учеб. пособие / М. Л. Ромащенко [и др.]; под ред. М. Л. Ромащенко. Днепропетровск: Оксамит-текст, 2007. 175 с.

References

1. Vasiliev S.M., Korzhova T.V., Shkura V.N., 2016. *Tekhnicheskie sredstva kapel'nogo orosheniya: uchebnoe posobie* [Technical Means of Drip Irrigation: textbook]. Novocherkassk, RosNIIPM, 197 p. (In Russian).

2. Shchedrin V.N., Shtanko A.S., Shkura V.N., 2018. [Gravity Systems in Drip Irrigation: monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM, 236 p. (In Russian).

3. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., 2020. Effects of drip irrigation regimes on growth, quality plum seedlings, and water use efficiency in European Russia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1679, 52093, DOI: 10.1088/1742-6596/1679/5/052093.

4. Borovoy E.P., Kremenskaya V.I., Ivanyutin N.M., 2016. *Kapel'noe oroshenie kak osnova razvitiya plodovodstva na yuge Rossiyskoy Federatsii* [Drip irrigation as the basis for fruit growing development in the south of the Russian Federation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Bull. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Vocational Education], no. 4(44), pp. 246-255. (In Russian).

5. Kucher D.E., 2015. *Ekspluatatsionnye pokazateli i parametry kapel'nogo poliva dlya uvlazhneniya plodovogo sada* [Performance criteria and parameters of an orchard drip irrigation]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa* [Theoretical and Applied Problems of the Agro-Industrial Complex], no. 2(23), pp. 18-20. (In Russian).

6. Popova V.P., Fomenko T.G., 2009. *Effektivnost' kapel'nogo orosheniya s primeneniem mineral'nykh udobreniy v nasazhdenii yabloni* [The efficiency of drip irrigation with the use of mineral fertilizers in planting apple trees]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Gardening and Viticulture], no. 2, pp. 2-5. (In Russian).

7. Popova V.P., Fomenko T.G., 2009. *Pitanie yabloni pri kapel'nom oroshenii na chernozemnykh pochvakh* [Apple tree nutrition with drip irrigation on chernozem soils]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bull. of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 4, pp. 47-48. (In Russian).

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

9. *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"]. Moscow, Soyuzvodproekt Publ., 1986, 149 p. (In Russian).

10. Doroshenko T.N., Chumakov S.S., Maksimtsov D.V., Gegechkori B.S., Chukuridi S.S., 2017. Management capabilities of generative development of apple trees. International Journal of Green Pharmacy, vol. 11, no. 3, pp. 160-165.

11. Balakay G.T., Voevodina L.A., Babichev A.N., Kulygin V.A., Balakay N.I., Evtukhov M.V., Lataria D.B., Snipich Yu.F., Pogorov T.A., Sukharev D.V., Babicheva E.A., Tupikin N.I., Kropina E.A., Finoshin A.B., 2010. *Bezopasnye sistemy i tekhnologii kapel'nogo orosheniya: nauch. obzor* [Safe Systems and Technologies of Drip Irrigation: Scientific Review]. Moscow, Meliovodininform Publ., 52 p. (In Russian).

12. Romashchenko M.L. [et al.], 2007. *Sistemy kapel'nogo orosheniya: uchebnoe posobie* [Drip Irrigation Systems: textbook]. Dnepropetrovsk, Oksamit-text Publ., 175 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. С. Штанько – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, shtanko.77@mail.ru;

В. Н. Шкура – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, профессор, shtanko.77@mail.ru

Information about the authors

A. S. Shtanko – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, shtanko.77@mail.ru;

V. N. Shkura – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Professor, shtanko.77@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.07.2021; одобрена после рецензирования 09.09.2021; принята к публикации 14.09.2021.

The article was submitted 05.07.2021; approved after reviewing 09.09.2021; accepted for publication 14.09.2021.