

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Научная статья

УДК 627.83:631.674.6

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-3-103-120

Компоновочно-конструктивные решения фильтрующих водозаборов из мелководных водотоков для систем капельного орошения

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-конструктивных схем малodeбитных водозаборов, устраиваемых на мелководных речных и ручьевых водотоках для подачи воды в капельные оросительные системы. Сельскохозяйственное освоение террас и пойм малых предгорных и горных водотоков актуализирует разработку сооружений для забора из них воды с целью орошения земель. Морфологические и гидрографические особенности, в т. ч. малые меженные глубины, высокие скорости течения, изменчивость расходов, насыщенность наносами, наличие надруслового и подруслового стока и др., делают забор воды из таких водотоков сложным и специфичным. Указанные обстоятельства определяют актуальность разработки соответствующих указанным условиям водозаборных сооружений. **Материалы и методы.** При разработке компоновочно-конструктивных схем малodeбитных водозаборов из малоглубинных водотоков использовались технологии поискового конструирования инженерных систем и сооружений. **Результаты.** Применительно к морфометрическим, гидрологическим и другим условиям мелководных предгорных и горных водотоков к разработке принят водозабор с донным водоприемником. Водоприемная часть водозабора сконструирована в виде дренажной призмы, которая имеет подрусловую и надрусловую водоприемные части, позволяющие осуществлять забор воды из руслового и подруслового водных потоков. Призма выполняется из двух-трех слоев песчано-гравийного материала. В качестве водозаборного элемента используются дренажные трубы или трубофильтры. В зависимости от условий водотока предложены водозаборы с вдольрусловым, поперекрусловым и карманно-береговым размещением водоприемников. **Выводы.** Предложены и разработаны компоновочно-конструктивные схемы фильтрующих водозаборов из мелководных водотоков, основанных на использовании надрусловых, подрусловых и комбинированных конструкций многослойных дренажных водоприемников с русловым (поперечным и продольным) и внерусловым (карманно-береговым) размещением.

Ключевые слова: мелководный водоток, малodeбитный водозабор, фильтрующий водоприемник, дренажная призма, русловой водоприемник

HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

Layout and design solutions of filtering water intakes from shallow watercourses for drip irrigation systems

Andrey S. Shtanko¹, Victor 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 Sergeevich Shtanko, shtanko.77@mail.ru

Abstract. Purpose: development of layout and design schemes for low-flow water intakes, arranged on shallow river and stream watercourses for supplying water to drip irrigation systems. Agricultural development of terraces and floodplains of small foothill and mountain streams actualizes the development of facilities for water intake from them for the purpose of irrigating land. Morphological and hydrographic features, including shallow low-water depths, high flow rates, flow rates variability, saturation with sediments, the presence of underflow and overflow runoff, etc., make water intake from such watercourses difficult and specific. These circumstances predetermine the relevance of water intake structures development corresponding to the specified conditions. **Materials and Methods.** When developing the layout and design schemes of low-flow water intakes from shallow watercourses, the technologies of exploratory design of engineering systems and structures were used. **Results.** With regard to the morphometric, hydrological and other conditions of shallow foothill and mountain streams, a water intake with a bottom water intake was adopted for development. The water intake part of headworks is designed in the form of a toe drain, which has underflow and overflow intake parts that allow water intake from the channel and off-channel water streams. The toe is made of two or three layers of sand and gravel material. Drainage pipes or pipe filters are used as a drainage element. Depending on the conditions of the watercourse, water intakes with transverse, longitudinal and pocket-coastal placement of water intakes are proposed. **Conclusions.** The layout and design schemes of filtering water intakes from shallow watercourses based on the use of overflow, underflow and combined structures of multi-layer drainage water intakes with stream (transverse and longitudinal) and off-channel (pocket-coastal) placement have been proposed and developed.

Keywords: shallow watercourse, low-flow water intake, filtering water intake, toe drain, stream water intake

Введение. Малообъемность систем капельного орошения растений позволяет обеспечить их водой из малodeбитных речных или ручьевых источников [1–3]. Определенные сложности при устройстве водозаборов на таких водотоках представляют их морфометрические, гидрологические и экологические параметры и особенности, заключающиеся в нижеследующем.

1 Наличие значительных колебаний расходов и уровней воды в различные временные периоды. При этом малые расходы и низкие уровни воды в таких водотоках наблюдаются в летнее (меженное) время, когда проявляется потребность в капельном орошении культивируемых растений.

2 Значительная часть малых водотоков предгорной зоны имеет рыбохозяйственное значение. Данное обстоятельство исключает регулирование их стока устройством водоподпорных гидроузлов и определяет необходимость устройства и использования рыбозащитных сооружений.

3 В сложившихся современных условиях малых водотоков горной и предгорной зон проявляются факты загрязненности воды различными видами минеральных и органических загрязнителей, что требует создания и использования при узле водозабора сорозаградительных устройств.

4 Ограниченность в земельных участках определяет необходимость разработки компактных компоновочно-конструктивных решений сооружений для забора воды из малоглубинных водотоков, ее предварительной очистки и подачи в систему капельного полива сельхозугодий.

Из широкого спектра известных компоновочно-конструктивных решений водозаборных сооружений для нужд оросительных систем [2, 4, 5] отмеченным условиям водных источников соответствуют фильтрующие водозаборно-очистные комплексы с придонным расположением дренажных водоприемников. Обосновывающими положениями для выбора компоновочно-конструктивных решений водозаборов с придонными фильтрующими водоприемниками являются нижеследующие их достоинства.

1 Высокая степень экологической безопасности водозаборов с придонно-донными водоприемниками, практически не влияющих на морфометрические и гидрологические характеристики ручьевого водотока.

2 Высокая рыбозащитная эффективность фильтрующих водозаборов, практически не влияющих на условия обитания гидробионтов в водотоке.

3 Возможность предупреждения попадания в водозаборную систему взвешенных наносов и сора (минеральных и органических загрязнителей).

4 Конструктивная простота придонных фильтрующих водоприемни-

ков, возможность использования при их возведении местных строительных материалов (камня, гальки, песка) и простота эксплуатации.

Указанные очевидные достоинства фильтрующих водозаборов и возможность совмещения в одном конструктивном решении функции забора воды, ее предварительной очистки и обеспечения защиты гидробионтов (рыб и др.) от попадания в водозабор определяют их высокие технико-экономические показатели. Фильтрующие водозаборы из различных видов поверхностных водотоков и водоемов нашли широкое применение в практике водоснабжения предприятий и жилищно-коммунального водоснабжения [6–9] и в меньшей мере используются в системах капельного орошения [1, 10]. Указанное обстоятельство связано с дефицитом разработок в области компоновочно-конструктивных решений водозаборов с фильтрующими водоприемниками [11]. При этом особый дефицит сведений имеет место в разработках фильтрующих водозаборов из малолучинных и малолубинных (мелководных) водотоков. Восполнение указанного дефицита компоновочно-конструктивных разработок водозаборов из речных и ручьевых водотоков, обеспечивающих подачу поливной воды в системы капельного орошения, поставлено целью настоящего исследования.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся водозаборный узел сооружений из мелководных малолучинных водотоков для нужд систем капельного орошения. Для обоснования целесообразности применения фильтрующих водозаборов был проведен анализ известных публикаций и опыта эксплуатации и проектирования водозаборных сооружений в рассматриваемых условиях. При разработке компоновочно-конструктивных решений водозаборов из мелководных водотоков использовались технологии поискового конструирования инженерных систем и сооружений.

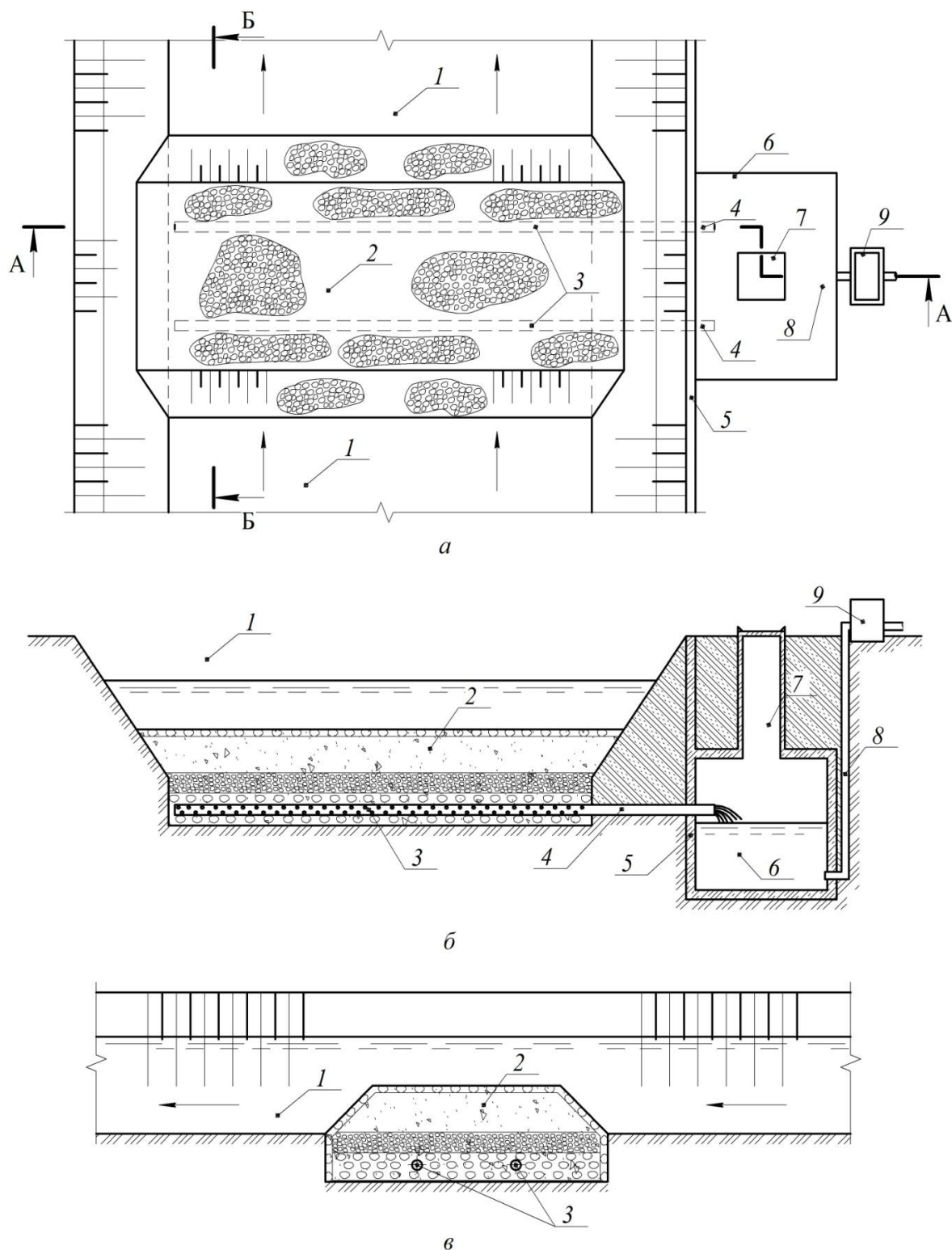
Результаты и обсуждение. Учитывая морфометрические и гидрологические особенности малолучинных и мелководных водотоков, при во-

дозаборе целесообразно применять донные фильтрующие водоприемники в виде плоских дренажей в комбинации надрусловой и подрусловой частей. При таком конструктивном исполнении фильтрующего водоприемника отбор воды осуществляется из надруслового и подруслового потоков, чем компенсируются возможные дефициты воды в одной (надрусловой) или другой (подрусловой) части малобитного водотока.

В наиболее общем случае в состав предлагаемого водозаборного узла сооружений включают: фильтрующий водоприемник, обеспечивающий отбор воды из водотока; оградительную стенку, обеспечивающую ограждение береговой зоны от воздействия водного потока; водосборный подземно расположенный резервуар; систему трубопроводов, обеспечивающих подачу воды от водоприемника в водонакопительный резервуар; насосную станцию, обеспечивающую изъятие воды из водосборника и подачу ее в конструктивные элементы системы капельного орошения.

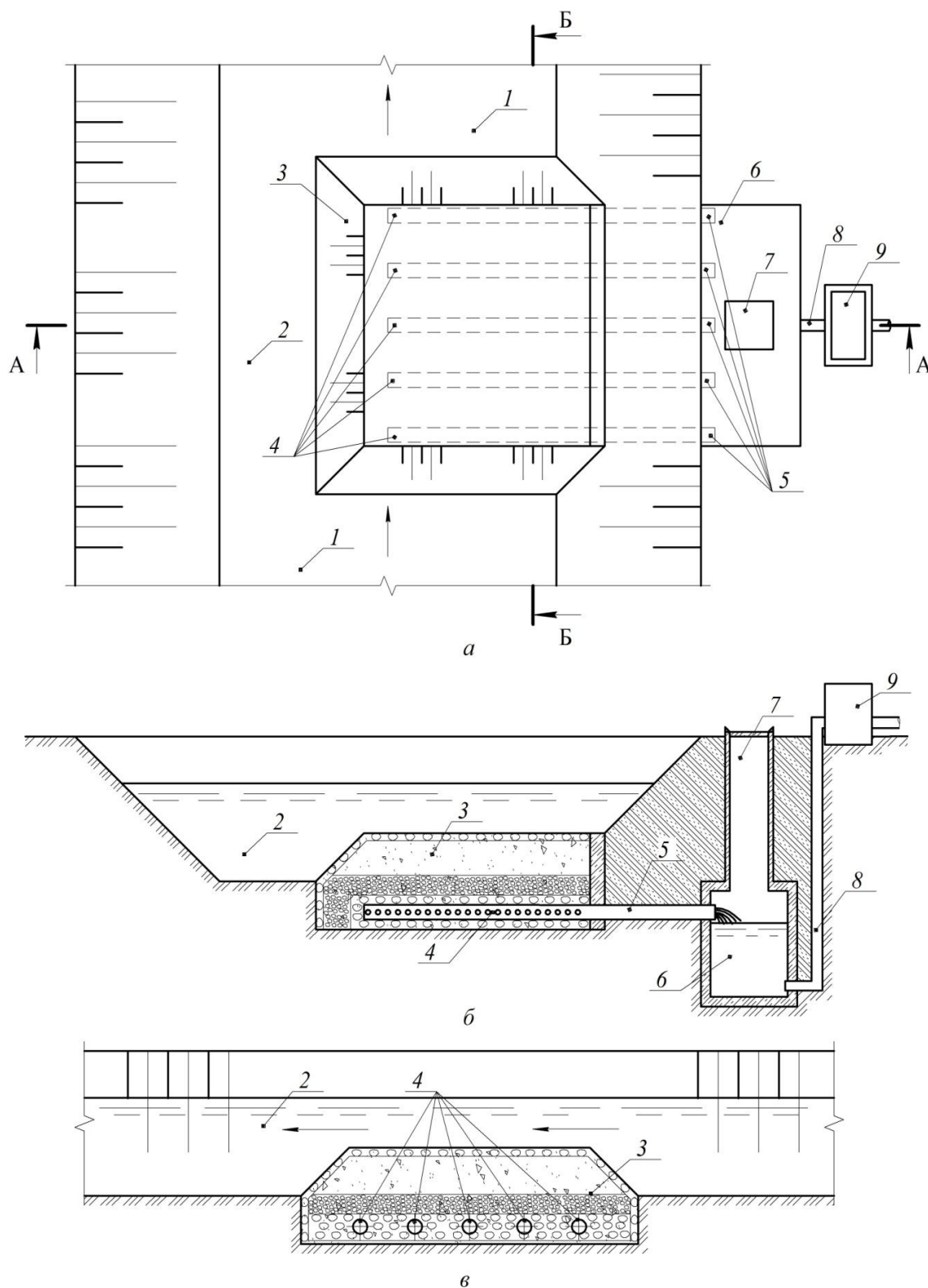
При проектировании водозаборов, базирующихся на применении фильтрующих водоприемников, одной из основных задач является выбор компоновочно-конструктивной схемы их расположения в водотоке. При решении этой компоновочно-конструктивной задачи (в зависимости от условий водотока) могут рассматриваться поперечная или продольная, комбинированная (продольно-поперечная) и (или) карманная схемы размещения водоприемной части фильтрующего водозабора узла сооружений.

В поперечной компоновочно-конструктивной схеме водозабора возможны два варианта устройства донного фильтрующего водоприемника с полным и частичным перекрытием русла водотока. Компоновочно-конструктивные решения данного вида водозабора с полным и частичным перекрытием русловой части водотока представлены на рисунках 1 и 2.



a – план; *б* – поперечный разрез А – А; *в* – продольный разрез Б – Б;
 1 – русло малобедитного малоглубинного водотока; 2 – донный фильтрующий водоприемник; 3 – дрена; 4 – водоотводящий трубопровод; 5 – береговая стенка;
 6 – водонакопительный бассейн; 7 – смотровой колодец; 8 – всасывающий трубопровод; 9 – насос

Рисунок 1 – Схема водозабора с полным поперекрусовым размещением донного фильтрующего водоприемника



а – план; *б* – поперечный разрез А – А; *в* – продольный разрез Б – Б;
1 – русло водотока; 2 – русловая протока; 3 – фильтрующий водоприемник;
4 – дрены; 5 – водоотводы; 6 – водосборный бассейн; 7 – смотровой колодец;
8 – всасывающий трубопровод; 9 – насосная станция

**Рисунок 2 – Водозабор из малоглубинного водотока с поперечным
частично русловым размещением фильтрующего водоприемника**

Схема с полным перекрытием русла мелководного водотока донным фильтрующим водоприемником рекомендуется к применению на узких водотоках с относительно небольшим соотношением паводковых и межженных расходов. Для размещения водозаборного узла выбирается прямолинейный участок русла водотока (естественно сформировавшийся и обустроенный или искусственно устроенный канал). Водоприемник, перекрывающий придонную зону русла, устраивается из надрусловой и подрусловой частей. Высота наддонной части и заглубленность поддонной части водоприемника определяются условиями водотока (глубинами поверхностного (руслового) слоя водного потока и глубиной подруслового водного потока – заглубленностью поверхности водоупорного слоя – водоупора). В общем случае фильтрующий водоприемник устраивается многослойным (из слоев разнофракционного заполнителя) с размещением слоев, соответствующим классическим структурам дренажей («дренажных призм»).

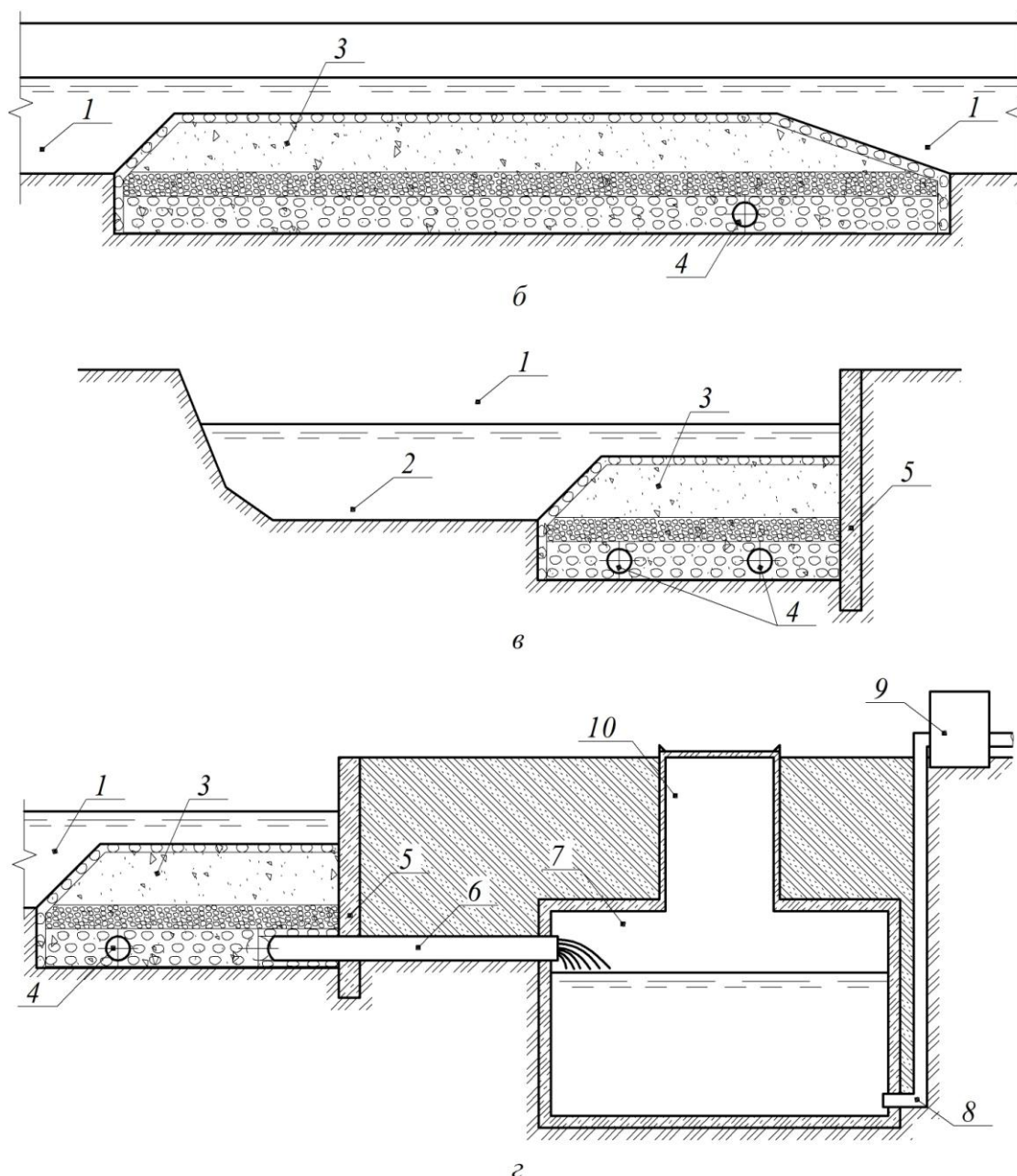
Периметрическая поверхность фильтрующего водоприемника покрывается крупноразмерным крупнообломочным или окатанным камнем, обеспечивающим устойчивость фильтрующего материала против воздействия поверхностного потока и сопряжение дренажа с подстилающим и окружающим грунтом. Толща внутреннего пространства водоприемника формируется из системно расположенных слоев гравийно-песчаной смеси и гальки. В нижней части фильтрующего водоприемника в обрамлении крупнообломочного камня устраиваются водоприемные дрены из перфорированных труб. Протяженность дрен, их диаметр и количество определяются условиями и объемами водоотбора. Из водоприемных дрен вода перетекает в водоотводящие трубопроводы. Конструктивная часть водоприемника включает ограждающую стенку, защищающую зону приема воды от возможного обрушения берега, в зоне которого предусматривается (размещается) водосборный (водонакопительный) резервуар. Вода в резервуар подается из трубопроводов, работающих в безнапорном режиме. Во-

досборный (водонакопительный) бассейн заглубляется. Уровень воды в бассейне назначается ниже трубопровода, чем обеспечивается безнапорное вытекание из него воды. Для осмотра, очистки и (или) ремонта резервуара предусматривается устройство колодца. Накопленная в резервуаре вода через всасывающий трубопровод изымается насосными агрегатами, расположенными в насосной станции, и далее посредством напорного водовода подается в конструктивные элементы системы капельного орошения.

Компоновочно-конструктивное решение водосбора с частичным поперечно-русовым расположением фильтрующего водоприемника отличается от полнопоперечно-русового варианта наличием проточно-русового участка (позиция 2 на рисунке 2). При равном водоотборе водоприемник по рисунку 2 имеет более распластанную (по направлению течения в водотоке) форму при большем количестве дренирующих трубопроводов (дрен). При этом все основные компоненты водозабора по рисунку 2 функционируют в единстве и взаимосвязи, а в компоновочно-конструктивном исполнении в целом соответствуют вышеописанным по рисунку 1 и обеспечивают забор воды, ее предварительную очистку и последующую подачу в систему капельного орошения сельскохозяйственных культур.

Водозаборно-очистное сооружение для нужд систем капельного орошения, организованное по продольной (вдольрусловой или вдольбереговой) схеме размещения фильтрующего водоприемника, наиболее приемлемо для водотоков с развитой шириной русел и возможностью направленного прохождения меженного водного течения вдоль того берега, на котором предполагается размещение водозабора. Такие водозаборные узлы устраиваются на предгорных участках рек, расход которых может значительно (в несколько раз) изменяться в течение вегетационного периода (поливного сезона). Компоновочно-конструктивная схема фильтрующего водозаборного сооружения с вдольбереговым расположением придонно-донного дренирующего водоприемника проиллюстрирована рисунком 3.


$$a$$



а – план; *б* – сечение А – А; *в* – сечение Б – Б; *г* – сечение В – В; 1 – малый водоток; 2 – русловая часть водозаборной зоны; 3 – донный фильтрующий водоприемник; 4 – дрена; 5 – ограждающая (береговая) стенка; 6 – водотransпортирующие трубопроводы; 7 – водосборный резервуар; 8 – всасывающий трубопровод; 9 – насосная станция; 10 – технологический колодец

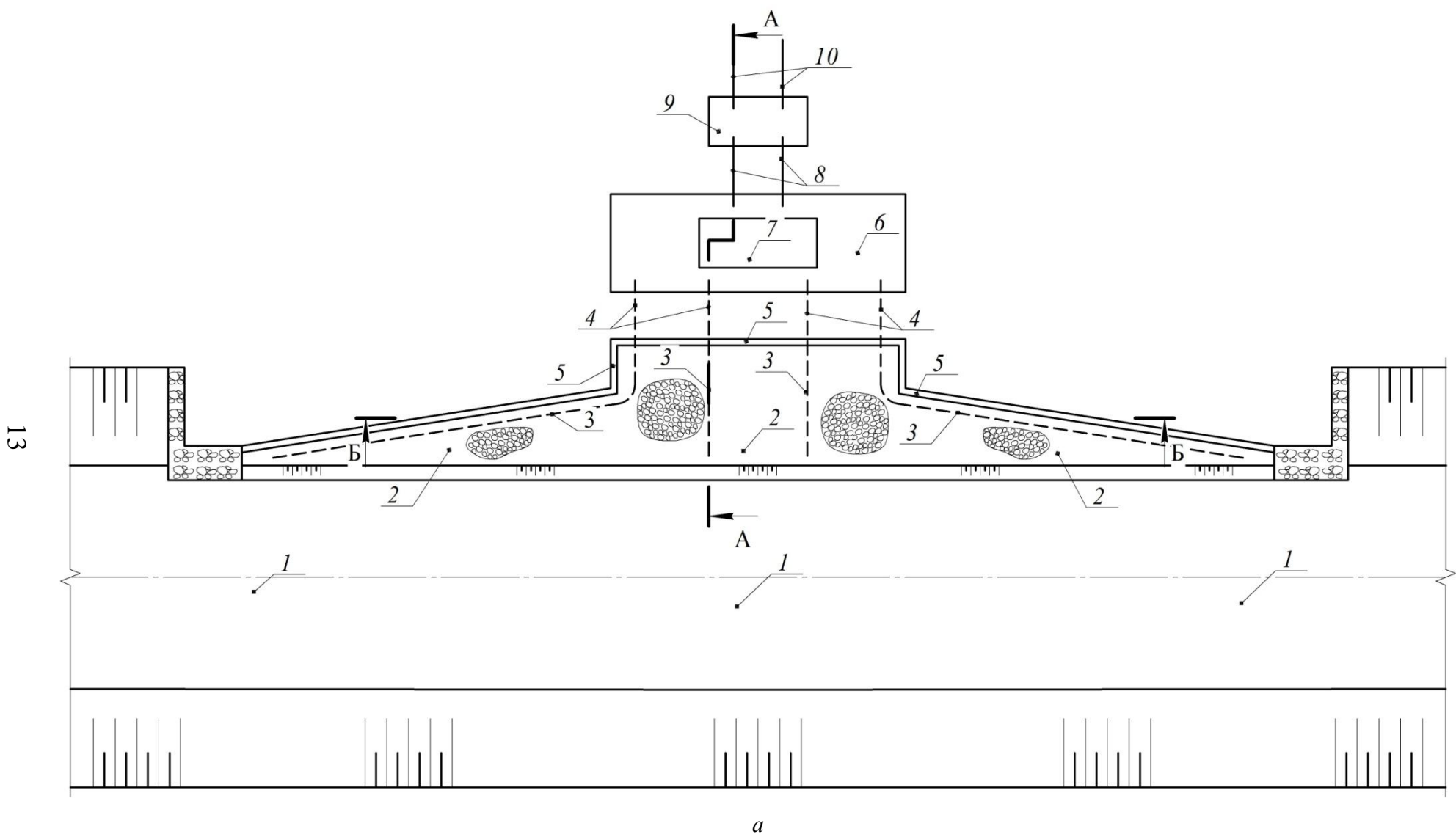
Рисунок 3 – Схема водозаборного сооружения для забора воды из малоглубинного малodeбитного водотока с донным вдольводотоковым фильтрующим водоприемником

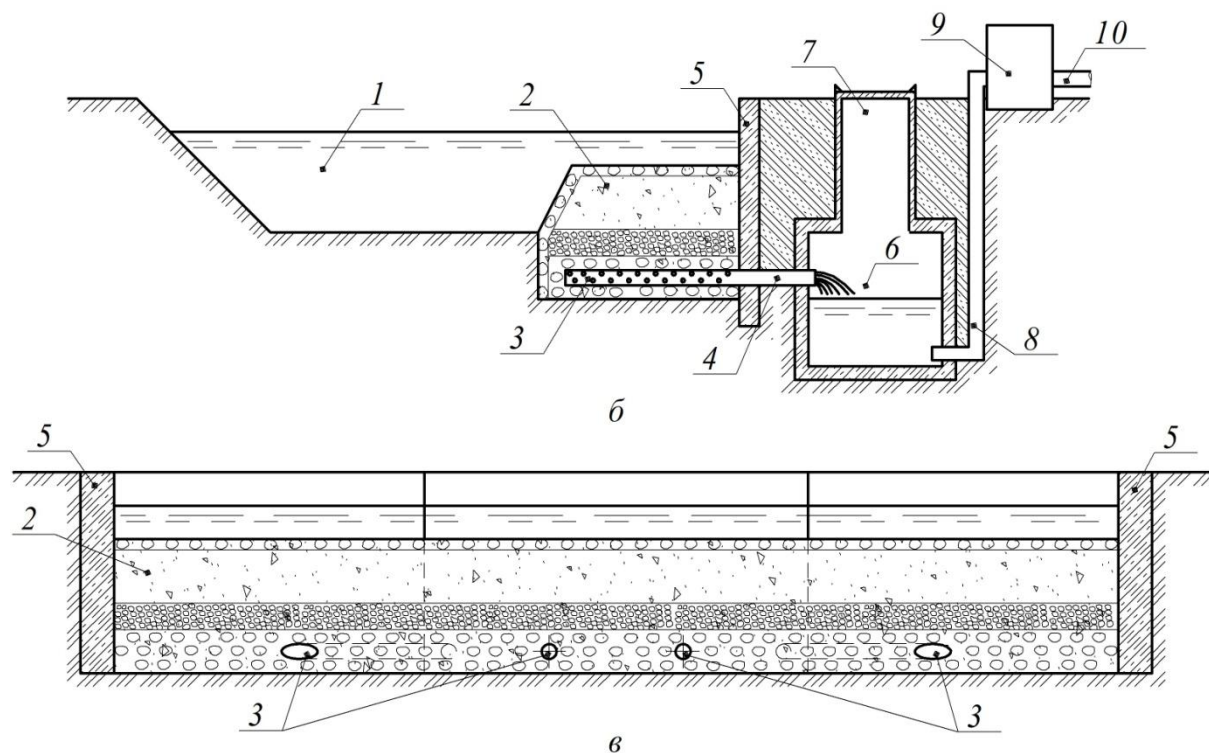
Продольная компоновочно-конструктивная схема предусматривает вдольбереговое размещение вытянутого в плане фильтрующего водоприемника. В русле водотока 1 с открытой для протекания паводковых расхо-

дов русловой частью 2 вдоль одного из берегов устраивается водоприемник 3 аналогично описанному выше поперечному водоприемнику. Основным отличием данного водозаборного узла от предложенных и описанных выше является расположение водоприемных дрен, которые устраиваются вдоль русла водотока. В соответствии с этим придонный водоприемник 3 включает послойный дренаж с системой водоприемных дрен 4, ограждающую стенку 5 и водоотводящие трубопроводы 6, подающие воду в водосборный бассейн 7. Откачка воды из водонакопительного резервуара 7 и подача ее в капельную оросительную систему осуществляется насосами.

Расположение водоприемной поверхности донного фильтрующего водозабора на небольшом возвышении от поверхности дна водотока позволяет обеспечивать забор воды из малodeбитных источников с небольшим слоем протекающего по нему водного потока (до 0,5–1,0 м). При этом решается задача водоотбора без устройства регулирующих сток водоподпорных сооружений, изменяющих морфометрию русел, преграждающих пути миграции идущих на нерест рыб, ухудшающих условия пропуска паводковых расходов, изменяющих гидрологический режим малого водотока. Функционирование водозаборного узла сооружений с донным вдольрусловым фильтрующим водоприемником осуществляется аналогично описанному выше водозаборному узлу с поперекрусловым водоприемником.

Схема водозаборного сооружения с фильтрующим водоприемником, размещенным в «береговом кармане» (береговой нише), применяется в случае невозможности его размещения в русле водотока по хозяйственно-экономическим условиям или экологическим требованиям. Компоночно-конструктивное решение фильтрующего водозабора с водоприемной частью, устроенной по «карманно-береговой» схеме размещения водоприемника, проиллюстрировано рисунком 4.





а – план; *б* – сечение А – А; *в* – сечение Б – Б; 1 – малый водоток; 2 – донный фильтрующий водоприемник; 3 – дрена; 4 – водотransпортирующие трубопроводы; 5 – ограждающая (береговая) стенка; 6 – водосборный резервуар; 7 – технологический колодец; 8 – всасывающий трубопровод; 9 – насосная станция; 10 – напорный трубопровод

Рисунок 4 – Компонувочно-конструктивна схема водозабора из малоглубинного водотока с карманним розміщенням донного фільтруючого водоприймника

Особенностью компоновочно-конструктивной схемы водозабора по рисунку 4 является размещение водоприемной части в пределах встроенного(й) в берму кармана (ниши). При этом водоприемные дрена в донном фильтрующем водоприемнике имеют как продольное, так и поперечное расположение относительно водного потока. Ограждающая (береговая) стенка имеет более сложную конфигурацию по сравнению с ранее предложенными вариантами водозаборного сооружения и сопрягается с руслом водотока с помощью габионных блоков, заполненных щебнем. При этом общеконструктивное решение водозаборного узла с карманным размещением фильтрующего водоприемника принимается аналогичным вариантам, проиллюстрированным рисунками 1–3.

Выводы

1 По материалам известных и авторских разработок дано обоснование возможности и целесообразности устройства и использования фильтрующих водозаборов для забора воды из малodeбитных и мелководных водотоков, ее предварительной очистки от физических загрязнителей и подачи поливной воды в конструктивные элементы капельной системы орошения. Целесообразность использования фильтрующих водозаборов определяет их компоновочно-конструктивная гибкость и адаптивность к условиям малых водотоков, возможность использования широкого спектра компоновочно-конструктивных решений, учитывающих морфометрические, гидрологические, хозяйственно-экономические и экологические условия и требования, возможность использования как местных (гравия, гальки, песка), так и искусственных фильтрующих строительных материалов (в отдельности и в различных соответствующих условиях сочетаниях).

2 Для забора воды из мелководных водотоков предложено использовать водозаборы, функционирование которых обеспечивается наддонно-поддонными многослойными фильтрующими водоприемниками различного компоновочно-конструктивного исполнения. Для различных условий мелководных водотоков предложено использование водоприемников по двум компоновочно-конструктивным вариантам с русловым и вне русловым расположением фильтрующего (дренажного) водоприемника. Разработаны компоновочно-конструктивные схемы полнопоперечного, частично поперечного, вдольберегового (по русловым вариантам) и карманного (по вне русловому варианту) размещения фильтрующего водоприемника.

3 Расположение водоприемной поверхности донного фильтрующего водозабора (фильтрующих элементов донного водоприемника) на уровне или на небольшом возвышении над поверхностью дна водотока позволяет обеспечивать забор воды из малodeбитных источников с небольшим слоем протекающего водного потока (до 0,5–1,0 м). В таком решении обеспечи-

ваются экологические требования по сохранению планктона, флоры и фауны, снимаются проблемы эксплуатационно-технологического и строительного характера. При этом решается задача водоотбора без устройства регулирующих сток водоподпорных сооружений, изменяющих морфометрию русел, преграждающих пути миграции идущих на нерест рыб, формирующих новый вид экотопа, ухудшающих условия пропуска паводковых расходов, изменяющих гидрологический режим малого водотока.

Список источников

1. Васильев С. М., Шкура В. Н., Штанько А. С. Капельные оросительные системы: учеб. пособие. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2019. 197 с.
2. Justification of the underflow intake design in the mountainous gardening conditions for the drip irrigation system / K. Kilidi, E. Kuznetsov, A. Khadzhidi, L. Motornaya, A. Kurtnezirov, L. Kravchenko // E3S Web of Conferences. 8th Innovative Technologies in Science and Education (ITSE 2020), 19–30 Aug. 2020, EDP Sciences. 2020. Vol. 210. Article number: 05007. 7 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021005007>.
3. Капельное орошение: пособие к СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения» [Электронный ресурс]. Утв. Приказом Союзводпроекта от 11 апр. 1986 г. № 113. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.
4. Якубов В. В., Мещеряков М. П. Совершенствование технологии очистки поливной воды на системах капельного полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 3. С. 238–242.
5. Водозаборы из поверхностных источников: состояние, проблемы, тенденции совершенствования / Ю. И. Вдовин, И. А. Лушин, Р. К. Халиков, Е. Д. Хецуриани // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 55–61.
6. Журба М. Г., Мезенева Е. А., Чудновский С. М. Очистка воды в водозаборном узле // Водоснабжение и санитарная техника. 1995. № 5. С. 12–14.
7. Курганов А. М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения. М.; СПб., 1998. 246 с.
8. Фильтрующие водозаборы откосного типа / Ю. И. Вдовин [и др.] // Сборник материалов XXX Всероссийской научно-технической конференции / ПГАСА. Пенза, 1999. С. 18–22.
9. Фильтрующие рыбозащитные сооружения и устройства коммунальных и промышленных водозаборов / Ю. И. Вдовин, А. В. Анисимов, В. И. Симакин, М. Я. Кордон, В. Н. Волков, И. А. Лушкин. Пенза, 2002. 196 с.
10. Щедрин В. Н., Штанько А. С., Шкура В. Н. Самонапорные системы капельного орошения: монография. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018. 236 с.
11. Штанько А. С. Фильтрующие водозаборы из водотоков для подачи предварительно очищенной воды в системы капельного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 3(39). С. 123–139. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1142> (дата обращения: 01.06.2021). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-123-139.

References

1. Vasiliev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S., 2019. *Kapel'nye orositel'nye sistemy: uchebnoe posobie* [Drip Irrigation Systems: textbook]. Novocherkassk, RosNIIPM, 197 p. (In Russian).
2. Kilidi K., Kuznetsov E., Khadzhide A., Motornaya L., Kurtnezirov A., Kravchenko L., 2020. Justification of the underflow intake design in the mountainous gardening conditions for the drip irrigation system. E3S Web of Conferences. 8th Innovative Technologies in Science and Education (ITSE 2020), 19-30 Aug., EDP Sciences, vol. 210, article number: 05007, 7 p., <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021005007>.
3. *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"]. Approved by order of Soyuzvodproekt of April 11, 1986, no. 113. Access from the IS "Tech-expert: 6th generation" Intranet. (In Russian).
4. Yakubov V.V., Meshcheryakov M.P., 2014. *Sovershenstvovanie tekhnologii ochistki polivnoy vody na sistemakh kapel'nogo poliva* [Improving the irrigation water treatment technology on drip irrigation systems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniver-sitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 3, pp. 238-242. (In Russian).
5. Vdovin Yu.I., Lushchin I.A., Khalikov R.K., Khetsuriani E.D., 2011. *Vodozabory iz poverkhnostnykh istochnikov: sostoyanie, problemy, tendentsii sovershenstvovaniya* [Water intakes from surface sources: state, problems, improvement tendencies]. *Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of SGASU. Urban Planning and Architecture], no. 2, pp. 55-61. (In Russian).
6. Zhurba M.G., Mezenева E.A., Chudnovsky S.M., 1995. *Ochistka vody v vodozabornom uzle* [Water treatment in water intake]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Engineering], no. 5, pp. 12-14. (In Russian).
7. Kurganov A.M., 1998. *Vodozabornye sooruzheniya sistem kommunal'nogo vodosnabzheniya* [Water Intake Structures of Municipal Water Supply Systems]. Moscow, Saint Petersburg, 246 p. (In Russian).
8. Vdovin Yu.I. [et al.], 1999. *Fil'truyushchie vodozabory otkosnogo tipa* [Filtering sloping water intakes]. *Sbornik materialov XXX Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Proc. of the XXX All-Russian Scientific and Technical Conference]. PGASA, Penza, pp. 18-22. (In Russian).
9. Vdovin Yu.I., Anisimov A.V., Simakin V.I., Cordon M.Ya., Volkov V.N., Lushkin I.A., 2002. *Fil'truyushchie rybozashchitnye sooruzheniya i ustroystva kommunal'nykh i promyshlennykh vodozaborov* [Filtering Fish Protection Structures and Devices for Communal and Industrial Water Intakes]. Penza, 196 p. (In Russian).
10. Shchedrin V.N., Shtanko A.S., Shkura V.N., 2018. *Samonapornye sistemy kapel'nogo orosheniya: monografiya* [Gravity Drip Irrigation Systems: monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM, 236 p. (In Russian).
11. Shtanko A.S., 2020. [Filtration intakes from water courses for pre-treated water delivering into drip irrigation systems]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(39), pp. 123-139, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1142> [accessed 01.06.2021], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-123-139. (In Russian).

Информация об авторах

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

Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3, № 3. С. 103–120.
Ecology and water management. 2021. Vol. 3, no. 3. P. 103–120.

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 23.06.2021; одобрена после рецензирования 25.08.2021; принята к публикации 09.09.2021.

The article was submitted 23.06.2021; approved after reviewing 25.08.2021; accepted for publication 09.09.2021.