

УДК 628.16:556.31

DOI: 10.31774/2658-7890-2019-2-22-34

**Е. А. Дугин**

НПО «ОРТЕХ-ЖКХ», Волгоград, Российская Федерация

**А. Е. Новиков, М. И. Ламскова**

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград,  
Российская Федерация

**Л. Н. Медведева**

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,  
Волгоград, Российская Федерация

## **ТЕХНОЛОГИЯ И БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ ЖКХ**

Цель исследования заключалась в оценке качественных показателей подземных вод на примере Волгоградской области с разработкой технологии и блочно-модульной установки для автономных объектов ЖКХ для обеспечения безопасной жизнедеятельности человека. Проблемы развития благоприятной среды жизнедеятельности человека и увеличивающийся дефицит пресной воды обуславливают поиски новых управленческих и технологических решений, в числе которых водоподготовка некондиционных вод, в том числе подземных. Для многих сельских поселений и малых городов, где автономные объекты жилищно-коммунального хозяйства не имеют возможности подключения к централизованным водоочистным сооружениям, разработка локальных технологий и технических средств является весьма актуальной. Установлено, что геоэкологические особенности территорий и техногенные нагрузки интенсифицируют физико-химические процессы переноса веществ в подземные воды. Минералогический состав почвообразующих пород, осадки, стоки промышленных предприятий и ЖКХ, а также антигололедные реагенты становятся основными причинами превышения взвешенных веществ, минерализации, железа, марганца и хлоридов предельно допустимых концентраций в подземных водах. Для водоподготовки разработана блочно-модульная установка, отличающаяся компактностью, высоким качеством и относительно низкой себестоимостью, надежностью процесса и гибким автоматическим управлением, исключая присутствие постоянного обслуживающего персонала. Установка поставляется в полной заводской готовности, что исключает затраты на проведение проектных и строительных работ. Требуемое давление на входе для бесперебойной работы блочно-модульной установки составляет 0,25–0,30 МПа, а ее производительность по очищенной воде – до 2 м<sup>3</sup>/ч. Решение о применении данного типа установок принимается главами сельских поселений и малых городов.

Ключевые слова: обеспечение безопасной жизнедеятельности человека, подземные воды, водоподготовка, водоочистка, блочно-модульная установка, качественные показатели воды, автономные объекты ЖКХ.

**Е. А. Dugin**

Scientific-Industrial Association “ORTEKH-Utilities”, Volgograd, Russian Federation

**A. E. Novikov, M. I. Lamskova**

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

**L. N. Medvedeva**

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

## **TECHNOLOGY AND BLOCK-MODULAR INSTALLATION OF UNDERGROUND WATER TREATMENT FOR WATER SUPPLY OF AUTONOMOUS HOUSING AND PUBLIC UTILITIES OBJECTS**

The purpose of the study was to assess the groundwater qualitative indicators by the example of Volgograd region with the development of technology and block-modular installation for autonomous objects of housing and public utilities to ensure the life safety. The problems of developing a favorable environment for people living and the increasing shortage of fresh water lead to the search for new management and technological solutions, including water treatment of off-spec waters, among them groundwater. For many rural settlements and small towns, where autonomous housing and communal utility objects do not have the ability to connect to centralized water treatment plants, the development of local technologies and technical means is very important. It has been found that the geo-ecological features of territories and technogenic burden intensify the physics-chemical processes of the substances transfer into groundwater. The mineralogical content of soil-forming material, sediments, industrial enterprises and housing and public utilities effluents, as well as deicers are the main causes of the excess of suspended substances, mineralization, iron, manganese and chlorides of maximum allowable concentrations in groundwater. The block-modular unit for water treatment which is distinguished by compactness, high quality and relatively low cost, process reliability and flexible automatic control, excluding the presence of permanent maintenance staff has been developed. The installation is supplied in full factory readiness, which excludes the expenses for design and construction work. The required inlet pressure for the smooth operation of the block-modular unit is 0.25–0.30 MPa, and its capacity for purified water is up to 2 m<sup>3</sup>/h. The decision on the application of the given type of installation is taken by the heads of rural settlements and small towns.

Key words: ensuring life safety, groundwater, water treatment, water purification, modular installation, water quality indicators, housing and utilities autonomous objects.

**Введение.** В современном мире проблемы безопасной жизнедеятельности человека напрямую связаны с источниками водоснабжения и качеством воды. По данным Стокгольмского института окружающей среды, более 30 % населения планеты живет в регионах, испытывающих дефицит пресной воды. В развивающихся странах больше трети смертей обусловлены отсутствием чистой питьевой воды. Ранее доступные источники питьевого водоснабжения (реки, озера) из-за высокой техногенной нагрузки все больше превращаются в утилизаторы бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов. Экологические проблемы водных бассейнов определяют необходимость водоподготовки поверхностных вод на основе применения химических реагентов и утилизации продуктов очи-

стки. В систему водопотребления вовлекаются все больше водных ресурсов, а постоянно возрастающие затраты на водоподготовку природных вод до питьевых нормативов определяют недоступность питьевой воды для большинства населения. Доля населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения составляет – 87,5 %.

Актуальность водоподготовки обусловлена с одной стороны вопросами ресурсосбережения, вызванного дефицитом пресной воды из-за роста водопотребления и ее географической неравномерностью распределения по регионам мира, а с другой – ее большими объемами при малых количествах растворенных веществ в воде [1, 2]. Процесс водоподготовки означает очистку воды от различных вредных примесей, что делает безопасным ее использование для питьевых или технических нужд. При этом процессы водоподготовки, хотя и основываются на основных физических законах гидродинамики и массопереноса, в конкретных условиях будут отличаться как по аппаратурному оформлению, так и при задействованных технологиях [3–7]. В частности, рассматривая городские условия, водоподготовка ведется централизованно на очистных сооружениях с использованием хлора, обладающего дезинфицирующим эффектом, и соответствующего оборудования – хлораторов, в которых приготовленная хлорная вода смешивается со всей массой поступающей воды. Однако линейные и диффузные техногенные нагрузки, главным образом вызванные активной и не всегда рациональной деятельностью человека, зачастую становятся основными причинами попадания в воду неорганических и органических веществ, с которыми водоочистные сооружения по различным причинам уже не справляются. В этих условиях применение хлора в качестве обеззараживающего средства приводит к образованию новых соединений, нередко более токсичных, чем исходные. Установлено, что при обработке воды хлором образуются галогенсодержащие соединения, большинство из кото-

рых обладает мутагенными свойствами, а некоторые из них представляют канцерогенную опасность для человека. К примеру, хлорирование воды, содержащей фенол, усиливает ее запах в результате образования хлорфенолов, пороговая концентрация которых в 1000 раз выше, чем самого фенола [8]. Также следует отметить и то, что городские очистные сооружения это громоздкие станции, требующие значительных затрат ресурсов на проектирование, строительство и эксплуатацию, в том числе из-за необходимости хранения на расходных складах в стальных баллонах хлора, который относится к сильнодействующим ядовитым веществам (СДЯВ).

Автономные объекты жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), находящиеся за пределами централизованных городских очистных сооружений, также нуждаются в водоподготовке. К примеру, вода, обладающая повышенной жесткостью (минерализацией), может быть причиной потери работоспособности бытовой техники, разрушения водопроводов, развития хронических заболеваний у человека, домашних и сельскохозяйственных животных, засоления почв при ее использовании на поливные нужды, что негативно влияет на биолого-физиологические процессы развития растений [9]. В силу автономности таких объектов и вариабельности свойств воды от геоэкологических и климатических факторов к системам водоподготовки должны предъявляться особые требования по эффективности, модульности и компактности, автоматизации процесса. Таким образом, цель исследования заключалась в оценке качественных показателей подземных вод на примере Волгоградской области с разработкой технологии и блочно-модульной установки для автономных объектов ЖКХ для обеспечения безопасной жизнедеятельности человека.

**Материалы и методы.** Для оценки качественных показателей подземных вод Волгоградской области были проведены заборы подземной воды из скважины в Дубовском районе п. Стрельноширокое с глубины 17 м (I) и Калачевском районе х. Вербовский с глубины 7 м (II). Для статистической

достоверности результатов оценки в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 пробы отбирали в течение небольшого промежутка времени в 3-х кратной повторности в предварительно ополоснутые отбираемой подземной водой полиэтиленовые бутылки объемом 1500 мл до края без пузырьков воздуха. Содержание различных соединений и ионов в воде (рН, щелочность общая, жесткость общая, железо общее, марганец) согласно ГОСТ Р 51232-98 определяли с помощью титриметрического, фотометрического и потенциометрического методов по природно-нормативным документам (ПНД). Взвешенные вещества и массовую концентрацию сухого остатка определяли гравиметрическим методом, а массовую концентрацию хлорид-ионов – меркуриметрическим методом также по ПНД.

**Результаты и обсуждение.** Проведенные исследования по оценке качественных показателей подземных вод двух районов Волгоградской области подтверждают их неоднородность ввиду геоэкологических особенностей этих территорий и техногенной нагрузки (таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований качественных показателей подземных вод**

Показатель	Единица измерения	ПНД на метод испытания	Диапазон измерения	Норматив (СанПиН 2.1.4.1074-01)	Результат анализа	
					I	II
Водородный показатель	ед. рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	1–14	6–9	7,8	7,0
Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.110-97	3–50; свыше 50	не норм.	4,1	15,1
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.114-97	50–25000	1000	565	2826
Щелочность общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.242-07	0,005–10	не норм.	3,5	4,8
Жесткость общая	°Ж	ПНД Ф 14.1:2.98-97	0,1–8,0	7,0	4,9	18,4
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.95-97	1–100	не норм.	45,4	78,4
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96	0,–10,0	0,3	0,3	1,8
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.61-96	0,05–5,0	0,1	0,1	0,3
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.111-97	10–1000	350	35	731

Значительное превышение концентрации железа ( $1,8 \text{ мг/дм}^3$  при ПДК  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ) и марганца ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$  при ПДК  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ) в воде источника II обусловлено рядом факторов. Во-первых, это растворение железа подземными водами, которое происходит, главным образом, при контакте с кремнистыми породами, содержащими железо в виде гематита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), магнетита ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), лимонита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), сидерита ( $\text{FeCO}_3$ ) и пирита ( $\text{FeS}_2$ ). Благоприятную роль в этом процессе играет избыток  $\text{CO}_2$ , который препятствует поступлению кислорода, и относительно высокий показатель pH. Миграция гидроксида железа из грунта в подземные воды происходит в виде комплексных ионов с кремнеземом или гуминовой кислотой. Поступление марганца в подземные воды происходит при растворении ей таких минералов кремнистых пород, как пиролюзит ( $\text{MnO}_2$ ), псиломелан ( $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), манганит ( $\text{MnO}(\text{OH})$ ), родохрозит ( $\text{MnCO}_3$ ). Кроме того, при благоприятных условиях (pH 6–9, температура воды 17–74 °C) значительные концентрации железа и марганца в воде связаны с деятельностью железистых и марганцевых бактерий, основанной на концентрировании ими оксидов железа и марганца, их окислении под действием ферментов с образованием железистых соединений, которые затем удаляются из клетки в окружающую воду.

Поскольку pH и температура рассматриваемых вод лежит в допустимом интервале (20 °C и pH = 7,0; 7,8), можно предположить, что достаточно высокие показатели по данным ионам связаны с деятельностью ферробактерий [10].

В воде источника II более чем в 2 раза превышена концентрация хлоридов ( $731 \text{ мг/дм}^3$  при ПДК 350). В подземные воды хлориды поступают с атмосферными осадками при контакте с водозаборами соленых вод и рассолов, а также в результате растворения галогенных пород. Источниками хлоридов, в том числе хлоридов натрия и кальция, также могут быть отходы

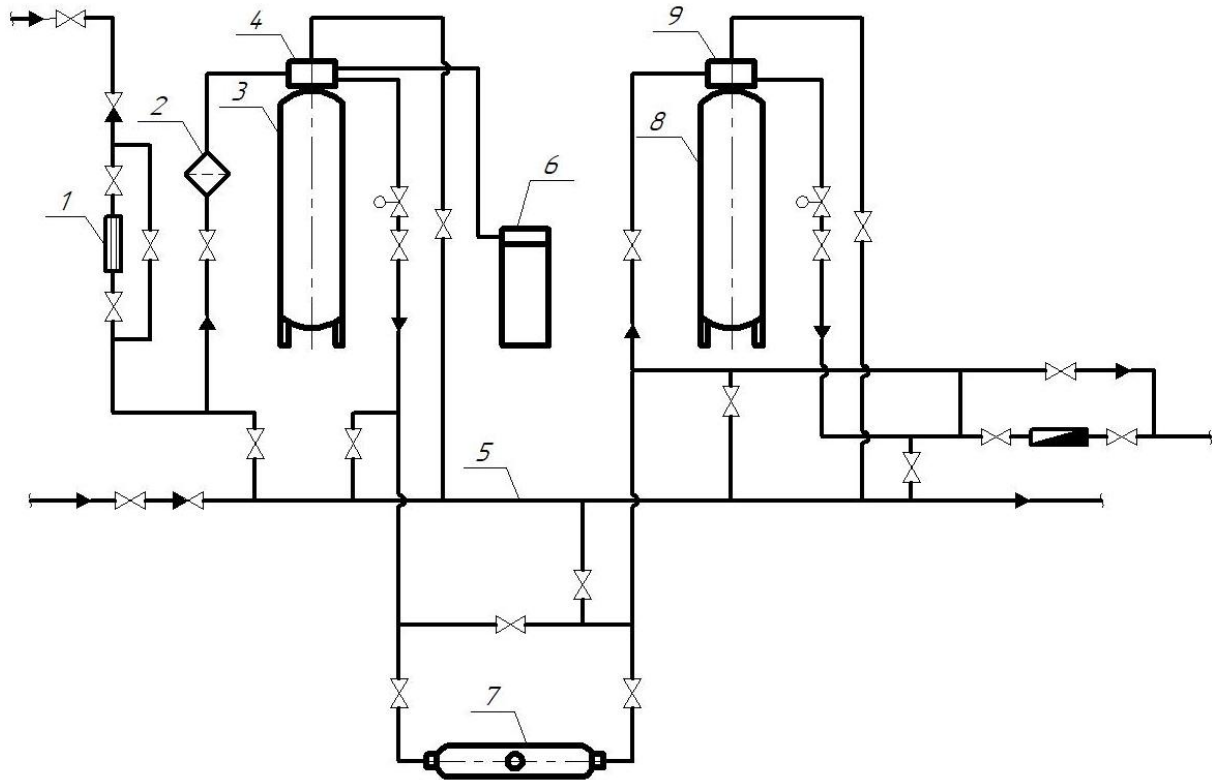
промышленности и ЖКХ, реагенты, используемые в качестве антигололедного средства в зимний период.

Воду источника II по уровню минерализации можно отнести к группе солоноватых вод (показатель сухого остатка 1–3 г/л). Рост показателя минерализации может свидетельствовать о заборе воды в зоне затрудненного водообмена, который характеризуется медленным обновлением подземных вод за счет атмосферных осадков.

Для решения проблемы подготовки подземных вод и обеспечения качественной водой автономных объектов ЖКХ (предприятия медицины и общественного питания, дошкольные и школьные учреждения, коттеджи, загородные и поселковые дома) разработана блочно-модульная установка в компактном исполнении, которая позволяет проводить водоочистку от металлов, в том числе железа и марганца, и вредных газов, например, сероводорода (рисунок 1) [11]. Установка укрупнено состоит из блоков кавитационной и механической обработок, ультрафиолетового обеззараживания и сорбционной очистки, и собрана таким образом, что каждый блок является самостоятельным модулем, содержащим систему трубопроводов с подводящим, отводящим и дренажным коллектором.

Подземная вода по трубопроводу подается на статический кавитатор 1, который, обеспечивая диспергирование и интенсивную гомогенизацию, насыщает воду кислородом и обеззараживает ее в зоне кавитационного схлопывания пузырьков. Так происходит кавитационная (гидродинамическая или гидроволновая) обработка воды. Далее вода очищается от механических примесей в сетчатом фильтре 2 и по подводящему трубопроводу поступает в фильтр деферризации 3, снабженный блоком автоматического управления и контроля 4. В фильтре деферризации вода, проходя через фильтрующую загрузку, служащую окислителем, освобождается от растворенного в воде сероводорода, железа и марганца, которые переходят в нерастворенную форму. Осадок задерживается в слое фильтрующей за-

грузки и при обратной промывке вымывается по трубопроводу в канализацию 5. После выработки емкости фильтрующей загрузки проводится ее регенерация путем взрыхления и последующего медленного протягивания сквозь загрузку раствора перманганата калия, для приготовления и хранения которого имеется резервуар 6.



**Рисунок 1 – Схема установки для подготовки подземных вод**

После доведения содержания растворенных веществ до уровня не превышающих предельно допустимых концентраций воду обеззараживают в трубном водоводе 7 посредством облучения светом в ультрафиолетовой (УФ) области спектра от светоизлучающих диодов УФ диапазона. Внутренняя стенка водовода имеет отражающее покрытие для УФ излучения. При таком облучении воды наряду с насыщением активным кислородом за счет озонирования растворенного в воде кислорода и фотолиза воды с формированием перекиси водорода происходит ее обеззараживание.

Далее вода по подводящему трубопроводу поступает в сорбционный фильтр 8 с угольной загрузкой, предназначенный для удаления органиче-



ских примесей и коррекции органолептических показателей воды (вкус, цвет, запах). Фильтр также снабжен блоком автоматического управления и контроля 9 и системой обратной промывки.

Фильтр деферризации и сорбционный фильтр дополнительно могут быть оснащены автоматическим клапаном для управления режимами работы установки на основе данных о содержании загрязняющих веществ в очищаемой воде. Каждый блок в системе трубопроводов с подводящим, отводящим и дренажным коллектором может быть подключен как последовательно для добавления стадий очистки (в случае необходимости), так и параллельно для увеличения производительности.

В соответствии с технологическим регламентом эксплуатации установки в блок автоматического управления 4 и 9 введены следующие программы.

1 Суточный график обеспечения расходов очищенной воды, подаваемой потребителям.

2 Периодичность переключений с режимов обезжелезивания на режимы промывки и обратно.

3 Алгоритмы управления всеми электрифицированными задвижками составляются по результатам предпусковых испытаний.

Научно обоснованная блочно-модульная установка, которая отличается компактностью (габаритные размеры установки 1200 × 500 × 1600 мм), высоким качеством и относительно низкой себестоимостью, надежностью процесса подготовки подземных вод, гибким автоматическим управлением, исключая присутствие постоянного обслуживающего персонала, изготавливается на ООО «НПО «ОРТЕХ-ЖКХ» (Волгоград) и поставляется в полной заводской готовности, что исключает затраты на проведение проектных и строительных работ, позволяет обеспечить сельские поселения и малые города качественной питьевой водой [11–13]. Для обеспечения бесперебойной работы блочно-модульной установки давление

на входе должно составлять – 0,25–0,30 МПа, а производительность по очищенной воде достигать – 2 м<sup>3</sup>/ч.

**Выводы.** Безопасная жизнедеятельность человека и обеспечение населения питьевой водой входит в число основных приоритетов Российской Федерации. Геоэкологические особенности территорий и техногенные нагрузки интенсифицируют физико-химические процессы переноса веществ в подземные воды, что зачастую отражается на их качественных показателях. В частности минералогический состав почвообразующих пород, осадки, стоки промышленных предприятий и ЖКХ, а также антигололедные реагенты становятся основными причинами превышения по взвешенным веществам, минерализации, железу, марганцу и хлоридам их предельно допустимых концентраций в подземных водах. Разработанная в России блочно-модульная установка по очистке воды высокой компактности, с относительно низкой себестоимостью найдет свое применение в сельских поселениях и малых городах (населением до 10 тыс. чел.), что будет способствовать созданию качественной среды обитания российского человека.

#### **Список использованных источников**

- 1 Hybrid desalination processes for beneficial use of reverse osmosis brine: Current status and future prospects / S. Lee [et al.] // *Desalination*. – 2019. – Vol. 454. – P. 104–111.
- 2 Modeling and assessing feasibility of long-term brackish water irrigation in vertically homogeneous and heterogeneous cultivated lowland in the North China Plain / B. Liu [et al.] // *Agricultural Water Management*. – 2019. – Vol. 211. – P. 98–110.
- 3 Савочкин, А. Ю. Очистка подземных вод с большим содержанием кремния, железа и марганца / А. Ю. Савочкин, М. М. Шилов // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2018. – № 8. – С. 20–27.
- 4 Середкина, Е. В. Безреагентная очистка подземных вод сложного состава / Е. В. Середкина, В. Г. Тесля // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2009. – № 1. – С. 17–19.
- 5 Очистка подземных вод от ионов двухвалентного железа в катионообменном модуле под действием электрического поля / А. Б. Голованчиков [и др.] // *Вестник ВолгАСУ. Серия строительство и архитектура*. – 2010. – № 18(37). – С. 118–122.
- 6 Ламскова, М. И. Возможности и перспективы очистки сточных, оборотных и хозяйственно-бытовых вод природными алюмосиликатами / М. И. Ламскова, А. Е. Новиков // *Известия ВолгГТУ. Серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии»*. – 2014. – № 1. – С. 77–80.
- 7 Ghosh (Nath), S. Technology alternatives for decontamination of arsenic-rich groundwater – A critical Review / S. Ghosh (Nath), A. Debsarkar, A. Dutta // *Environmental Technology and Innovation*. – 2019. – Vol. 13. – P. 277–303.

8 Гончарук, В. В. Озонирование как метод подготовки питьевой воды: возможные побочные продукты и токсикологическая оценка / В. В. Гончарук, Н. Г. Потапченко, В. Ф. Вакуленко // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17, № 1. – С. 3–34.

9 Новиков, А. Е. Оценка водных объектов Волгоградской области / А. Е. Новиков, М. И. Ламскова, М. И. Филимонов // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 26–29.

10 Николадзе, Г. И. Улучшение качества подземных вод / Г. И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1987. – 240 с.

11 Пат. 163043 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> С 02 F 1/00, С 02 F 9/00. Компактная модульная установка по очистке питьевой воды / Ясакин В. В., Дугин Е. А., Чалышев М. А.; патентообладатель ООО «Научно-промышленное объединение «ОРТЕХ-ЖКХ»». – № 2015131483/05; заявл. 30.07.15; опубл. 10.07.16, Бюл. № 19.

12 Качественная питьевая вода для сельских поселений южного федерального округа – курс на новое качество жизни / Л. Н. Медведева, М. К. Старовойтов, О. П. Комарова, Я. М. Старовойтова // Региональная экономика. Юг России. – 2015. – № 2. – С. 84.

13 Ясакин, В. В. Инновации в ЖКХ: опыт предложений и внедрений на региональном уровне / В. В. Ясакин, Л. Н. Медведева // Альтернативы регионального развития (Шабунинские чтения): сб. тез. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. 7–8 октября 2011 г. – Волгоград, 2011. – С. 44–48.

## References

1 Lee S. [et al.], 2019. Hybrid desalination processes for beneficial use of reverse osmosis brine: Current status and future prospects. *Desalination*, vol. 454, pp. 104-111.

2 Liu B. [et al.], 2019. Modeling and assessing feasibility of long-term brackish water irrigation in vertically homogeneous and heterogeneous cultivated lowland in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, vol. 211, pp. 98-110.

3 Savochkin A. Yu., Shilov M.M., 2018. *Ochistka podzemnykh vod s bol'shim содержанием кремния, железа и марганца* [Purification groundwater with a high content of silicon, iron and manganese]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique], no. 8, pp. 20-27. (In Russian).

4 Serechkina E.V., Tesla V.G., 2009. *Bezreagentnaya ochistka podzemnykh vod slozhnogo sostava* [Reagent-free purification of groundwater of complex content]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique], no. 1, pp. 17-19. (In Russian).

5 Golovanchikov A.B. [et al.], 2010. *Ochistka podzemnykh vod ot ionov dvukhvalentnogo zheleza v kationoobmennom module pod deystviem elektricheskogo polya* [Groundwater purification of ions of bivalent iron in the cation-exchange module under the influence of electric field]. *Vestnik VolgGASU. Seriya stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering Series. Civil Engineering and Architecture], no. 18(37), pp. 118-122. (In Russian).

6 Lamskova M.I., Novikov A.E., 2014. *Vozmozhnosti i perspektivy ochistki stochnykh, oborotnykh i khozyaystvenno-bytovykh vod prirodnymi alyumosilikatami* [Possibilities and prospects for the treatment of wastewater, circulating and domestic waters with natural aluminosilicates]. *Izvestiya VolgGTU. Seriya «Reologiya, protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii»* [Bull. VolgGTU. Series “Rheology, Processes and Devices of Chemical Technology”], no. 1, pp. 77-80. (In Russian).

7 Ghosh (Nath) S., Debsarkar A., Dutta A., 2019. Technology alternatives for decontamination of arsenic-rich groundwater – A critical review. *Environmental Technology and Innovation*, vol. 13, pp. 277-303.

8 Goncharuk V.V., Potapchenko N.G., Vakulenko V.F., 1995. *Ozonirovanie kak metod podgotovki pit'evoy vody: vozmozhnye pobochnye produkty i toksikologicheskaya otsenka*

[Ozonization as a method of drinking water treatment: possible by-products and toxicological analysis]. *Khimiya i tekhnologiya vody* [Water Chemistry and Technology], vol. 17, no. 1, pp. 3-34. (In Russian).

9 Novikov A.E., Lamskova M.I., Philimonov M.I., 2014. *Otsenka vodnykh ob"ektov Volgogradskoy oblasti* [Assessment of water bodies in Volgograd region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 12, pp. 26-29. (In Russian).

10 Nikoladze G.I., 1987. *Uluchshenie kachestva podzemnykh vod* [Improving the Groundwater Quality]. Moscow, Stroiizdat Publ., 240 p. (In Russian).

11 Yasakin V.V., Dugin E.A., Chalyshev M.A., 2016. *Kompaktnaya modul'naya ustanovka po ochistke pit'evoy vody* [Compact Modular Installation for Drinking Water Purification], Patent RF, no. 163043. (In Russian).

12 Medvedeva L.N., Starovoitov M.K., Komarova O.P., Starovoitova Ya.M., 2015. *Kachestvennaya pit'evaya voda dlya sel'skikh poseleniy yuzhnogo federal'nogo okruga – kurs na novoe kachestvo zhizni* [Qualitative drinking water for rural settlements of the southern federal district – a course for a new quality of life]. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], no. 2, pp. 84. (In Russian).

13 Yasakin V.V., Medvedeva L.N., 2011. *Innovatsii v ZHKKH: opyt predlozheniy i vnedreniy na regional'nom urovne* [Innovations in Housing and Public Utilities: Experience of proposals and implementations at the regional level]. *Al'ternativy regional'nogo razvitiya (Shabuninskie chteniya): sb. tez. dokl. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Regional Development Alternatives (The Shabunin Readings): Coll. of Abstracts of the II International Scientific-Practical Conference]. Volgograd, pp. 44-48. (In Russian).

---

#### **Дугин Евгений Александрович**

Должность: заместитель генерального директора по производству

Место работы: ООО «Научно-промышленное объединение «ОРТЕХ-ЖКХ»

Адрес организации: ул. Казахская, 43, г. Волгоград, Волгоградская область, Российская Федерация, 400002

E-mail: dugin\_evg@mail.ru

#### **Dugin Evgeny Alexandrovich**

Position: Deputy General Director for Production

Affiliation: Scientific-Industrial Association “ORTEKH-Utilities”,

Affiliation address: Kazakh st., 43, Volgograd, Volgograd region, Russian Federation, 400002

E-mail: dugin\_evg@mail.ru

#### **Новиков Андрей Евгеньевич**

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: доцент

Должность: заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Адрес организации: пр-т им. Ленина, 28, г. Волгоград, Волгоградская область, Российская Федерация, 400005

Должность: старший научный сотрудник отдела оросительных мелиораций

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

Адрес организации: ул. Тимирязева, 9, г. Волгоград, Волгоградская область, Российская Федерация, 400002

E-mail: novikov-ae@mail.ru

**Novikov Andrey Evgenievich**

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Associate Professor

Position: Chair of the Department of “Processes and devices of chemical and food industry”

Affiliation: Volgograd State Technical University

Affiliation address: Lenin ave., 28, Volgograd, Volgograd region, Russian Federation, 400005

Position: Senior Researcher

Affiliation: All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

Affiliation address: Timirjaseva st., 9, Volgograd, Volgograd region, Russian Federation, 400002

E-mail: novikov-ae@mail.ru

**Ламскова Мария Игоревна**

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: доцент кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Адрес организации: пр-т им. Ленина, 28, г. Волгоград, Волгоградская область, Российская Федерация, 400005

E-mail: lamskov@yandex.ru

**Lamskova Maria Igorevna**

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Associate Professor of the Department of “Processes and devices of chemical and food industry”

Affiliation: Volgograd State Technical University

Affiliation address: Lenin ave., 28, Volgograd, Volgograd region, Russian Federation, 400005;

E-mail: lamskov@yandex.ru

**Медведева Людмила Николаевна**

Ученая степень: доктор экономических наук

Ученое звание: доцент

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

Адрес организации: ул. Тимирязева, 9, г. Волгоград, Волгоградская область, Российская Федерация, 400002

E-mail: milena.medvedeva2012@yandex.ru

**Medvedeva Ljudmila Nikolaevna**

Degree: Doctor of Economic Sciences

Title: Associate Professor

Position: Leading Researcher

Affiliation: All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

Affiliation address: Timirjaseva st., 9, Volgograd, Volgograd region, Russian Federation, 400002

E-mail: milena.medvedeva2012@yandex.ru