Ю. Ю. Арискина, Л. А. Митяева, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРОВАЛЬНО-СОРБЦИОННОЙ ЗАГРУЗКИ ПРИ ОЧИСТКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Целью исследования являлось определение эффективности очистки подземных вод через фильтровально-сорбционную загрузку за счет выбора оптимального соотношения ее компонентов и высоты загрузки. **Материалы и методы:** в качестве компонентов фильтровально-сорбционной загрузки использовался окатанный (природный) кварцевый песок с размером фракций 0,8–2,0 мм и активированный уголь на каменноугольной основе с размером фракций 1,5–2,8 мм, а также использовались различные соотношения данных компонентов с различной высотой загрузки. **Результаты и обсуждения:** анализ экспериментальных данных устанавливает наличие функциональной связи между несколькими вариантами соотношения компонентов фильтрационной загрузки и ее высотой. Полученные экспериментальные зависимости показывают при какой загрузке фильтра и высоте загрузки наиболее эффективно происходил процесс очистки подземной воды. При максимальной высоте загрузки 0,8 м эффективность очистки воды повышается до 99 %, но снижается скорость фильтрования до 0,7 м/ч. **Выводы:** по отношению к исходной подземной воде при всех вариантах соотношения фильтровальной загрузки наблюдается снижение концентрации железа с 0,64 до 0,18 миллиграмма на кубический дециметр, марганца с 2,25 до 0,38 миллиграмма на кубический дециметр, жесткости с 22,6 до 18,2 °Ж и взвешенных веществ с 1,2 до 1,1 миллиграмма на кубический дециметр. Это обосновывает эффективность разработанной фильтровально-сорбционной загрузки. В результате проведенных исследований высокая эффективность очистки наблюдалась при соотношении загрузки 3:1. Снижение концентрации железа достигало 72 %, марганца – 86 %, жесткости – 30 %, взвешенных веществ – 10 %. Проведенные опыты показали, что снижение в воде количества железа, марганца и взвешенных веществ зависит от высоты фильтровальной загрузки и скорости фильтрования. Таким образом, оптимальным вариантом является высота загрузки от 0,5 до 0,7 м со скоростью фильтрования от 3,7 до 2,4 м/ч при соотношении 3:1.

Ключевые слова: подземные воды; минерализация; фильтровально-сорбционная загрузка; кварцевый песок; активированный уголь; сорбция; аэрация.

Yu. Yu. Ariskina, L. A. Mityaeva, Yu. Ye. Domashenko, S. M. Vasilyev
Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

SUBSTANTIATION OF FILTER-SORPTION LOADING EFFICIENCY DURING UNDERGROUND WATER PURIFICATION

The aim of the study was to determine the effectiveness of groundwater treatment through filter-sorption loading by choosing the optimal ratio of its components and loading height. **Material and Methods:** the rounded (natural) quartz sand with a particle size of 0.8–2.0 mm and activated carbon on a coal-mining basis with a particle size of 1.5–2.8 mm was used as components of the filter-sorption loading in the given studies. During the research

various ratios of these components with different loading heights were used. **Results:** the existence of a functional relationship between several filtration loading components ratio options and its height is determined during the experimental data analysis. The obtained experimental dependences show at what filter load and loading height the process of groundwater treatment was most effective. At a maximum loading height of 0.8 m, the water treatment efficiency increases to 99 %, but the filtering speed decreases to 0.7 m/h. **Conclusion:** there is a decrease in the iron concentration from 0.64 to 0.18 milligrams per cubic decimeter, manganese from 2.25 to 0.38 milligrams per cubic decimeter, stiffness from 22.6 to 18.2 °dH and suspended solids from 1.2 to 1.1 milligrams per cubic decimeter in relation to the source groundwater, with all variants of the filter loading ratio. This justifies the effectiveness of the developed filter-sorption loading. As a result of the studies the high purification efficiency was observed at a loading ratio of 3:1. The decrease in iron concentration reached 72 %, manganese – 86 %, hardness – 30 %, suspended solids – 10 %. Laboratory experiments have shown that a decrease in the amount of iron, manganese and suspended solids in water depends on the filter loading height and the filtration rate. Thus, the best option is a loading height of 0.5 to 0.7 m with a filtration rate of 3.7 to 2.4 m per h with a ratio of 3:1.

Key words: groundwater; mineralization; filter-sorption loading; quartz sand; activated carbon; sorption; aeration.

Введение. Качество оросительной воды является важнейшим экологическим, техническим и агрономическим фактором, влияющим на безопасное функционирование гидромелиоративных систем, сохранение почвенного плодородия, урожайности и качества сельскохозяйственных культур. При орошении водой низкого качества (с повышенной минерализацией, загрязненной тяжелыми металлами и др.) происходит ухудшение свойств почвенного покрова (гумусовое состояние, физико-химические и другие свойства почв), развитие процессов засоления, что, в свою очередь, оказывает влияние на урожайность и качество растений [1–4].

В условиях дефицита водных ресурсов развитие сельского хозяйства в аридных зонах страны осуществляется с использованием оросительных мелиораций подземными водами. Подземные воды характеризуются высокой минерализацией, включая соли жесткости и повышенное содержание железа и марганца. Избыточное содержание в оросительной воде ионов железа и марганца приводит к образованию железистых и марганцевых бактерий, что вызывает зарастание водораспределительных сетей и водозаборной арматуры, из-за этого происходит снижение пропускной способности трубопровода. Также наличие соединений железа и марганца в воде приводит к коррозионным процессам в стальных и металлических соору-

жениях и трубопроводах, что снижает эффективность их работы и вызывает выход из строя оросительной системы [5–7].

Основными физико-химическими характеристиками подземных вод, содержащих железо и марганец, являются следующие: температура, pH, содержание железа и марганца, содержание растворенной углекислоты и кислорода, жесткость воды и др. [8].

С учетом высокой минерализации подземных вод особое значение придается вопросу очистки ее от избыточного содержания железа, марганца и солей жесткости. Для устранения ионов железа, марганца и солей жесткости существуют различные методы обезжелезивания, деманганизации и умягчения. Одним из методов является безреагентная (механическая) очистка подземных вод. К наиболее перспективным способам безреагентного метода относятся аэрация, фильтрация и аэрация с последующим фильтрованием. Выбор того или иного способа зависит от показателей исходной воды.

Материалы и методы. Содержание микроэлементов в оросительной воде не должно превышать требуемых значений, приведенных в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Требуемые показатели качества подземных вод

Показатель	Единица измерения	Значение
Общая минерализация	мг/дм ³	< 1500
Взвешенные вещества	мг/дм ³	< 10,0
Водородный показатель	pH	< 9,0
Жесткость	°Ж	< 10,0
Железо общее	мг/дм ³	< 0,3
Марганец	мг/дм ³	< 0,5

Выбор метода очистки подземных вод зависит от физико-химических характеристик обрабатываемой воды. Для проведения анализа выбрана подземная вода из скважины глубиной 15–20 м на территории Ростовской области с показателями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества исходной воды

Жест- кость воды, °Ж	Взвешен- ные веще- ства, мг/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	Водо- родный показа- тель pH	Ионный состав, мг/дм ³				
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{общ}	Mn ²⁺	HCO ₃ ⁻
22,6	1,2	2972	7,1	301,01	98,5	0,64	2,25	366,12

Из результатов физико-химического анализа следует, что исследуемая подземная вода относится к жестким водам гидрокарбонатного класса с высокой жесткостью (22,6 °Ж) и содержанием кальция (301,01 мг/дм³). Основными солевыми компонентами подземной воды являются гидрокарбонаты (366,12 мг/дм³). Общая минерализация подземной воды – 2972 мг/дм³. Водородный показатель рН = 7,1¹.

Таким образом, исходя из вышеперечисленных показателей, следует, что для применения подземной воды для целей орошения необходимо ее привести к соответствующему качеству по трем показателям – железу, марганцу и жесткости. В зависимости от их концентрации используем безреагентный метод, применяемый при концентрации железа до 3,0 мг/дм³, марганца более 0,15 мг/дм³, жесткости воды более 10,5 °Ж (жесткие воды 4,2–10,5 °Ж) [10].

Экспериментальные исследования проводились на установке, состоящей из трех фильтровальных колонок с внутренним диаметром 100 мм и высотой 1200 мм каждая. Фильтр заполняли фильтровально-сорбционной загрузкой с различной высотой (рисунок 1).

Рисунок 1 – Фильтровальная колонка с фильтровально-сорбционной загрузкой (автор фото Л. А. Митяева)

В наших исследованиях в качестве компонентов для загрузки фильтра использовался окатанный (природный) кварцевый песок и активиро-

¹ Очистка подземных вод питьевого назначения от бора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.c-o-k.ru/articles/ochistka-podzemnyh-vod-pit-evogo-naznacheniya-ot-bora>, 2019.

ванный уголь на каменноугольной основе. Кварцевый песок характеризуется высоким содержанием кварца, диоксида кремния SiO_2 (до 99 %), с размером фракций 0,8–2,0 мм. Основные характеристики песка соответствуют ГОСТ Р 5164-2000 [11]. Использовался активированный уголь марки АГ-2, представляющий собой гранулы от темно-серого до черного цвета, с размером фракций 1,5–2,8 мм. Марка АГ-2 соответствует ГОСТ Р 56358-2015 [12].

При проведении исследований использовались различные соотношения смеси кварцевого песка и активированного угля с различной высотой загрузки. Благодаря развитой структуре как микро-, так и макропор компоненты фильтра являются универсальными для адсорбции различных загрязнений из подземной воды.

Схема лабораторной установки для очистки подземной воды через фильтровально-сорбционную загрузку представлена на рисунке 2.

1 – бак-аэратор; 2 – трубка подачи воздуха; 3 – распределительная головка; 4 – насос;
5 – обратный клапан; 6 – кран; 7 – манометр; 8 – вертикальный напорный фильтр;
9 – песчано-угольная фильтровальная загрузка; 10 – приемная емкость

Рисунок 2 – Схема экспериментальной установки

Перед подачей на фильтровально-сорбционный фильтр исходная вода подвергалась упрощенной аэрации. Упрощенная аэрация осуществлялась введением кислорода в обрабатываемую воду. Содержание кислорода при этом в воде увеличилось до 8,22 мг/дм³.

Далее подземная вода насосом (при давлении, равном 0,3 МПа) подается на вертикальный напорный фильтр и фильтруется в направлении сверху вниз. В процессе фильтрования вода проходит фильтрующий слой, а затем поступает в распределительную систему и далее в приемную емкость.

При поступлении в фильтр первых порций воды происходит физическая адсорбция. Контакт воды с фильтрующей загрузкой способствует более эффективной очистке воды от ионов железа, марганца и солей жесткости.

Результаты и обсуждения. При прохождении воды через фильтровальную загрузку происходят такие процессы, как химическая и физическая адсорбция. Эти процессы зависят от многих факторов, в частности от скорости фильтрования, соотношения компонентов загрузки, высоты загрузки, диаметра частиц и др. Поэтому для выявления оптимальных технологических параметров, которые позволяли бы максимально эффективно использовать фильтровальную загрузку с минимальными энергетическими затратами, была проведена серия экспериментов.

Анализ экспериментальных данных устанавливает наличие функциональной связи между несколькими вариантам соотношения компонентов фильтрующей загрузки и ее высотой. Результаты экспериментальных данных проиллюстрированы на рисунках 3–5.

Рисунок 3 – График зависимости качества воды (железо общее) от высоты песчано-угольной загрузки при различных ее соотношениях

Рисунок 4 – График зависимости качества воды (марганец) от высоты песчано-угольной загрузки при различных ее соотношениях

Рисунок 5 – График зависимости качества воды (взвешенные вещества) от высоты песчано-угольной загрузки при различных ее соотношениях

Из полученных экспериментальных зависимостей можно сделать вывод, при какой загрузке фильтра и высоте загрузки наиболее эффективно происходил процесс очистки подземной воды. Как видно, при различных соотношениях песка и активированного угля и минимальной высоте загрузки (0,2 м) эффективность очистки снижается с 90 до 30 % за счет увеличения скорости фильтрования до 4,7 м/ч. При максимальной высоте загрузки 0,8 м эффективность очистки воды повышается до 99 %, но снижается скорость фильтрования до 0,7 м/ч. Сравнение результатов, полу-

ченных при высоте загрузки от 0,5 до 0,7 м, указывает на увеличение эффективности очистки воды с 95 до 99 % и снижение скорости фильтрации с 3,7 до 2,4 м/ч, что доказывают коэффициенты детерминации, приближенные к единице (таблица 3), а при изменении соотношения компонентов загрузки (уменьшении количества кварцевого песка и увеличении количества активированного угля) наблюдается низкий сорбционный характер определяющих показателей воды.

Таблица 3 – Уравнения регрессии, показывающие влияние высоты загрузки на качество воды

Соотношение компонентов	Уравнение регрессии	R^2
Рисунок 3 (железо общее)		
3:1	$y = -0,0024x^3 + 0,0164x^2 - 0,0412x + 0,2104$	0,9992
1:1	$y = -0,0015x^3 + 0,0161x^2 - 0,0624x + 0,2348$	0,9996
1:3	$y = -0,0062x^3 + 0,056x^2 - 0,1568x + 0,2882$	0,9248
1:2	$y = -0,0005x^3 + 0,0056x^2 - 0,0319x + 0,1916$	0,9995
2:1	$y = -0,0028x^3 + 0,0232x^2 - 0,069x + 0,1986$	1
Рисунок 4 (марганец)		
3:1	$y = -0,0008x^3 + 0,0018x^2 - 0,0174x + 0,346$	0,9988
1:1	$y = -0,0092x^3 + 0,0625x^2 - 0,1283x + 0,412$	0,9644
1:3	$y = 0,0033x^3 - 0,0321x^2 + 0,0645x + 0,324$	0,9992
1:2	$y = -0,0067x^3 + 0,045x^2 - 0,1183x + 0,45$	1
2:1	$y = -0,0017x^3 + 0,0064x^2 - 0,0219x + 0,396$	0,9928
Рисунок 5 (взвешенные вещества)		
3:1	$y = 0,0083x^3 - 0,0607x^2 - 0,069x + 1,22$	0,9996
1:1	$y = 0,0083x^3 - 0,0679x^2 + 0,0238x + 1,34$	0,9925
1:3	$y = -0,0786x^2 + 0,4214x + 1,14$	0,8442
1:2	$y = 0,0225x^3 - 0,3054x^2 + 1,0521x + 0,736$	0,8
2:1	$y = 0,0083x^3 - 0,1036x^2 + 0,1881x + 1,1$	0,9895
Примечание – y – соответственно железо общее, марганец, взвешенные вещества, мг/дм ³ ; x – высота загрузки, м.		

Скорость фильтрования характеризуется гидравлическим сопротивлением загрузки и сопротивлением накапливаемых загрязнений. Соотношение компонентов загрузки и размер фракции, плотность и высота загрузки, свойства частиц, извлекаемых из воды – все это влияет на скорость фильтрования. При максимальной высоте загрузки (0,8 м) наблюдался высокий эффект очистки, но уменьшалась скорость фильтрования, следовательно, увеличилась продолжительность фильтрования. Наиболее эффек-

тивным соотношением компонентов загрузки является 3:1, позволяющее профильтровать больший объем воды, а оптимальную высоту загрузки рекомендуется принимать в диапазоне от 0,5 до 0,7 м.

Выводы

1 По отношению к исходной подземной воде при всех вариантах соотношения фильтровальной загрузки наблюдается снижение концентрации железа с 0,64 до 0,18 мг/дм³, марганца с 2,25 до 0,38 мг/дм³, жесткости с 22,6 до 18,2 °Ж и взвешенных веществ с 1,2 до 1,1 мг/дм³. Это обосновывает эффективность разработанной фильтровально-сорбционной загрузки.

2 В результате проведенных исследований высокая эффективность очистки наблюдалась при соотношении загрузки 3:1. Снижение концентрации железа достигало 72 %, марганца 86 %, жесткости 30 %, взвешенных веществ 10 %. Снижение жесткости произошло незначительно. Данный фильтр не рекомендуется применять при высокой жесткости исходной воды.

3 Опыты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что снижение в воде количества железа, марганца и взвешенных веществ зависит от высоты фильтровальной загрузки и скорости фильтрации. Таким образом, оптимальным вариантом является высота загрузки от 0,5 до 0,7 м со скоростью фильтрования от 3,7 до 2,4 м/ч при соотношении 3:1.

Список использованных источников

1 Васильев, С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев. – Ростов н/Д.: Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион, 2006. – 364 с.

2 Васильев, С. М. Ретроспективный анализ изменения почвенно-мелиоративных условий орошаемых почв юга Ростовской области / С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3(43). – С. 1–9.

3 Безднина, С. Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки / С. Я. Безднина; под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: РОМА, 1997. – 185 с.

4 Боровой, Е. П. Совершенствование технологий обезжелезивания и активации подземных вод для систем капельного орошения и водоснабжения сельских населенных пунктов / Е. П. Боровой, О. Н. Вольская // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – Т. 3. – С. 178–186.

5 Кондратюк, Е. В. Перспективная фильтровально-сорбционная технология очистки подземных вод с применением модифицированных базальтовых волокон и

терморасширенного графита / Е. В. Кондратюк, Л. Ф. Комарова, М. П. Чернов // Водочистка, водоподготовка, водоснабжение. – 2008. – № 12. – С. 14–21.

6 Srivastava, S. K. Assessment of groundwater quality for the suitability of irrigation and its impacts on crop yields in the Guna district, India / S. K. Srivastava // Agricultural Water Management. – 2019. – Vol. 216. – P. 224–241.

7 Водообеспечение сельскохозяйственной отрасли Крыма: текущая ситуация и перспективы / В. И. Ляшевский, А. П. Тищенко, Н. Е. Волкова, Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 4(64). – С. 120–125.

8 Николадзе, Г. И. Технология очистки природных вод: учеб. для вузов / Г. И. Николадзе. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.

9 Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод. Ч. 2. Методы оценки качества природных вод: учеб. пособие / Р. Ф. Зарубина, Ю. Т. Копылова, А. Т. Зарубин; Томский политехн. ун-т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 151 с.

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

11 ГОСТ Р 51641-2000. Материалы фильтрующие зернистые. Общие технические условия. – Введ. 2001-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

12 ГОСТ Р 56358-2015. Уголь активированный АГ-2. Технические условия. – Введ. 2016-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

References

1 Vasil'ev S.M., 2006. *Povyshenie ustoychivosti i effektivnosti ispol'zovaniya agrolandshaftov aridnoy zony v usloviyakh postoyannogo i tsiklicheskogo orosheniya* [Increasing the Sustainability and Efficiency of Using Agrolandscapes of Arid Zone under Conditions of Constant and Cyclic Irrigation]. Rostov-on-Don, Universities Bulletin. North Caucasus Region Publ., 364 p. (In Russian).

2 Vasil'ev S.M., Domashenko Yu.E., 2016. *Retrospektivnyy analiz izmeneniya pochvenno-meliorativnykh usloviy oroshaemykh pochv yuga Rostovskoy oblasti* [Retrospective analysis of changes in soil-reclamation conditions of irrigated soils in the south of Rostov region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. [Bulletin of the Lower Volga Agricultural University: Science and Higher Professional Education], no. 3(43), pp. 1-9. (In Russian).

3 Bezdina S.Ya., Shumakov B.B. 1997. *Kachestvo vody dlya orosheniya: printsipy i metody otsenki* [Water quality for irrigation: principles and assessment methods]. Moscow, ROMA Publ., 185 p. (In Russian).

4 Borovoy E.P., Volskaya O.N., 2015. *Sovershenstvovanie tekhnologii obezhelezhivaniya i aktivatsii podzemnykh vod dlya sistem kapel'nogo orosheniya i vodosnabzheniya sel'skikh naselennykh punktov* [Improving iron removal and groundwater activation technologies for drip irrigation and water supply systems in rural settlements]. *Strategicheskoe razvitie APK i sel'skikh territoriy RF v sovremennykh mezhdunarodnykh usloviyakh: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Strategic Development of Agro-Industrial Complex and Rural Territories of the Russian Federation under Modern International Conditions: Proc. International Scientific-Practical Conference]. Volgograd, Volgograd State Agrarian University Publ., vol. 3, pp. 178-186. (In Russian).

5 Kondratyuk E.V., Komarova L.F., Chernov M.P., 2008. *Perspektivnaya fil'troval'nosorbtsionnaya tekhnologiya ochistki podzemnykh vod s primeneniym modifitsirovannykh bazaltovykh volokon i termorasshirennogo grafita* [Perspective filtering and sorption technology for groundwater purification using modified basalt fibers and thermally expanded graph-

ite]. *Vodoochistka, vodopodgotovka, vodosnabzhenie* [Water Purification, Water Treatment, Water Supply], no. 12, pp. 14-21. (In Russian).

6 Srivastava S.K., 2019. Assessment of groundwater quality for the suitability of irrigation and its impacts on crop yields in Guna district, India. *Agricultural Water Management*, vol. 216, pp. 224-241.

7 Lyashevsky V.I., Tishchenko A.P., Volkova N.E., Ivanyutin N.M., 2016. *Vo-doobespechenie sel'skokhozyaystvennoy otrasli Kryma: tekushchaya situatsiya i perspektivy* [Water supply to the agricultural sector of Crimea: current situation and prospects]. *Puti pov-ysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(64), pp. 120-125. (In Russian).

8 Nikoladze G.I., 1987. *Tekhnologiya ochistki prirodnikh vod: uchebnik dlya vuzov* [Technology of Natural Water Treatment: Textbook for Universities]. Moscow, Higher School Publ., 479 p. (In Russian).

9 Zarubina R.F., Kopylova Yu.T., Zarubin A.T., 2011. *Analiz i uluchshenie kachestva prirodnikh vod. Ch. 2. Metody otsenki kachestva prirodnikh vod: uchebnoe posobie* [Analysis and Improvement in Natural Waters Quality. Part 2. Methods for Assessing the Quality of Natural Waters: Study Guide]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ., 151 p. (In Russian).

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

11 *GOST R 51641-2000. Materialy fil'truyushchie zernistyie. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Granular Filtering Materials. General Technical Conditions]. "Tekhnexpert: 6th generation" Intranet, Codex South Publ., 2019. (In Russian).

12 *GOST R 56358-2015. Ugol' aktivirovannyi AG-2. Tekhnicheskie usloviya* [Activated Carbon AG-2. Technical Conditions]. "Tekhnexpert: 6th generation" Intranet, Codex South Publ., 2019. (In Russian).

Арискина Юлия Юрьевна

Должность: младший научный сотрудник

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

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

E-mail: yuliya.glushenko_61@mail.ru

Ariskina Yuliya Yuryevna

Position: Junior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

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

E-mail: yuliya.glushenko_61@mail.ru

Митяева Лилия Андреевна

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: научный сотрудник

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

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

E-mail: L1112M2014@yandex.ru

Mityaeva Liliya Andreevna

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems
Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421
E-mail: L1112M2014@yandex.ru

Домашенко Юлия Евгеньевна

Ученая степень: доктор технических наук
Должность: заместитель директора по науке и внешним связям
Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421
E-mail: rosniiipm@yandex.ru

Domashenko Yuliya Yevgenyevna

Degree: Doctor of Technical Sciences
Position: Deputy Director for Science and International Links
Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems
Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421
E-mail: rosniiipm@yandex.ru

Васильев Сергей Михайлович

Ученая степень: доктор технических наук
Ученое звание: профессор
Должность: врио директора
Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»
Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421
E-mail: rosniiipm@yandex.ru

Vasilyev Sergey Mikhaylovich

Degree: Doctor of Technical Sciences
Title: Professor
Position: Acting Director
Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems
Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421
E-mail: rosniiipm@yandex.ru