

УДК 631.67.03

DOI: 10.31774/2658-7890-2020-1-1-13

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

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Цель: определить эффективность способа подготовки подземных вод через фильтровальную загрузку с использованием разных компонентов и их соотношений. **Материалы и методы.** Объектом исследований является изучение химического состава подземных вод для дальнейшего использования их в оросительной мелиорации. Исследуемые подземные воды относятся к III классу качества воды (слабоминерализованные воды) с общей минерализацией 2,972 г/дм³, что представляет повышенную опасность для выращиваемых сельскохозяйственных культур. **Результаты и обсуждения.** Учитывая химический состав исследуемых подземных вод и величину общей минерализации, можно сказать, что исследуемые подземные воды по степени хлоридного засоления (23,56 мг-экв./дм³) относятся к IV классу качества (непригодные для орошения). По вероятности натриевого и магниевое осолонцевания (0,97 и 1,80 мг-экв./дм³ соответственно) относятся к III классу качества (умеренно опасные). Для исключения развития негативных процессов в почве исходная вода подвергалась предварительной подготовке. Снижение концентрации хлоридов происходит от 2,58 до 10 %, ионов натрия – от 3,0 до 11,0 % и ионов магния – от 2,11 до 20,0 %, увеличение концентрации ионов кальция – от 11,5 до 41 %. **Выводы.** В профильтрованной воде при разном составе компонентов и соотношениях фильтровально-сорбционной загрузки наблюдается снижение по отношению к исходной воде концентрации хлоридов с 836,62 до 754,35 мг/дм³, ионов натрия с 353,0 до 314,0 мг/дм³ и ионов магния с 98,5 до 78,96 мг/дм³, а также увеличение концентрации ионов кальция с 300,01 до 423,32 мг/дм³. Наиболее эффективными компонентами загрузки являются глауконитовый песок и активированный уголь в соотношении 1:1. При данной фильтровальной загрузке наблюдается снижение концентрации хлоридов, ионов натрия и магния на 10, 11 и 9 % соответственно и увеличение количества кальция на 41 %.

Ключевые слова: подземные воды; минерализация; фильтровально-сорбционная загрузка; кварцевый песок; глауконитовый песок; активированный уголь; качество оросительной воды.

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

SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF GROUNDWATER TREATMENT METHOD FOR IRRIGATION RECLAMATION

Purpose: is to determine the efficiency of the groundwater treatment method through filter loading using different components and their ratios. **Materials and methods:** the object of the research is the study of groundwater chemical composition for their further use in irrigation reclamation. The groundwater under study belongs to the III degree of quality (slightly



mineralized water) with a total salinity of 2.972 g per dm³, which is an increased hazard for cultivated crops. **Results and discussions.** Taking into account the chemical composition of the studied groundwater and the amount of total salinity, it can be said that the tested groundwater in terms of chloride salinity (23.56 mEq per dm³) belongs to the IV degree of quality (unsuitable for irrigation). By the likelihood of sodium and magnesium alkalization, (0.97 and 1.80 mEq. per dm³, respectively), they belong to the III degree of quality (moderately hazardous). To exclude the development of negative processes in soil the source water was subjected to preliminary treatment. A decrease in the concentration of chlorides is from 2.58 to 10 %, sodium ions from 3.0 to 11.0 % and magnesium ions from 2.11 to 20.0 %, an increase in the concentration of calcium ions from 11.5 to 41 %. **Conclusions.** In filtered water with a different composition of the components and the ratios of the filter-sorption charge, a decrease in the concentration of chlorides is from 836.62 to 754.35 mg per dm³, sodium ions from 353.0 to 314.0 mg per dm³ and magnesium ions from 98.5 to 78.96 mg/dm³, as well as an increase in the concentration of calcium ions from 300.01 to 423.32 mg/dm³. The most effective loading components are glauconite sand and absorbent carbon in a 1:1 ratio. With this filter loading, there is a decrease in the concentration of chlorides, sodium and magnesium ions by 10, 11 and 9 %, respectively, and an increase in the amount of calcium by 41 %.

Key words: groundwater; mineralization; filter and sorption loading; quartz sand; glauconite sand; absorbent carbon; irrigation water quality.

Введение. Интенсификация сельскохозяйственного производства на современном этапе развития приводит к увеличению потребности в водных ресурсах. Чаще всего воду для оросительных мелиораций используют из поверхностных водоисточников (рек, озер, водохранилищ, прудов), что в маловодные периоды превышает объем доступных водных ресурсов в водоисточниках. Ввиду отсутствия достаточного количества поверхностных водных ресурсов, необходимого для орошения сельскохозяйственных культур, в качестве водоисточника возможно использование подземных вод. Использование воды подземных источников ограничивается их разнообразным физико-химическим составом, минерализацией [1–3].

Важным критерием пригодности поливной воды является ее химический состав. При использовании подземных вод для орошения сельскохозяйственных культур необходимо, чтобы качество оросительной воды соответствовало агрономическим показателям нормального функционирования агроэкосистемы. Химический состав используемых вод не должен оказывать негативного воздействия на произрастание и развитие растений или приводить к деградации почв, обусловленной осолонцеванием или засолением [4–6].

Для предотвращения отрицательно влияющих на структуру почвы процессов при поливе минерализованными водами необходимо производить подготовку оросительной воды до соответствующего качества. С учетом физико-химического состава подземных вод применяют различные методы их очистки. Одним из таких методов является безреагентный метод очистки, основанный на пропуске воды через напорную фильтровальную установку, включающую в себя сорбционно-фильтровальный элемент.

Использование подземных вод для оросительных мелиораций позволяет увеличить объем производства за счет повышения водообеспеченности сельскохозяйственной отрасли.

Материалы и методы. Объектом исследований является изучение химического состава подземных вод для дальнейшего использования их в оросительной мелиорации. Исследуемые подземные воды Ростовской области приурочены к неоген-четвертичным, мезозойским и плиоценовым отложениям Азово-Кубанского артезианского бассейна [7]. Опытные образцы взяты из скважины глубиной 15–20 м.

Лабораторные анализы опытного образца проведены в эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ» (таблица 1).

Таблица 1 – Химические показатели исходной подземной воды

В мг/дм³

Определяемый показатель воды	До очистки (контроль)
Железо общее	0,94
Марганец	2,25
Хлориды	836,62
Сульфат-ионы	427,35
Кальций	300,01
Магний	98,50
Гидрокарбонаты	366,12
Натрий	353,00
Взвешенные вещества	1,20

Исследуемые подземные воды относятся к хлоридному классу натриевой группы и являются слабоминерализованными (III класс качества воды) с общей минерализацией 2,972 г/дм³, что представляет повышенную

опасность для растений [8]. Для определения порога токсичности воды с учетом солеустойчивости сельскохозяйственных культур применяют нижеприведенную классификацию (таблица 2) [9, 10].

Таблица 2 – Оценка качества оросительной воды по опасности развития негативных процессов

В мг-экв./дм³

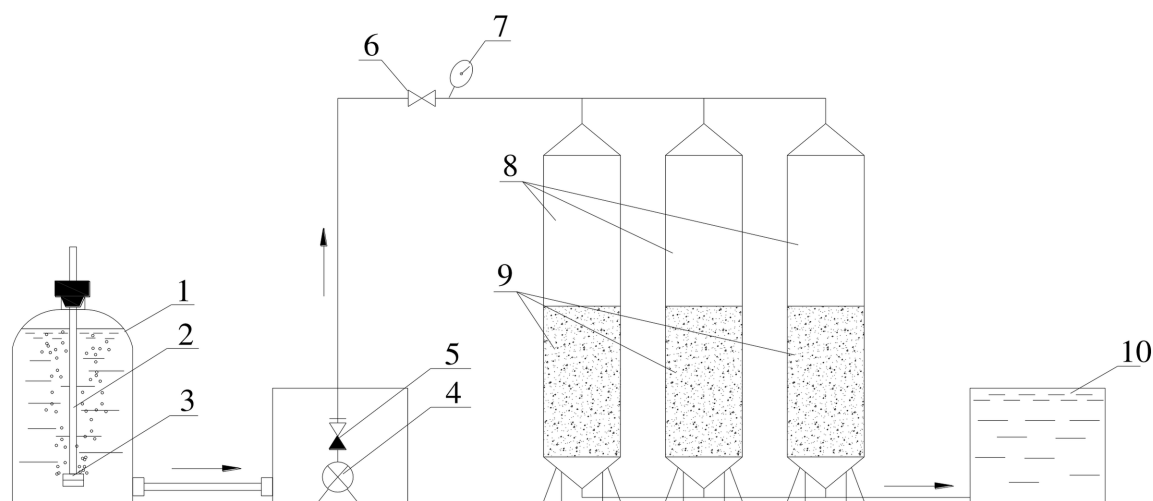
Группа воды	Группа воды по степени опасности развития процесса		
	хлоридного засоления	натриевого осолонцевания	магниевого осолонцевания
	Cl ⁻	Ca ²⁺ /Na ⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺
I	< 2,0	> 2,0	> 1,0
II	2,0–4,0	2,0–1,0	1,0–0,7
III	4,0–10,0	1,0–0,5	0,7–0,4
IV	> 10,0	< 0,5	< 0,4

Химический анализ данных вод показал, что в ионном составе среди анионов преобладают ионы хлора, гидрокарбонатов и сульфатов. Среди катионов основная часть приходится на ионы натрия, кальция и магния. В зависимости от преобладающих показателей определяется способ водоподготовки, при котором технологический процесс направлен на изменение качества воды за счет снижения завышенных показателей. К такому способу можно отнести фильтрование с фильтровально-сорбционной загрузкой, компонентами которой являются кварцевый песок (глауконитовый песок) и активированный уголь в различных объемных соотношениях. При данном способе фильтрования происходит снижение концентрации показателей до 50 %.

Фильтровальная загрузка – основной рабочий элемент фильтра. Выбор компонентов загрузки влияет на нормальную работу фильтра. Основными факторами при выборе компонентов загрузки являются их фракционный состав, степень однородности зерен, сорбционная способность, химическая стойкость по отношению к фильтруемой воде.

Экспериментальные исследования направлены на получение оптимального качества воды, пригодной для орошения. Опыт проводился

на фильтровальных устройствах цилиндрической формы с внутренним диаметром 0,1 м и высотой 1,2 м. Фильтровальные установки заполнены фильтровально-сорбционной загрузкой. В основе фильтрационного материала использовались кварцевый песок с размером фракций 0,8–2,0 мм, глауконитовый песок с размером фракций 0,4–0,8 мм и активированный уголь 1,5–2,8 мм в различных соотношениях. Использование данных компонентов обусловлено высокой сорбционной способностью, доступностью, а также относительно невысокой стоимостью. Схема лабораторной экспериментальной установки представлена на рисунке 1 [11].



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 1 – Схема экспериментальной лабораторной
фильтровальной установки**

Глауконитовый песок является наиболее распространенным минералом (имеется месторождение в Ростовской области). Его однородная зернистая структура облегчает его использование в качестве сорбента. Глауконитовый песок показывает высокую эффективность при очистке воды. Сорбционная способность достигает $3,47 \text{ ммоль/дм}^3$ (рисунок 2) [12].

При проведении исследований использовались различные комбинации смеси кварцевого и глауконитового песка, активированного угля (рисунок 3).



Рисунок 2 – Месторождение глауконитового песка в Ростовской области (автор фото Л. А. Митяева)



Рисунок 3 – Фильтровально-сорбционная загрузка в экспериментальных исследованиях (автор фото Л. А. Митяева)

Результаты и обсуждения. Учитывая химический состав исследуемых подземных вод и величину общей минерализации, можно сказать, что использование данных вод для орошения может привести к возможности развития хлоридного засоления, натриевого и магниевого осолонцевания. Оценка качества исходной подземной воды приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка качества исходной подземной воды

В мг-экв./дм³

Класс воды по степени опасности развития процесса в почве		
хлоридного засоления	натриевого осолонцевания	магниевого осолонцевания
Cl ⁻	Ca ²⁺ /Na ⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺
23,56 / IV	0,97 / III	1,80 / III

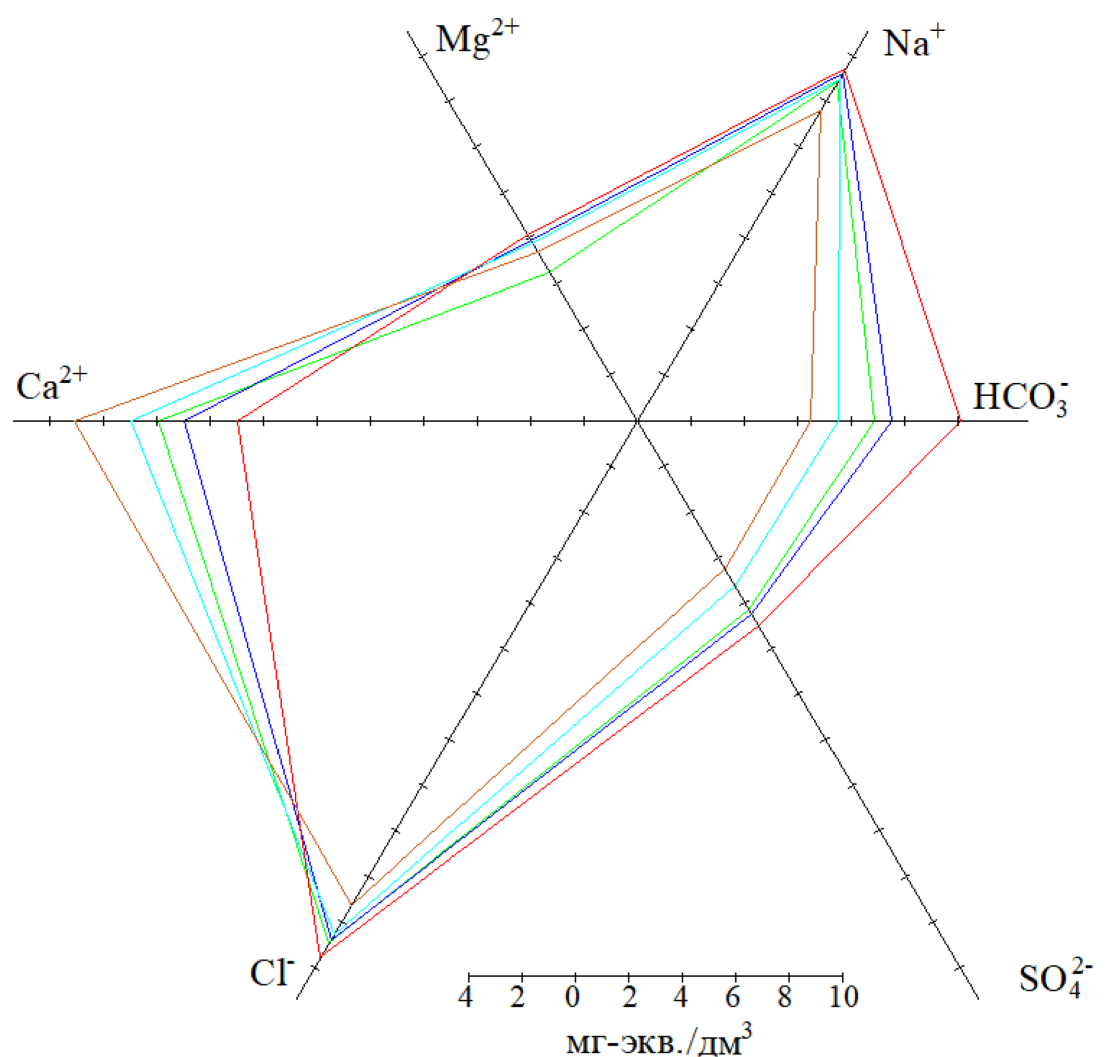
По приведенным в таблице показателям можно сделать вывод, что исследуемые подземные воды по степени хлоридного засоления (23,56 мг-экв./дм³) относятся к IV классу качества (непригодные для оро-

шения). По вероятности натриевого и магниевое осолонцевания (соответственно 0,97 и 1,80 мг-экв./дм³) относятся к III классу качества (умеренно опасные).

Для исключения развития негативных процессов в почве исходная вода подвергалась предварительной подготовке. Подземную воду подавали на напорную фильтровальную установку с фильтровально-сорбционной загрузкой высотой 0,7 м на основе кварцевого песка и активированного угля, глауконитового песка и активированного угля в различных объемных соотношениях. Подача воды на напорный фильтр осуществлялась при атмосферном давлении 0,1 МПа. В зависимости от компонентов фильтровальной загрузки и их соотношения скорость фильтрования изменялась от 3,75 до 55 м/ч при высоте загрузки 0,7 м. Производительность фильтра составляет от 0,029 до 0,432 м³/ч.

Для определения эффективности процесса очистки подземной воды и выявления оптимальных параметров фильтровальной загрузки была проведена серия экспериментов. Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены на рисунке 1, позволяют оценить изменение химического состава подземных вод после очистки через фильтровально-сорбционную загрузку (рисунок 4).

Из данных вышеприведенного рисунка можно сделать вывод, что при всех вариантах загрузки наблюдается положительное изменение концентрации химических веществ в подземной воде. Снижение концентрации элементов в подземной воде происходит за счет химической и физической адсорбции, что способствует изменению концентрации хлоридов от 2,58 до 10 %, ионов натрия – от 3,0 до 11,0 % и ионов магния – от 2,11 до 20,0 %, а также увеличению концентрации ионов кальция от 11,5 до 41 %. Вода, прошедшая через фильтровально-сорбционную загрузку, оценивается по нижеприведенным критериям пригодности ее для орошения (таблица 4).



— Контроль; — I; — II; — III; — IV

I – глауконитовый песок и активированный уголь (1:1); *II* – кварцевый песок и активированный уголь (1:1); *III* – глауконитовый песок и активированный уголь (1:3); *IV* – кварцевый песок и активированный уголь (1:3)

Рисунок 4 – Изменение химического состава воды в радиальных координатах при различном составе и соотношениях фильтровальной загрузки

Таблица 4 – Оценка качества оросительной воды после фильтрации
В мг-экв./дм³

Состав и соотношение фильтровальной загрузки	Класс воды по степени опасности развития процесса в почве		
	хлоридного засоления	натриевого осолонцевания	магниевого осолонцевания
	Cl ⁻	Ca ²⁺ /Na ⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺
I	21,25 / IV	1,55 / II	2,84 / I
II	22,90 / IV	1,20 / II	2,77 / I
III	22,48 / IV	1,30 / II	2,42 / I
IV	22,82 / IV	1,09 / II	2,10 / I

Из приведенных в таблице 4 данных следует, что подготовленная вода в отношении натриевого осолонцевания относится к II классу качества (1,09–1,55 мг-экв./дм³), а значит, не оказывает неблагоприятного воздействия на агроэкосистему. По процессам магниевое осолонцевания (2,1–2,84 мг-экв./дм³) оценивается как неопасная (I класс качества). Применение данной воды не требует ограничений в отношении орошения сельскохозяйственных культур. По степени опасности хлоридного засоления данная вода относится к IV классу качества и является непригодной для орошения.

Увеличение количества ионов кальция в подземных водах при оросительных мелиорациях будет способствовать интенсивным биохимическим и почвенно-микробиологическим процессам, а также усиленному накоплению гумуса и снижению его подвижности. Высокое содержание ионов натрия и магния в оросительной воде, напротив, будет способствовать распаду специфических гумусовых веществ, увеличит количество обменного натрия и магния в почвенно-поглощающем комплексе, что повлечет за собой изменение биологической активности почв, их водно-физических, физико-химических и фильтрационных свойств.

Выводы

1 Как показывают проведенные исследования, в профильтрованной воде по отношению к исходной при разном составе компонентов и соотношениях фильтровально-сорбционной загрузки наблюдается снижение концентрации хлоридов с 836,62 до 754,35 мг/дм³, ионов натрия с 353,0 до 314,0 мг/дм³ и магния с 98,5 до 78,96 мг/дм³, а также увеличение концентрации ионов кальция с 300,01 до 423,32 мг/дм³. Повышение концентрации ионов кальция и уменьшение количества ионов магния и натрия при отношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^{+}$ способствует нейтрализации осолонцевания почв. Это является обоснованием эффективности данной загрузки.

2 В результате проведенных исследований наиболее эффективными

компонентами загрузки являются глауконитовый песок и активированный уголь в соотношении 1:1. При данной фильтровальной загрузке наблюдается снижение концентрации хлоридов, ионов натрия и магния на 10, 11 и 9 % соответственно и увеличение количества кальция на 41 % по отношению к другим вариантам загрузки. При указанном соотношении снижается риск натриевого (от 1,09 до 1,55 мг-экв./дм³) и магниевое осолонцевания (от 2,10 до 2,84 мг-экв./дм³), уменьшается концентрация хлоридов до 21,25 мг-экв./дм³.

3 При использовании данного вида фильтровальной загрузки снижается риск развития негативных процессов в почве при оросительных мелиорациях. Порог токсичности по отношению к натриевому и магниевому осолонцеванию уменьшается, что приводит к повышению класса качества оросительной воды.

4 Предложенную фильтровально-сорбционную загрузку рекомендуется использовать для воды с концентрацией хлоридов, соответствующей III классу качества оросительной воды и ниже (менее 10 мг-экв./дм³).

Список использованных источников

1 Моделирование использования энергетического потенциала водных ресурсов деривационной оросительной системы / С. М. Васильев, В. Л. Бондаренко, Г. Л. Лобанов, Д. В. Бакланова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 2(30). – С. 112–130. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec549-field6.pdf.

2 Васильев, В. В. Применение метода динамического программирования для решения задачи управления процессом забора оросительной воды / В. В. Васильев, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 4(12). – С. 43–45. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec209-field6.pdf.

3 Редина, А. В. Моделирование качества подземных вод на орошаемых массивах в условиях чрезвычайной экологической ситуации / А. В. Редина, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 31 янв. – 3 февр. 2017 г. / ВолГАУ. – Волгоград, 2017. – Т. 3. – С. 393–397.

4 Белоусова, А. П. Качество подземных вод. Современные подходы к оценке / А. П. Белоусова. – М.: Наука, 2001. – 339 с.

5 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. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.005>.

6 Agricultural water-saving and sustainable groundwater management in Shijiazhuang Irrigation District, North China Plain / Y. Hu, J. P. Moiwo, Y. Yang, S. Han, Y. Yang // Journal of Hydrology. – 2010. – № 393. – P. 219–232. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.08.017>.

7 Соколовский, Л. Г. Изотопный состав подземных вод Азово-Кубанского и Восточно-Предкавказского артезианских бассейнов / Л. Г. Соколовский, В. А. Поляков, Н. С. Маркиданова // Качество и охрана вод, экологические аспекты. Водные ресурсы. – 2012. – Т. 39, № 3. – С. 323–331.

8 Заносова, В. И. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения / В. И. Заносова, Т. Я. Молчанова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6(152). – С. 49–54.

9 Заносова, В. И. Оценка качества оросительных вод Южно-Приалейской степи Алтайского края / В. И. Заносова, С. В. Макарычев, С. А. Павлов // Мелиорация и рекультивация, экология. – 2010. – № 1. – С. 28–33.

10 Докучаева, Л. М. Состояние черноземов южных, орошаемых слабоминерализованной водой / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2018. – № 4(72). – С. 102–106.

11 Обоснование эффективности фильтровально-сорбционной загрузки при очистке подземных вод / Ю. Ю. Арискина, Л. А. Митяева, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2019. – № 4(36). – С. 31–42. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec633-field6.pdf. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-31-42.

12 Эколого-агрохимические аспекты использования глауконитовых песков в земледелии Калининградской области / В. И. Панасин, Е. С. Роньжина, Т. А. Шогенов, Д. А. Рымаренко // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 148–156.

References

1 Vasiliev S.M., Bondarenko V.L., Lobanov G.L., Baklanova D.V., 2018. [Modeling of power potential use of water resources of the diversion irrigation system]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(30), pp. 112-130, available: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec549-field6.pdf. (In Russian).

2 Vasiliev V.V., Domashenko Yu.E., Vasiliev S.M., 2013. [Dynamic programming application for management of the process of irrigation withdrawal]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(12), pp. 43-45, available: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec209-field6.pdf. (In Russian).

3 Redina A.V., Domashenko Yu.E., Vasiliev S.M., 2017. *Modelirovanie kachestva podzemnykh vod na oroshaemykh massivakh v usloviyakh chrezvychaynoy ekologicheskoy situatsii* [Modeling of groundwater quality on irrigated massifs in an environmental emergency]. *Ekologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecological and Land Reclamation Aspects of Rational Nature Management: Proc. Scientific-Practical Conference]. VolSAU, Volgograd, vol. 3, pp. 393-397. (In Russian).

4 Belousova A.P., 2001. *Kachestvo podzemnykh vod. Sovremennye podkhody k otsenke* [Groundwater Quality. Modern Approaches to Assessment]. Moscow, Nauka Publ., 339 p. (In Russian).

5 Srivastava S.K., 2019. Assessment of groundwater quality for the suitability of irrigation and its impacts on crop yields in the Guna district, India. *Agricultural Water Management*, vol. 216, pp. 224-241, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.005>.

6 Hu Y., Moiwu J.P., Yang Y., Han S., Yang Y., 2010. Agricultural water-saving and sustainable groundwater management in Shijiazhuang Irrigation District, North China Plain. *Journal of Hydrology*, no. 393, pp. 219-232, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.08.017>.

7 Sokolovsky L.G., Polyakov V.A., Markidanova N.S., 2012. *Izotopnyy sostav podzemnykh vod Azovo-Kubanskogo i Vostochno-Predkavkazskogo artezianskikh basseynov* [Isotopic composition of groundwater in the Azov-Kuban and Eastern Ciscaucasia artesian basins]. *Kachestvo i okhrana vod, ekologicheskie aspekty. Vodnye resursy* [Water Quality and

Water Protection, Environmental Aspects. Water Resources], vol. 39, no. 3, pp. 323-331. (In Russian).

8 Zanosova V.I., Molchanova T.Ya., 2017. *Otsenka kachestva podzemnykh vod i stepeni ikh prigodnosti dlya orosheniya* [Assessment of groundwater quality and their suitability for irrigation]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Altai State Agrarian University], no. 6(152), pp. 49-54. (In Russian).

9 Zanosova V.I., Makarychev S.V., Pavlov S.A., 2010. *Otsenka kachestva orositel'nykh vod Yuzhno-Prileyskoy stepi Altayskogo kraya* [Assessment of the quality of irrigation water in the South Prileyskaya steppe of Altai territory]. *Melioratsiya i rekul'tivatsiya, ekologiya* [Reclamation and Recultivation, Ecology], no. 1, pp. 28-33. (In Russian).

10 Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2018. *Sostoyanie chernozemov yuzhnykh, oroshaemykh slabomineralizovannoy vodoy* [The state of southern chernozems irrigated with low mineralized water]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(72), pp. 102-106. (In Russian).

11 Ariskina Yu.Yu., Mityaeva L.A., Domashenko Yu.E., Vasiliev S.M., 2019. [Substantiation of filter-sorption loading efficiency during groundwater purification]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(36), pp. 31-42, available: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec633-field6.pdf, DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-31-42. (In Russian).

12 Panasin V.I., Ronzhina E.S., Shogenov T.A., Rymarenko D.A., 2017. *Ekologo-agrokhimicheskie aspekty ispol'zovaniya glaukonitovykh peskov v zemledelii Kaliningradskoy oblasti* [Ecological and agrochemical aspects of using glauconite sand in agriculture in Kaliningrad region]. *Izvestiya KGTU* [News KSTU], no. 47, pp. 148-156. (In Russian).

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: rosniipm@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: rosniipm@yandex.ru

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

Домашенко Юлия Евгеньевна

Ученая степень: доктор технических наук
Должность: заместитель директора по науке
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 of Science
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

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

Mityayeva Liliya Andreyevna

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