

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

Обзорная статья
УДК 614.777

Расчет зон санитарной охраны водозабора в городе Краснодаре

Софья Сергеевна Радченко¹, Наталья Николаевна Мамась²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар,
Российская Федерация

¹djandier777@mail.ru

²natamamas@mail.ru

Аннотация. Цель: выполнить расчет 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны новой скважины на примере водозабора в г. Краснодаре. **Обсуждение.** Выделены зоны влияния водозаборов «Елизаветинский» и «Ново-Западный» на окружающую среду. Предусмотрена схема реконструкции (модернизации) водозабора «Елизаветинский», являющегося источником водоснабжения г. Краснодара и состоящего из нескольких скважин в микрорайоне «Елизаветинская слобода». Отмечены подходы к вопросам усиления и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения, указаны сведения о реконструкции основных элементов водонесущих систем. Установлено, что на водозаборе «Елизаветинский» для обеспечения водопотребления в районе Западного обхода необходимо выполнить бурение новой артезианской скважины глубиной 215 м с дебитом 54 куб. м/ч. Определены размеры 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны для планируемого источника водоснабжения (новой скважины) объемным и аналитическим методами. Объемным методом рассчитаны радиусы 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны, составившие 334 и 1670 м соответственно. Аналитическим методом установлена длина 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны – 670,3 и 3653,01 м, ширина – 665,2 и 3055 м соответственно. **Выводы.** Для обеспечения безопасной эксплуатации существующего водозаборного сооружения «Елизаветинский», обеспечивающего питьевой водой г. Краснодар, требуется его модернизация, что нашло отражение в решении органов местного самоуправления г. Краснодара. Разработан план двухэтапной реконструкции водозабора «Елизаветинский», который позволит обеспечить водоподачу новым абонентам в районе Западного обхода до 22000 куб. м/сут. Выполнение второго этапа реконструкции (модернизации) водозабора «Елизаветинский» позволит увеличить подачу воды до 44400 куб. м/сут.

Ключевые слова: Елизаветинский водозабор, зона санитарной охраны, размер поясов зоны санитарной охраны, водоносный горизонт, скважина

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, 31 мая 2024 г.).

Для цитирования: Радченко С. С., Мамась Н. Н. Расчет зон санитарной охраны водозабора в городе Краснодаре // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 190–204.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION

Review article

Calculation of sanitary protection zones of water intake in Krasnodar

Sofya S. Radchenko¹, Natalia N. Mamas²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

¹djandier777@mail.ru

²natamamas@mail.ru

Abstract. Purpose: to calculate the 2nd and 3rd belts of the sanitary protection zone of a newly drilled well using the example of a water intake in Krasnodar. **Discussion.** The zones of influence of the Elizavetinsky and Novo-Zapadny water intakes on the environment are identified. A reconstruction (modernization) scheme is provided for the Elizavetinsky water intake, which is a source of water supply for the city of Krasnodar and consists of several wells in the Elizavetinskaya Sloboda microdistrict. Approaches to the issues of strengthening and reconstructing water supply and sanitation systems are noted, information on the reconstruction of the main elements of water-supplying systems is provided. It has been determined that in order to ensure water consumption in the Western Bypass area at the Elizavetinsky water intake, it is necessary to drill a new artesian well 215 m deep with a flow rate of 54 cub. m/h. The sizes of the 2nd and 3rd belts of the sanitary protection zone for the planned water supply source (a newly drilled well) have been determined using the volumetric and analytical methods. The volumetric method was used to calculate the radii of the 2nd and 3rd belts of the sanitary protection zone, which amounted to 334 and 1670 m, respectively. Using the analytical method, the length of the 2nd and 3rd belts of the sanitary protection zone was determined as 670.3 and 3653.01 m, the width – 665.2 and 3055 m, respectively. **Conclusions.** In order to ensure safe operation of the existing Elizavetinsky water intake, which supplies drinking water to Krasnodar, it needs to be modernized, which was reflected in the decision of the local government of Krasnodar. A two-stage reconstruction plan for the Elizavetinsky water intake which will provide water supply to new customers in the Western Bypass area up to 22,000 cub. m/day has been developed. The implementation of the second stage of reconstruction (modernization) of the Elizavetinsky water intake will increase the water supply to 44,400 cub. m/day.

Keywords: the Elizavetinsky water intake, sanitary protection zone, size of sanitary protection belts, aquifer, well

Evaluation of research results: the main provisions of the article were presented at the All-Russian scientific and practical conference of young scientists and specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation” (Novocherkassk, May 31, 2024).

For citation: Radchenko S. S., Mamas N. N. Calculation of sanitary protection zones of water intake in Krasnodar. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;93(2):190–204. (In Russ.).

Введение. Елизаветинский водозабор является важным объектом инфраструктуры г. Краснодара, расположенного в Южном федеральном округе России. Он занимает территорию в северо-западной части города, находится недалеко от р. Кубани и микрорайона ст. Елизаветинская (рисунок 1).

Водозабор расположен в непосредственной близости от крупной транспортной артерии – Западного обхода, что обеспечивает удобный доступ к объекту для проведения технического обслуживания и ремонтных работ [1, 2].



Рисунок 1 – Месторасположение водозабора «Елизаветинский»
Figure 1 – The Elizavetinsky water intake location

Елизаветинский водозабор занимается добычей воды для нужд г. Краснодара. Он состоит из нескольких скважин, которые расположены в микрорайоне «Елизаветинская слобода». Вода из скважин проходит через систему очистки, где она подвергается фильтрованию, удалению вредных примесей и обеззараживанию. Затем очищенная вода поступает в водопроводную сеть города.

Производительность водозабора составляет 44400 м³/сут. На водозаборе расположены 50 артезианских скважин, из них 21 эксплуатирует «Апшеронский водоносный комплекс» (он является лучшим по качеству воды) и 29 эксплуатирует «Четвертичный водоносный комплекс» (здесь преобладает повышенное содержание железа и марганца). Водопроводная насосная станция (ВНС) 2-го подъема и резервуар чистой воды (РЧВ) на 3000 м³ законсервированы и не эксплуатируются [1, 2].

На сегодняшний день режим работы водозабора предусматривает подачу исходной, неподготовленной воды в обход РЧВ и ВНС по двум водоводам на водозабор «Ново-Западный» в количестве 30000 м³/сут.

В настоящий момент в рамках инвестиционной программы ООО «Краснодар Водоканал» по строительству, реконструкции и модернизации объектов централизованной системы холодного водоснабжения и водоотведения муниципального образования г. Краснодара на 2014–2025 гг., утвержденной решением городской Думы Краснодара от 17.12.2013 № 56, п. 15, разрабатывается и выполняется ряд мероприятий по реконструкции данного водозабора, состоящий из двух этапов.

Первый этап подразумевает запуск в работу РЧВ и ВНС 2-го подъема и подачу воды по одному из двух водоводов для обеспечения водоснабжения новых абонентов. Данный этап включает в себя:

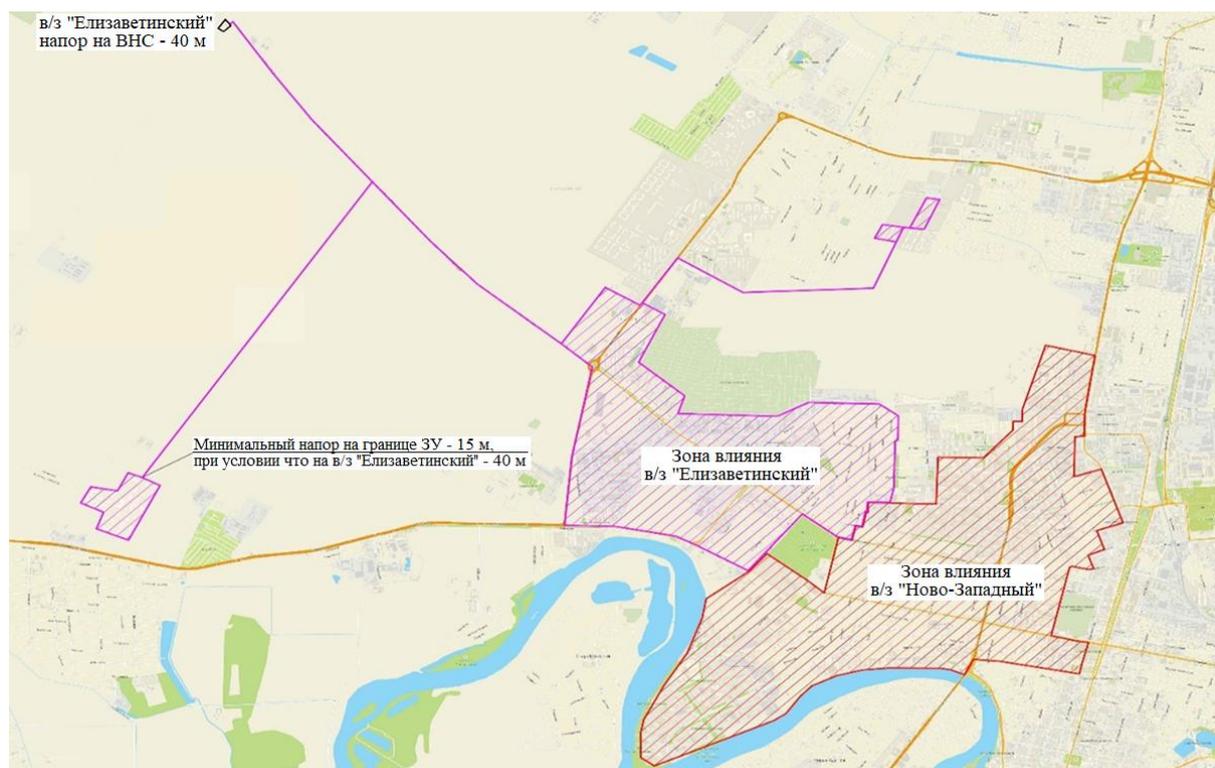
- модернизацию ВНС 2-го подъема (замену насосных агрегатов, запорно-регулирующей арматуры, инженерных коммуникаций, монтаж оборудования АСУТПиМ, а также КИПиА) с увеличением производительности до 22000 м³/сут;

- строительство электролизной установки для получения гипохлорита натрия производительностью 300 кг/сут по активному хлору для обеспечения требований СанПиН¹;

- модернизацию РЧВ объемом 3000 м³ в части реконструкции системы вентиляции и установки современного оборудования КИПиА.

После выполнения мероприятий первого этапа водозабор «Елизаветинский» в штатном режиме сможет обеспечить потребность до 22000 м³/сут новых абонентов в районе Западного обхода (рисунок 2).

¹Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]: Постановление Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 3. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».



**Рисунок 2 – Зоны влияния водозаборов
«Елизаветинский» и «Ново-Западный»
Figure 2 – Influence zones of the Elizavetinsky
and Novo-Zapadny water intakes**

Второй этап подразумевает строительство новых сооружений и реконструкцию существующих для обеспечения перспективной застройки в районе Западного обхода, а именно:

- расширение границ земельного участка головных сооружений водозабора «Елизаветинский» для строительства двух РЧВ и станции обезжелезивания;
- строительство двух РЧВ по 10000 м^3 с устройством инженерных коммуникаций и оборудованием КИПиА;
- строительство станции обезжелезивания производительностью $30000 \text{ м}^3/\text{сут}$ с устройством инженерных коммуникаций;
- строительство двух водоводов от артезианских скважин до головных сооружений водозабора «Елизаветинский» для разделения «Четвертичного» и «Апшеронского» эксплуатируемого комплекса.

Выполнение второго этапа реконструкции (модернизации) водозабора «Елизаветинский» позволит обеспечить подачу воды (44400 м³/сут), соответствующей СанПиН, в районе перспективной застройки Западного обхода и в ст. Елизаветинской.

Таким образом, в связи со стремительным расширением жилой застройки г. Краснодара, необходимо увеличение объемов подачи качественной питьевой воды новым абонентам, что потребует бурения новых скважин.

Цель работы – выполнить расчет 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны (ЗСО) новой скважины на примере водозабора в г. Краснодаре.

Обсуждение. Станица Елизаветинская располагается на Предкубанской равнине с высотой рельефа 23–38 м над уровнем моря. Наличие небольших перепадов и возвышенностей обуславливается расположением станицы в непосредственной близости от р. Кубани. Преобладает уклон рельефа в северо-западном и западном направлениях (рисунок 3).

Водозабор «Елизаветинский» – это комплекс сооружений, предназначенный для забора воды из водных источников (в данном случае из артезианских скважин, каждая из которых также имеет свою зону санитарной защиты) и ее подачи в водопроводную сеть г. Краснодара (рисунок 4). Он был построен в 1977 г. и является одним из основных источников водоснабжения города [3–5].

На водозаборе из подземного источника выделяют три пояса ЗСО источника питьевого водоснабжения. Их размеры составляют: не менее 30 м от скважины до границы 1-го пояса, 600 м – для 2-го пояса и 3000 м для 3-го пояса ЗСО (рисунок 5). На территории ЗСО запрещено строительство жилых зданий, детских и лечебных учреждений, а также размещение кладбищ и скотомогильников [6–8].

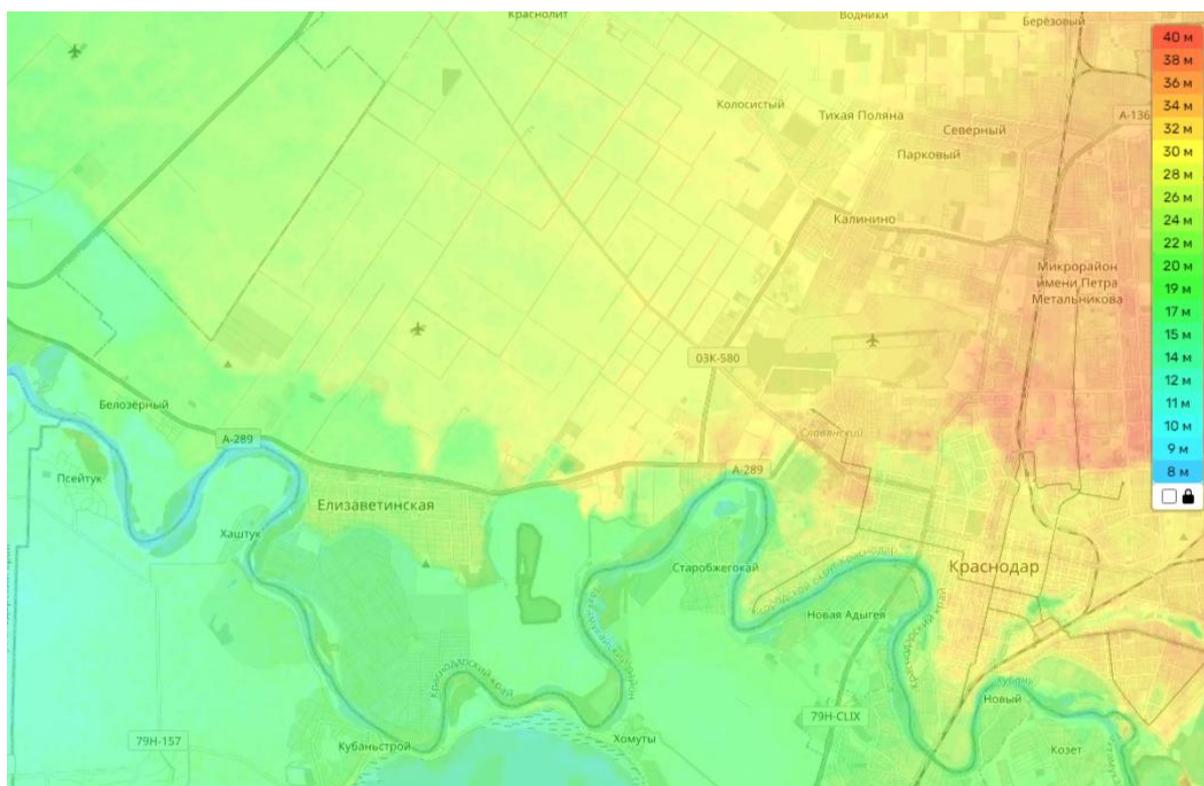


Рисунок 3 – Карта рельефа местности ст. Елизаветинской
Figure 3 – Relief map of the Elizavetinskaya stanitsa



Рисунок 4 – Зона санитарной охраны водозабора «Елизаветинский»
Figure 4 – Sanitary protection zone of the Elizavetinsky water intake

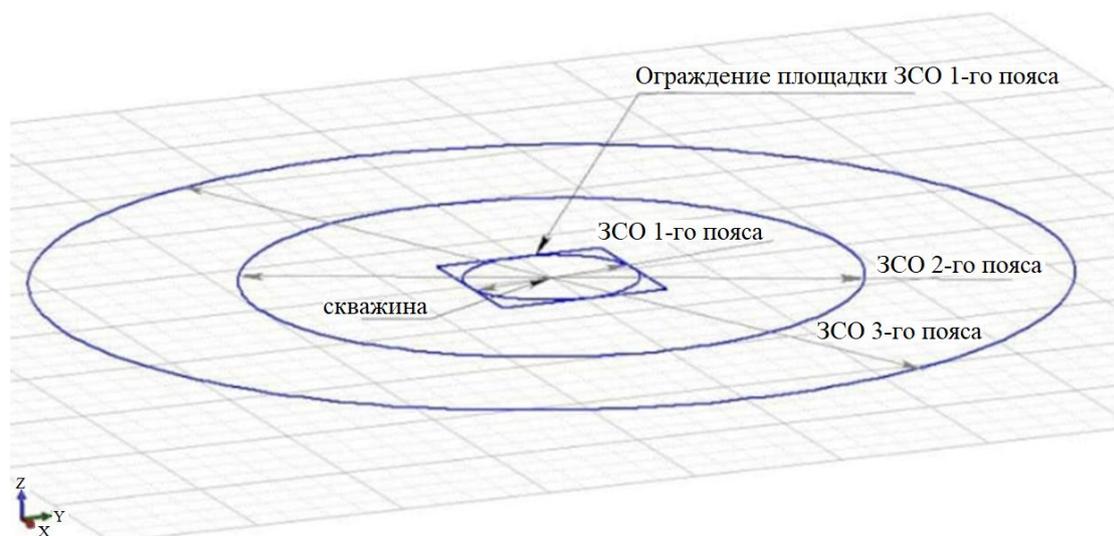


Рисунок 5 – Схема поясов зоны санитарной охраны согласно СанПиН 2.1.4.1110-02²

Figure 5 – Scheme of sanitary protection zone belts according to SanPiN 2.1.4.1110-02²

Для контроля за соблюдением санитарных норм и правил на территории ЗСО проводится мониторинг качества воды, атмосферного воздуха и почвы, а также регулярные проверки в рамках осуществления федерального государственного экологического контроля. Также проводятся мероприятия по улучшению экологической обстановки и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Отбор проб воды на водозаборе «Елизаветинский» осуществляется из артезианских скважин. На территории водозабора располагается 29 кустов скважин, добывающих воду из апшеронского и четвертичного водоносных горизонтов [9, 10].

Размеры 1-го пояса не подлежат изменению кроме случаев, когда водозаборный узел состоит из нескольких скважин. Для определения размеров 2-го и 3-го поясов ЗСО источника водоснабжения применяют объемный и аналитический методы.

²О введении в действие санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02» [Электронный ресурс]: Постановление Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 14 марта 2002 г. № 10. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».

Для определения ЗСО *объемным методом* применяется формула «круга» (формула (1)), название которой связано с получаемой формой ЗСО в плане. Такой метод расчета является наиболее простым.

Формула «круга» имеет вид:

$$r = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{n \cdot \pi \cdot m}}, \quad (1)$$

где r – радиус ЗСО, м;

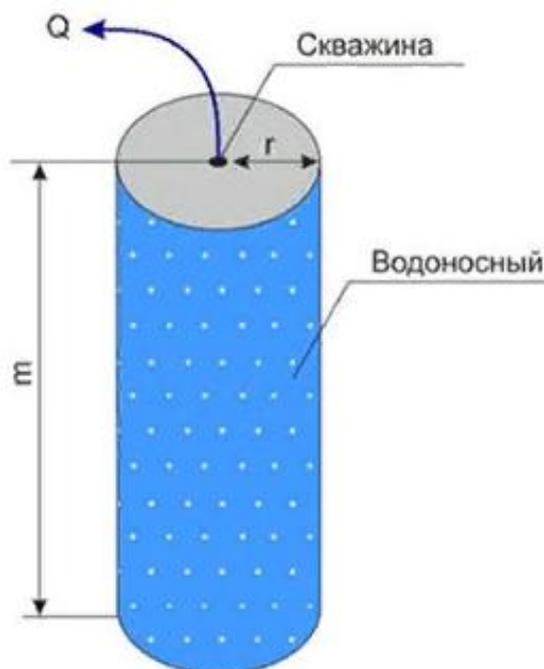
Q – расход скважины на воду, м³/сут;

t – время эксплуатации водозабора, сут;

n – активная пористость грунтов, м³/м³;

m – мощность водоносного горизонта, из которого добывают воду, м.

На рисунке 6 проиллюстрирована схема расчета ЗСО *объемным методом*.



r – радиус зоны санитарной охраны; Q – расход скважины на воду; m – мощность водоносного горизонта

r – radius of the sanitary protection zone; Q – water well rate; m – aquifer thickness

Рисунок 6 – Схема расчета зоны санитарной охраны *объемным методом*

Figure 6 – Calculation scheme of the sanitary protection zones using the volumetric method

Для обеспечения водопотребления перспективных объектов подключения в районе Западного обхода, согласно формуле (1) [6–8], необходимо выполнить бурение артезианской скважины глубиной 215 м на водозаборе «Елизаветинский» с дебитом $54 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($1296 \text{ м}^3/\text{сут}$).

Для 2-го пояса:

$$r_2 = \sqrt{\frac{1296 \cdot 365}{0,15 \cdot 3,14 \cdot 9}} = 334 \text{ м.}$$

Для 3-го пояса:

$$r_3 = \sqrt{\frac{1296 \cdot 9125}{0,15 \cdot 3,14 \cdot 9}} = 1670 \text{ м.}$$

Расчетные радиусы 2-го и 3-го поясов ЗСО для новой скважины составят 334 и 1670 м соответственно.

Аналитическим методом установлена длина 2-го и 3-го поясов ЗСО – 670,3 и 3653,01 м, ширина – 665,2 и 3055 м соответственно.

Для обеспечения экологически безопасной работы водозабора при добыче воды из артезианских скважин необходимо выполнять природоохранные мероприятия, которые регулируются нормами СанПиН и другими законодательными актами (Водный кодекс Российской Федерации³, СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»²).

Одной из первостепенных задач является выявление и ликвидация всех бездействующих, старых, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, которые могут представлять опасность загрязнения водоносного горизонта. Для этого необходимы регулярные инспекции и тестирование скважин на наличие утечек или других проблем. В случае обнаружения небезопасных скважин следует немедленно принять меры по их

³Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 12 апр. 2006 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 26 мая 2006 г. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».

ликвидации или восстановлению в соответствии с требованиями экологической безопасности [11, 12].

Для предотвращения возникновения новых проблем с подземными водами необходимо строго контролировать процесс бурения новых скважин и любого нового строительства. Важно следить за соблюдением всех нормативов и требований, касающихся безопасности и защиты подземных вод. Правильное планирование и проектирование новых объектов поможет избежать потенциальных угроз для водоносных горизонтов.

Другим важным аспектом является запрет на закачку отработанных вод в подземные горизонты, подземное складирование твердых отходов и разработку недр Земли. Также необходимо своевременно выполнять мероприятия по санитарной охране поверхностных водотоков и водоемов, чтобы предотвращать загрязнение водоносных горизонтов [13, 14]. Для обеспечения безопасности подземных вод необходимо запретить размещение накопителей промышленных стоков, шламохранилищ, складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, а также других объектов, представляющих опасность химического загрязнения подземных вод согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1110-02². Это требует строгого контроля со стороны регулирующих органов и соблюдения соответствующих нормативов.

На территории 3-го пояса устанавливается строгий санитарный надзор за использованием пестицидов и биологических средств борьбы с вредителями и болезнями растений, не допускается также применение высокотоксичных, стойких в почве и кумулятивных веществ.

Выводы. Для обеспечения безопасной эксплуатации существующего водозаборного сооружения «Елизаветинский», обеспечивающего питьевой водой г. Краснодар, требуется его модернизация, что нашло отражение в решении органов местного самоуправления г. Краснодара. Разработан план двухэтапной реконструкции водозабора «Елизаветинский», который

позволит обеспечить водоподачу новым абонентам в районе Западного обхода до 22000 м³/сут.

Установлено, что на водозаборе «Елизаветинский» для обеспечения водопотребления в районе Западного обхода необходимо выполнить бурение новой артезианской скважины глубиной 215 м с дебитом 54 м³/ч.

Определены размеры 2-го и 3-го поясов ЗСО для планируемого источника водоснабжения (новой скважины) объемным и аналитическим методами. Объемным методом рассчитаны радиусы 2-го и 3-го поясов ЗСО, составившие 334 и 1670 м соответственно. Аналитическим методом установлена длина 2-го и 3-го поясов ЗСО – 670,3 и 3653,01 м, ширина – 665,2 и 3055 м соответственно.

Выполнение второго этапа реконструкции (модернизации) водозабора «Елизаветинский» позволит увеличить подачу воды до 44400 м³/сут.

Список источников

1. Кулганов В. А., Соколов Д. А. Методика оценивания качества воды и размеров зоны санитарной охраны водопроводов в районах дислокации войск // Экология и развитие общества. 2019. № 4(31). С. 67–74. EDN: ZCGDMH.

2. Бычкова Л. А. Расчет зон санитарной охраны подземного источника водоснабжения с использованием программы ANSDIMAT // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 96-10. С. 141–144. DOI: 10.18411/trnio-04-2023-549. EDN: SQMAQD.

3. Вербицкий А. Ю., Приходько И. А., Мамась Н. Н. Оценка рационального использования водных ресурсов на примере реки Афипис // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам IV Междунар. науч. экол. конф., г. Краснодар, 3 дек. 2019 г. Краснодар: Куб. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2020. С. 12–18. EDN: YZLLHG.

4. Сагитуллин И. Х. Проблема установления границ зон санитарной охраны (ЗСО) на землях лесного фонда // Современные научные исследования и разработки. 2018. Т. 1, № 11(28). С. 626–627. EDN: YULATB.

5. Дудко Н. Б., Мамась Н. Н., Габараев Д. Б. Оценка озеленения окраины завода «НЗКСМ» в г. Новокубанск // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 75-й Науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2019 г., г. Краснодар, 2–16 марта 2020 г. Краснодар: Куб. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2020. С. 26–29. EDN: TGENRT.

6. Затолокина Н. М., Агафонова С. В. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения водозабора скважин // Вектор ГеоНаук. 2024. Т. 7, № 1. С. 26–32. DOI: 10.24412/2619-0761-2024-1-26-32. EDN: ZCVGOC.

7. Корректировка границ зоны санитарной охраны (ЗСО) питьевого водозабора / М. В. Пушкарева, В. В. Середин, Л. О. Лейбович, А. А. Чиркова, А. О. Бахарев // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. 2011. № 10(223). С. 45–48. EDN: OIOTQX.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 190–204.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 190–204.

8. Жолдакова З. И., Сеницына О. О., Турбинский В. В. О корректировке требований к зонам санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 11. С. 1192–1197. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197. EDN: YMBYLM.

9. Mamas N., Verbitsky A., Verbitsky V. New technological concept of utilization animal and poultry waste // E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME 2020), Rostov-on-Don. 2020. Vol. 217. 09011. DOI: 10.1051/e3sconf/202021709011. EDN: BISSPR.

10. Мамась Н. Н. Исследование донных отложений для создания сложного компоста // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф., посвящ. 95-летию КубГАУ, г. Краснодар, 28–30 марта 2017 г. Краснодар: Куб. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2017. С. 768–772. EDN: YJNXFF.

11. Мусихина Т. А., Клиндухова А. Д., Баскин З. Л. Прогноз качества воды реки Вятки в зоне санитарной охраны Кировского водозабора // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 4. С. 39–42. EDN: NRBRON.

12. Мониторинг хозяйственного освоения территории в пределах зон санитарной охраны подземных водозаборов (на примере первой линии Томского подземного водозабора) / В. К. Попов, Е. Ю. Пасечник, Л. Н. Чилингер, Е. И. Аврунев, В. И. Редькина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331, № 3. С. 7–21. DOI: 10.18799/24131830/2020/3/2527. EDN: JSPRDA.

13. Проблемы обоснования зон санитарной охраны подземных водозаборов: анализ основных геологических факторов / А. М. Никуленков, Г. Б. Еремин, С. Н. Носков, Н. А. Мозжухина, М. В. Вилькина // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 8. С. 762–768. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-8-762-768. EDN: RPERIZ.

14. Нахапетян А. К. О гидрогеологическом обосновании защищенности подземных вод применительно к расчетам зон санитарной охраны водозаборов подземных вод // Разведка и охрана недр. 2014. № 5. С. 39–40. EDN: SDVDSB.

References

1. Kulganov V.A., Sokolov D.A., 2019. *Metodika otsenivaniya kachestva vody i razmerov zony sanitarnoy okhrany vodoprovodov v rayonakh dislokatsii voysk* [Methodology for assessing water quality and the size of the sanitary protection zone of water supply systems in areas of troop deployment]. *Ekologiya i razvitie obshchestva* [Ecology and Development of Society], no. 4(31), pp. 67-74, EDN: ZCGDMH. (In Russian).

2. Bychkova L.A., 2023. *Raschet zon sanitarnoy okhrany podzemnogo istochnika vodosnabzheniya s ispol'zovaniem programmy ANSDIMAT* [Calculation of sanitary protection zones of an underground water supply source using the ANSDIMAT software program]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the Development of Science and Education], no. 96-10, pp. 141-144, DOI: 10.18411/trnio-04-2023-549, EDN: SQMAQD. (In Russian).

3. Verbitsky A.Yu., Prikhodko I.A., Mamas N.N., 2020. *Otsenka ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh resursov na primere reki Afips* [Assessment of the rational use of water resources on the example of the Afips River]. *Ekologiya rechnykh landshaftov: sb. st. po materialam IV Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konferentsii* [Ecology of River Landscapes: Proc. of the IV International Scientific Ecological Conference]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, pp. 12-18, EDN: YZLLHG. (In Russian).

4. Sagitullin I.Kh., 2018. *Problema ustanovleniya granits zon sanitarnoy okhrany (ZSO) na zemlyakh lesnogo fonda* [The problem of establishing the boundaries of sanitary protection zones (SPZ) on forest lands]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki* [Modern Scientific Research and Development], vol. 1, no. 11(28), pp. 626-627, EDN: YULATB. (In Russian).

5. Dudko N.B., Mamas N.N., Gabaraev D.B., 2020. *Otsenka ozeleneniya okrainy zavoda "NZKSM" v g. Novokubansk* [Assessment of greening of the outskirts of the NZKSM plant in Novokubansk]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. st. po materialam 75-y Nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2019 g.* [Scientific Support for the Agro-Industrial Complex: Proc. of the 75th Students' Scientific and Practical Conference Based on Results of Research Work for 2019]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, pp. 26-29, EDN: TGEHRT. (In Russian).

6. Zatulokina N.M., Agafonova S.V., 2024. *Zony sanitarnoy okhrany istochnikov vodosnabzheniya vodozabora skvazhin* [Sanitary protection zones of water supply sources of well intake]. *Vektor GeoNauk* [Vector GeoSciences], vol. 7, no. 1, pp. 26-32, DOI: 10.24412/2619-0761-2024-1-26-32, EDN: ZCVGOC. (In Russian).

7. Pushkareva M.V., Seredin V.V., Leibovich L.O., Chirkova A.A., Bakharev A.O., 2011. *Korrektirovka granits zony sanitarnoy okhrany (ZSO) pit'evogo vodozabora* [Adjustment of zonal boundary of drinking water protective area]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO* [Public Health and Life Environment – PH and LE], no. 10(223), pp. 45-48, EDN: OIOTQX. (In Russian).

8. Zholdakova Z.I., Sinitsyna O.O., Turbinsky V.V., 2021. *O korrektirovke trebovaniy k zonam sanitarnoy okhrany istochnikov tsentralizovannogo khozyaystvenno-pit'evogo vodosnabzheniya naseleniya* [On adjustment of requirements for sanitary protection zones of centralized household and drinking water supply sources for the population]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], vol. 100, no. 11, pp. 1192-1197, DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197, EDN: YMBYLM. (In Russian).

9. Mamas N., Verbitsky A., Verbitsky V., 2020. New technological concept of utilization animal and poultry waste. E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering" (ERSME 2020). Rostov-on-Don, vol. 217, 09011, DOI: 10.1051/e3sconf/202021709011, EDN: BISSPR.

10. Mamas N.N., 2017. *Issledovanie donnykh otlozheniy dlya sozdaniya slozhnogo komposta* [The study of bottom sediments for creation of complex compost]. *Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sb. nauch. trudov po materialam V Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konf., posvyashchennoy 95-letiyu KubGAU* [Problems of Household, Industrial and Agricultural Waste Reclamation: Proc. of the V International Scientific Ecological Conference, Dedicated to the 95th Anniversary of KubSAU]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, pp. 768-772, EDN: YJNXFF. (In Russian).

11. Musikhina T.A., Klindukhova A.D., Baskin Z.L., 2010. *Prognoz kachestva vody reki Vyatki v zone sanitarnoy okhrany kirovskogo vodozabora* [Forecasting water quality in the Vyatka River in the sanitary protection zone of the Kirov water intake]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and Applied Ecology], no. 4, pp. 39-42, EDN: NRBROH. (In Russian).

12. Popov V.K., Pasechnik E.Yu., Chilinger L.N., Avrunev E.I., Redkina V.I., 2020. *Monitoring khozyaystvennogo osvoeniya territorii v predelakh zon sanitarnoy okhrany podzemnykh vodozaborov (na primere pervoy linii Tomskogo podzemnogo vodozabora)* [Monitoring of economic development within the bounds of underground water intake protective sanitary zone territory (by the example of Tomsk underground water intake line)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering], vol. 331, no. 3, pp. 7-21, DOI: 10.18799/24131830/2020/3/2527, EDN: JSPRDA. (In Russian).

13. Nikulenkov A.M., Eremin G.B., Noskov S.N., Mozhukhina N.A., Vilkina M.V., 2021. *Problemy obosnovaniya zon sanitarnoy okhrany podzemnykh vodozaborov: analiz osnovnykh geologicheskikh faktorov* [Problems of substantiation of sanitary protection zones

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 190–204.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 190–204.

of underground water intakes: analysis of the main geological factors]. *Gigiya i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], vol. 100, no. 8, pp. 762-768, DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-8-762-768, EDN: RPERIZ. (In Russian).

14. Nakhapetyan A.K., 2014. *O gidrogeologicheskom obosnovanii zashchishchennosti podzemnykh vod primenitel'no k raschetam zon sanitarnoy okhrany vodozaborov podzemnykh vod* [On hydrogeological substantiation of underground water protection applied to calculation of sanitary protection zones of underground water intakes]. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and Protection of Mineral Resources], no. 5, pp. 39-40, EDN: SDVDSB. (In Russian).

Информация об авторах

С. С. Радченко – магистр, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация, djandier777@mail.ru;

Н. Н. Мамась – доцент, кандидат биологических наук, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация, natamamas@mail.ru.

Information about the authors

S. S. Radchenko – Master's Degree, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation, djandier777@mail.ru;

N. N. Mamas – Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation, natamamas@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.05.2024; одобрена после рецензирования 26.07.2024; принята к публикации 09.08.2024.

The article was submitted 27.05.2024; approved after reviewing 26.07.2024; accepted for publication 09.08.2024.