

Оригинальная статья

УДК 556.18:628.1:502/504 (470.311)

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-88-94>



АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ И ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПИТЬЕВЫМИ ВОДАМИ КЛИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Карпенко Нина Петровна¹✉, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник;

<https://orcid.org/0000-0001-6638-149X>; npkarpenko@yandex.ru

Глазунова Ирина Викторовна^{4,2}, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник;

<https://orcid.org/0000-0003-4931-2008>; ivglazunova@mail.ru

Ширяева Маргарита Александровна³, младший научный сотрудник;

<https://orcid.org/0000-0001-8019-1203>; Shiryayeva.MA@fncg.ru

¹ Российский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

² Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

³ Федеральное бюджетное учреждение науки Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141000, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, 2, Россия

Аннотация. Цель исследований – анализ водообеспеченности и геоэкологической обстановки на водосборах рек Клинского района Московской области. Выполнена оценка характеристик водоносных горизонтов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, и проанализирована динамика водозабора подземных вод за последние годы. Выявлено, что основной причиной снижения объема водозабора является повышение КПД водоподводящих сетей с 0,8...0,89 в результате ремонта и реконструкции. В динамике изменения структуры водопотребления выявлены тенденции снижения потерь воды в результате реконструкции и модернизации водоподводящих сетей. Долевое участие всех водопотребителей увеличивается вследствие экономического развития района, однако суммарное водопотребление уменьшается вследствие снижения потерь воды и внедрения прогрессивных технологий водопользования. Основным потребителем водных ресурсов является население (45...48%), вторым основным водопотребителем являются промышленные предприятия (40...43%). Учтено влияние депрессионной воронки вокруг Северного ВЗУ на водообеспеченность Клинского района подземными водами, которое составит 83% от общего водозабора. Выявлены основные причины загрязнения подземных вод.

Ключевые слова: геоэкологические проблемы, гидрохимические показатели, водопотребление, водообеспеченность, водоносные горизонты, подземные воды, депрессионная воронка, качество воды

Формат цитирования: Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Ширяева М.А. Анализ геоэкологических проблем и оценка обеспеченности питьевыми водами Клинского района Московской области. Природообустройство. 2023. №. С. 88-94. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-88-94>

© Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Ширяева М.А., 2023

Original article

ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL PROBLEMS AND ASSESSMENT OF THE AVAILABILITY OF DRINKING WATER IN THE KLINSKY DISTRICT OF THE MOSCOW REGION

Karpenko Nina Petrovna¹✉, doctor of technical sciences, leading researcher

<https://orcid.org/0000-0001-6638-149X>; npkarpenko@yandex.ru

Glazunova Irina Viktorovna^{4,2}, candidate of technical sciences, associated professor, senior researcher;

<https://orcid.org/0000-0003-4931-2008>; ivglazunova@mail.ru

Shiryayeva Margarita Alexandrovna³, junior researcher,

<https://orcid.org/0000-0001-8019-1203>; Shiryayeva.MA@fncg.ru

¹ Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov; 127434, Moscow, B. Akademicheskaya str., 44, building 2, Russia

² Russian Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, Россия

³ Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, 2 Semashko St., Mytishchi, Moscow Region, 141000, Russian Federation.

Abstract. The purpose of the research is to analyze the water availability and geo ecological situation in the catchments of the rivers in Klinsky district in Moscow region. The characteristic of aquifers

used for domestic drinking water supply is carried out and the dynamics of groundwater intake in recent years is analyzed. It was revealed that the main reason for the decrease in water intake is an increase in the efficiency of water supply network up to 0.8...0.89 as a result of repair and reconstruction. In the dynamics of changes in the structure of water consumption, the following trends have been identified: water losses reduction as a result of reconstruction and modernization of water supply networks; water consumers increase due to economic development of the district; total water consumption decrease due to the reduction of water losses and the introduction of advanced water use technologies. The main consumer of water resources is the population (45, 48%, respectively), the second main water consumer is industrial enterprises (40...43%). The influence of the depression funnel around the Northern VZU on the water supply in the Klin district with groundwater which is about 83% of the total water intake, is taken into account. The main causes of groundwater pollution have been identified.

Key words: water availability, geo ecological situation, river catchment, aquifers, depression funnel, water quality

Format of citation: Karpenko N.P., Glazunova I.V., Shiryayeva M.A. Analysis of geo ecological problems and assessment of the availability of drinking water in the Klinsky district of the Moscow region // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 5. P. 88-94. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-88-94>

Введение. В современных условиях значительно увеличиваются потребности человека в воде на коммунально-бытовые нужды, при этом объем потребляемой воды для этих целей зависит от региона и уровня жизни и, как правило, составляет 50...360 л на одного человека. Из проведенного анализа по проблеме водопользования за последние годы можно отметить, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором используемая вода не возвращается в природу, составляет 4...5%. Расчеты на перспективу показывают, что при сохранении таких темпов потребления с учетом прироста населения, объемов производства к 2100 году человечество полностью исчерпает все запасы пресной воды [1].

По оценке всемирной организации здравоохранения среди факторов, определяющих состояние здоровья населения, вода находится на втором месте после бедности. Бесперебойное обеспечение населения качественной питьевой водой является одним из важнейших факторов не только санитарно-эпидемиологического благополучия, но и качества жизни [2, 3].

Так, по прогнозам многих экспертов, уже в ближайшие 20-25 лет проблема пресной воды станет глобальной, а на смену войнам за углеводороды придет война за воду. Россия обеспечена водными ресурсами, но только 7% рек страны можно отнести к «условно чистым», аналогичные проблемы испытывает и Клинский район Московской области.

В гидрографическом отношении Клинский район принадлежит к бассейну реки Москва, однако основная доля речной сети приходится на малые реки. Главная река исследуемого региона – река Сестра, ее длина составляет 138 км, площадь бассейна равна 2800 км².

В гидрогеологическом отношении район относится к Московскому артезианскому бассейну. Для водоснабжения населения используются подземные воды Подольско-Мячковского и Касимовского водоносных горизонтов. Вода содержит много фтора и железа, состав гидрокарбонатный и кальциево-магниевый, начальная жесткость воды слишком высокая для нормального функционирования бытовой техники, а также для употребления ее в пищу и для питья. Водозаборные скважины для питьевого водоснабжения построены более 50-ти лет назад, поэтому для города Клин необходима реконструкция водозаборных скважин 72% (33 из 46). Река Сестра, являясь типичным водосбором рек Клинского района Московской области, используется как водоприемник сточных вод всех участников водопользования и испытывает сильную антропогенную нагрузку, поэтому вопросы водообеспеченности питьевыми водами и экологической ситуации исследуемой территории подтверждают актуальность исследований [4].

Цель исследований: анализ водообеспеченности и геоэкологической обстановки на водосборах рек Клинского района Московской области.

Материалы и методы исследований. В гидрогеологическом отношении Клинский район относится к Московскому артезианскому бассейну. Подземные воды этого региона приурочены к породам палеозойского возраста. Осадочные породы представлены чередованием хорошо проницаемых известняков, песков и слабопроницаемых мергелей, глин. Подземные воды приурочены к отложениям девонской, каменноугольной, юрской и меловой систем, повсеместно развиты воды четвертичных отложений. Речная сеть района не отличается густотой, а самая

крупная река – Сестра, пересекает восточную часть района. Крупные притоки Сестры на территории района реки – Яуза, Березовка и Лутосня. Западную часть района дренируют притоки Ламы – Большая и Малая Сестра, Яуза; на юге притоки Истры – Нудоль, Чернушка и Катышка.

Геологический разрез толщи пород Клинского района представляет собой песчаные отложения и горизонты известняков. Буровые работы на песчаный горизонт часто осложняются наличием в песке больших камней и валунов. Для бурения скважин используется буровое оборудование, по типу ПБУ-2 и УГБ-1вс, также применяется шнековое бурение [5, 6]. В зависимости от населенного пункта Клинского района глубина артезианской скважины может варьироваться от 90 до 170 метров. Вода в известняковом горизонте представлена Клязьминско-Ассельским и Касимовским водоносным горизонтом. По химическому составу вода из артезианской скважины мало чем отличается от артезианских вод других районов Подмосковья. Вода содержит много фтора и железа, а состав гидрокарбонатный и кальциево-магниевый. По жесткости артезианская вода является допустимой для употребления и соответствует установленным нормам. Дебит промышленной артезианской скважины, в зависимости от диаметра обсадной колонны, может достигать до 70 куб. м/час, оптимальная глубина скважины составляет 168 м, статический уровень – 67 м, динамический – 69 м.

Результаты и их обсуждение.

Анализ гидрогеологической обстановки

показал наличие геоэкологических проблем на водосборах Клинского района Московской области, поэтому исследования проводились в несколько этапов.

На первом этапе исследований был проведен анализ геоэкологических проблем в Клинском районе, выполненный на основе обзора местных периодических изданий и интернет-ресурсов. Результаты анализа представлены в таблице 1 и изображены на рисунке 1.

На втором этапе выполнялась оценка характеристик использования подземных водных ресурсов в Клинском районе. Было установлено, что водозаборные скважины, обеспечивающие водой жителей города Клина и Клинского района, пробурены на Касимовский и Подольско-Мячковский водоносные горизонты. Касимовский водоносный горизонт характеризуется сухим остатком

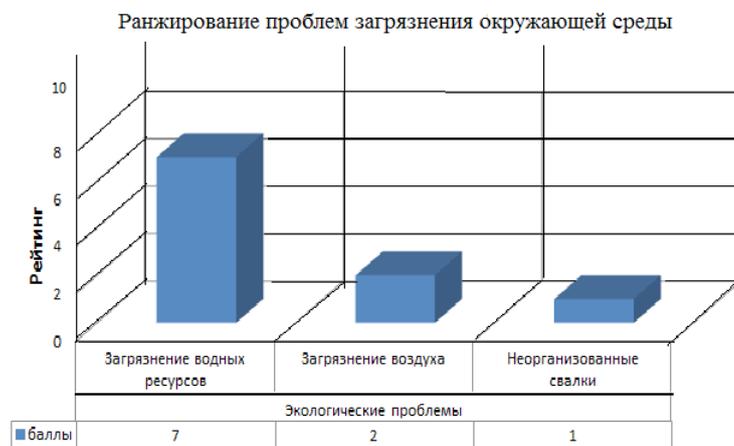


Рис. 1. Результаты экспертных оценок по значимым экологическим проблемам в Клинском районе

Fig. 1. Results of expert assessments on significant environmental problems in the Klinitsky district

Таблица 1. Результат анализа геоэкологических проблем в Клинском районе Московской области по статьям местных СМИ

Table 1. The Result of the analysis of geo-ecological problems in the Klinitsky district of the Moscow region based on the articles of the local media

№ по порядку No. in order	Название издания Title of the publication	Периодичность Periodicity	Число просмотренных экземпляров Number of copies viewed	Геоэкологические проблемы Клинского района (% от общего числа публикаций) Geo-ecological problems in the Klinitsky district (% of total number of publications)		
				Загрязнение водных ресурсов Pollution of water resources	Загрязнение воздуха Pollution of air	Неорганизованные свалки Unorganized landfills
1	Серб и Молот Sickle and Hammer	3 издания в неделю 3 editions per week	300	70	20	10
2	Московия Moskoviya	1 издание в неделю 1 edition per week	100	40	30	30
3	Клинская неделя Klinskaya week	1 издание в неделю 1 edition per week	100	30	30	40
Суммарная оценка Total evaluation			500	56	24	20

своих подземных вод, находящихся в интервале 0,37...0,67 г/дм³. Воды комплекса пресные с минерализацией 0,2...0,7 г/дм³, по химическому составу гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, реже пестрого катионного состава. Отмечается повышенное содержание железа, концентрации которого достигают 1...3 мг/дм³, а на локальных участках даже до 11 мг/дм³. Общая жесткость вод данного горизонта измеряется в пределах 6,2...7,7 моль/дм³. Вторыми по значению для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения после подземных вод Касимовского водоносного комплекса, являются воды Подольско-Мячковского горизонта. Воды горизонта пресные, с минерализацией 0,3...0,5 г/дм³, с повышенным содержанием железа (до 1,5 мг/дм³). Максимально возможный водоотбор на водозаборах г. Клина составляет 60.000 м³/сутки. Динамика водозабора подземных вод на нужды района приведена по данным ЗАО «Водоканал» Клинского района в таблице 2.

Генеральной схемой водоснабжения Москвы и городов Московской области предусматривается увеличение водозабора из подземных источников до 6,3 млн куб. м/сутки против ныне достигнутого 3,8 млн куб. м/сутки [7, 8]. Это целесообразно, так как столь значительное увеличение эксплуатации подземных источников вызовет дальнейшее понижение уровня подземных вод еще на несколько метров, что обусловит в конечном итоге смыкание депрессионных воронок, расположенных в Подмосковье, в одну огромную «областную» депрессионную воронку, а также приведет к высыханию и гибели многих ручьев и малых рек. Стратегический путь водопотребления в Московской области – это более рациональное использование водных ресурсов, при этом 25% пресной воды питьевого качества, из подземных источников, используется в промышленности [11].

График водобеспеченности Клинского района подземными водами на перспективу до 2030 года показан в виде диаграммы на рисунке 2.

Таблица 2. Динамика водозабора подземных вод (по данным ЗАО «Водоканал» Клинского района)
Table 2. Dynamics of groundwater intake (according to the data of CJSC "Vodokanal" of the Klinsky district)

Годы Years	Поднято воды из подземных водных источников, тыс. м ³ Water from underground water sources raised, thousand m ³
2011	15010
2012	14 033
2013	13 056

Как видно из диаграммы, обеспеченность водой Клинского района за счет подземной составляющей на перспективу будет снижена в два раза. Был составлен прогноз развития на базе анализа демографической ситуации в Клинском районе на основе ретроспективных данных [7, 8]. В прогнозе водопотребления до 2030 года принят прирост населения на 0,65% в год как в годы стабильного экономического развития. Структуры водопотребления на 2011 год и на перспективу 2030 г. приведены на диаграммах рисунка 3.

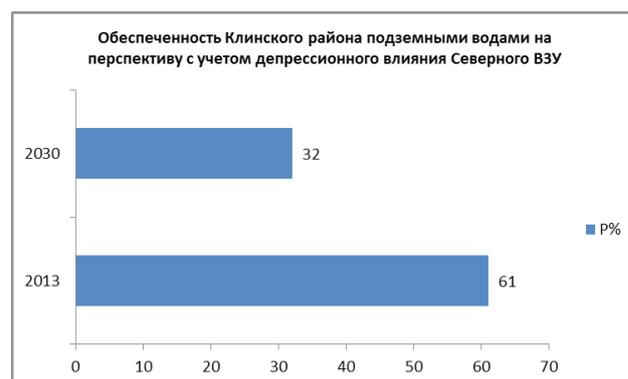


Рис. 2. Обеспеченность Клинского района подземными водами на перспективу до 2030 года (учтено увеличение КПД сетей водоснабжения до 0,92)

Fig. 2. Groundwater supply of the Klinsky district for the future until 2030 (the increase in the efficiency of water supply networks to 0.92 is taken into account)

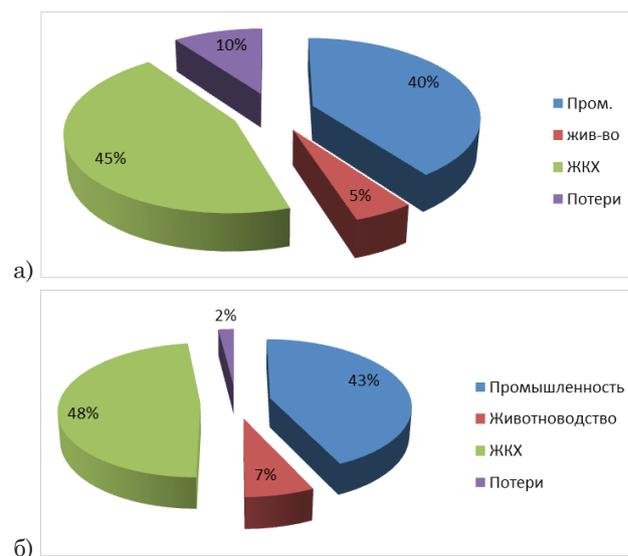


Рис. 3. Диаграмма структуры водопотребления в Клинском районе: а) на 2011 г. и б) на 2030 г.

Fig. 3. Diagram of the structure of water consumption in the Klinsky district: a) for 2011 and b) for 2030

Грунтовые воды в Московской области относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу с небольшим содержанием сульфатов и хлоридов. В формировании солевого состава вод основную роль играет инфильтрация атмосферных осадков через почву. С этим и связана повышенная концентрация солей железа и марганца в них. Из-за влияния загрязненного поверхностного стока в отдельных случаях зарегистрировано повышенное содержание кадмия, алюминия, свинца, мышьяка, никеля, хрома, кобальта и ванадия. Химический состав подземных вод преимущественно гидрокарбонатный, кальциево-магниевый, с высоким содержанием железа и фтора. Анализ проведенных исследований показал, что серьезную проблему создает растворенный в подземной воде сероводород, незначительные концентрации которого улавливаются при концентрациях в тысячные доли мг/л. Качество питьевой воды зависит от качества воды в артезианском горизонте, состояния водозаборных сооружений (скважин) и водопроводной сети. По всем трем перечисленным позициям не все благополучно, особенно с качеством воды в артезианских горизонтах [9, 10].

Из характеристики водоносных горизонтов видно, что исходная питьевая вода содержит повышенное содержание железа, а по требованию СанПиН 2.1.4.1074-01. «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» содержание железа в питьевой воде не должно превышать 0,3 мг/л. Повышенное содержание железа в питьевой воде не только ухудшает ее запах и вкусовые качества, но также влияет на здоровье человека. В связи с этим в городе и районе ведутся работы по строительству станций обезжелезивания в соответствии с утвержденной Главой Клинского муниципального района программой «Комплексного развития систем водоснабжения и водоотведения г. Клина и Клинского муниципального района на 2008-2014 гг.». На сегодняшний день в городе уже функционируют две станции обезжелезивания производительностью 5000 м³/сут и 7500 м³/сут, соответственно; в районе – 20 станций обезжелезивания. Контроль качества питьевой воды осуществляет испытательная лаборатория

ЗАО «Водоканал», аккредитованная в системе РосТехРегулирования (<http://www.klinvodokanal.ru>).

Анализ источников загрязнения водных ресурсов с конкретизацией источников загрязнения в Клинском районе Московской области приведен на рисунке 4 [11, 12].

Анализ водообеспечения населения Клинского района определен на современный период и на перспективу до 2030 года с учетом принятого демографического прогноза (рост численности населения на 0,65% в год). Без учета и с учетом влияния депрессионной воронки Северного ВЗУ Московской области, а также при условии подачи дополнительных водных ресурсов в объеме не менее 7,4 млн м³ в год. Водообеспечение населения Клинского района представлено на рисунке 5.

На третьем этапе выполнялась общая оценка химических и гидрохимических показателей воды, а также проводился анализ геоэкологических условий на основе приоритетных показателей подземных вод. Исходными данными для выполнения оценки и анализа послужили результаты обследования состояния водозаборных скважин Клинского района, а также анализ проб воды из поверхностных водных объектов и сети водоснабжения г. Клин.

Анализ выполнен как по количеству, так и по качеству воды, а также выявлена необходимость замены и реконструкции водоподводящих и водоотводящих сооружений и коммуникаций. При анализе геоэкологической ситуации, оценки опасности и последствий загрязнения водных ресурсов для населения Клинского района использовались следующие нормативные документы [13, 14, 15]:

- СанПин 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;
- ГОСТ 2761-81 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.



Рис. 4. Основные источники загрязнения водных ресурсов в Клинском районе

Fig. 4. Main sources of water pollution in the Klinsky district

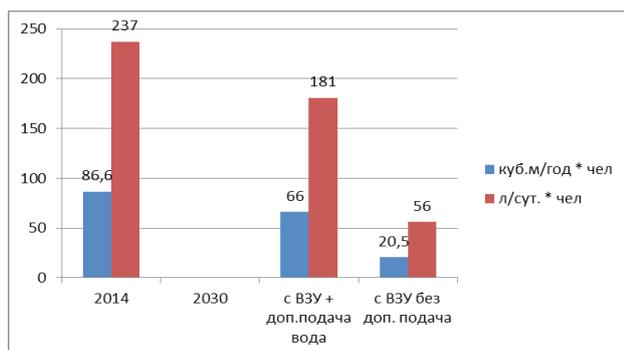


Рис. 5. Водообеспечение населения Клинского района подземными водами на современный период и на перспективу

Fig. 6. Water supply of the population of the Klinisky district with groundwater for the modern period and for the future

При обработке лабораторных данных по контролю качества питьевой воды г. Клин Московской области за 2002-2010 гг. выявлены превышения концентраций по следующим гидрохимическим показателям: общая жесткость, фтор, железо. Выявлены последствия влияния на организм человека и условия хозяйственного использования воды ненормативного качества. В анализе участвовали 144 скважины объекта (г. Клин и Клинский район).

Анализ экологической обстановки на основе общих характеристик подземных вод выполнялся с учетом основных гидрохимических показателей (общая жесткость, фтор, железо и др.).

Выводы

Для водосборов рек Клинского района Московской области выполнена оценка основных характеристик и показателей водоносных горизонтов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, и проанализирована динамика водозабора подземных вод за последние годы. Выявлено, что основной причиной снижения объема водозабора является повышение КПД водоподводящих сетей с 0,8...0,89 в результате ремонта и реконструкции (2011-2014 гг.). В структуре динамики водопотребления выявлены тенденции снижения потерь воды в результате реконструкции и модернизации водоподводящих сетей, при этом долевое участие всех водопотребителей увеличивается вследствие экономического развития района, однако суммарное водопотребление снижается вследствие снижения потерь воды

Список использованных источников

- Маркин В.Н., Раткович Л.Д., Глазунова И.В. Особенности методологии комплексного водопользования: монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 140 с.
- Водный кодекс Российской Федерации (в ред. Федеральных законов от 04.12.2006 N201-ФЗ, от 19.06.2007 N102-ФЗ).

и внедрения прогрессивных технологий водопользования.

Исследована структура водопотребления на 2011 и на перспективу 2030 г. Основным потребителем водных ресурсов является население (45...48% соответственно), вторым основным водопотребителем являются промышленные предприятия (40...43%). Учтено влияние депрессионной воронки вокруг Северного ВЗУ на водообеспеченность Клинского района подземными водами, которое составит 83% от общего водозабора. При работе Северного ВЗУ вследствие образования депрессионной воронки обеспеченность Клинского района собственными подземными водами снизится на перспективу до 2030 года до 31% от общей потребности (11 млн м³ в год) и, следовательно, потребуется подача дополнительных водных ресурсов в объеме не менее 7,4 млн м³ в год. Выполнен анализ причин загрязнения водных ресурсов в Клинском районе Московской области с конкретизацией источников загрязнения. Установлено, что основной причиной загрязнения подземных вод являются древние размывы в толщах водоупоров, через которые осуществляется переток воды из верхних незащищенных водоносных горизонтов в нижние горизонты, используемые для питьевого водоснабжения. Для поверхностных водных объектов основная проблема связана с поступлением недоочищенных и несанкционированных сточных вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности.

Анализ водообеспечения населения Клинского района определен на современный период и на перспективу до 2030 года с учетом принятого демографического прогноза (рост численности населения на 0,65% в год). Анализ проведен без учета и с учетом влияния депрессионной воронки Северного ВЗУ Московской области, а также при условии подачи дополнительных водных ресурсов в объеме не менее 7,4 млн м³ в год. На современный период без ВЗУ водообеспеченность составляет 86,6 м³ на человека в год или 237 л/сутки на человека, что соответствует экологическим требованиям. На перспективу до 2030 года с учетом ВЗУ и дополнительной подачи воды водообеспеченность составит 66 м³ на человека в год или 181 л/сут на человека. С учетом ВЗУ и без дополнительной подачи водообеспеченность составит 20,5 м³ в год на человека и 56 л/сут на человека, что ниже экологических требований.

References

- Markin V.N., Ratkovich L.D., Glazunova I.V. Features of the methodology of integrated water use: Monograph. M.: Publishing House of RGAU-MSHA, 2016. 140 p.
- The Water Code of the Russian Federation (as amended. Federal Laws dated 04.12.2006 N201-FZ, dated 19.06.2007 No. 102-FZ). cons_doc_LAW_60683

3. Глазунова И.В. Гидравлические параметры биоинженерных сооружений. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620160, 27.01.2020. Заявка № 2020620036 от 15.01.2020.

4. Соколов Э.М. Современные проблемы науки в области защиты окружающей среды: учебное пособие / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуикова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 102 с.

5. Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Барсукова М.В. Повышение экологической безопасности при проведении работ по эксплуатации природоохранных сооружений на водосборах рек // Природообустройство. 2020. № 1. С. 129-136.

6. Глазунова И.В. Методы подбора фильтрующего материала для дренажа // Доклады ТСХА. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2019. С. 177-179.

7. Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Бубер А.Л. Водохозяйственные системы и водопользование: учебник. М.: ИНФРА-М, 2019. 452 с.

8. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Организация работ при эксплуатации и восстановлении водных объектов г. Москвы // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий. сборник материалов Международной юбилейной научно-практической конференции. М.: ВНИИГиМ, 2019. С. 95-100.

9. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий // Природообустройство. 2019. № 4. С. 102-108.

10. Glazunova I.V. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies / I.V. Glazunova, N.P. Karpenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 9, Orenburg, 7-11 июня 2021 г. Orenburg, 2021. P. 012035. – DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012035. – EDN KIDVRG.

11. Глазунова И.В., Маркин В.Н., Соколова С.А., Раткович Л.Д. Рациональное водопользование: учебное пособие. Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. 136 с.

12. Глазунова И.В., Воронина К.П., Барсукова М.В. Исследование эффективности водоохранных мероприятий в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на реке Яуза // Природообустройство. 2018. № 3. С. 40-46.

13. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980-00 "2.1.5. Минздрав России Москва, 2000. docs.cntd.ru/document/1200006938.

14. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. http://sosh10.ed09.ru/uploads/sanpin_2.1.4.1074-01.pdf.

15. ГОСТ 2761-81 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. docs.cntd.ru/document/1200003220.

Критерии авторства / Authorship criteria

Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Ширяева М.А. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись.

Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Ширяева М.А. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 29.04.2023

Поступила после рецензирования / Received after peer review 26.08.2023

Принята к публикации / Accepted for publication 28.08.2023

3. Glazunova I.V. Hydraulic parameters of bioengineering structures. Certificate of registration of the database RU 2020620160, 27.01.2020. Application No. 2020620036 dated 15.01.2020.

4. Sokolov E.M. Modern problems of science in the field of environmental protection: textbook. E.M. Sokolov, V.M. Panarin, A.A. Zuikova. Tula: Publishing House of TulSU, 2010. 102 p.

5. Karpenko N.P., Glazunova I.V., Barsukova M.V. Improving environmental safety during the operation of environmental protection structures in river catchments. Prirodoobustrojstvo. 2020. No. 1. P. 129-136.

6. Glazunova I.V. Methods of selection of filtering material for drainage // Reports of the TSHA. M.: Publishing House of the RGAU-MSHA, 2019. P. 177-179.

7. Water management systems and water use. M., 2019. 452 p.

8. Karpenko N.P., Glazunova I.V. Organization of works during operation and restoration of water bodies in Moscow // Problems of development of agricultural land reclamation and water management complex based on digital technologies: Collection of materials of the International anniversary scientific and practical conference. M.: VNIIGiM, 2019. P. 95-100.

9. Karpenko N.P., Glazunova I.V. Management of land and water resources to reduce river pollution based on expert assessments of the effectiveness of environmental protection measures. Prirodoobustrojstvo. 2019. No. 4. P. 102-108.

10. Glazunova I.V. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies / I.V. Glazunova, N.P. Karpenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 9, Orenburg, June 7-11, 2021 Orenburg, 2021. P. 012035. – DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012035. – EDN KIDVRG.

11. Rational water use: A textbook / I.V. Glazunova, V.N. Markin, S.A. Sokolova, L.D. Ratkovich. Kursk: Publishing house of CJSC «University Book», 2022. 136 p.

12. Glazunova I.V., Voronina K.P., Barsukova M.V. Investigation of the effectiveness of water protection measures in conditions of intense anthropogenic load on the Yauza River. Prirodoobustrojstvo. 2018. No. 3. P. 40-46.

13. Sanitary rules and regulations SanPiN2.1.5.980-00 Ministry of Health of Russia. Moscow, 2000. docs.cntd.ru/document/1200006938

14. SanPiN2.1.4.1074-01 Drinking water. Hygienic requirements for the water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. http://sosh10.ed09.ru/uploads/sanpin_2.1.4.1074-01.pdf

15. GOST 2761-81 Sources of centralized household and drinking water supply. Hygienic, technical requirements and selection rules. docs.cntd.ru/document/1200003220

Karpenko N.P., Glazunova I.V., Shiryaeva M.A. carried out theoretical and practical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript.

Karpenko N.P., Glazunova I.V., Shiryaeva M.A. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication