

УДК 502/504 : 614.777 : 579

Прогноз изменения качества воды в реке Зеравшан в условиях Узбекистана

Поступила 19.09.2018 г.

© Искандарова Шахноза Тулкуновна¹, Усманов Ислам Аббасович²¹ Ташкентский педиатрический медицинский институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан² Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. Цель исследований разработать меры по охране реки Зеравшан, которая используется для промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения населения ряда областей Республики. Исследованиями установлено, что основным источником загрязнения реки является промышленное предприятие «Навоиазот», которое производит минеральные удобрения для нужд сельского хозяйства. Сброс сточных вод в водоем приводит к загрязнению воды, качество которой не соответствует республиканскому стандарту об источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, о гигиенических, технических требованиях. При этом в воде реки Зеравшан обнаруживаются вредные химические вещества, которые в 2...9 раз, в зависимости от створа наблюдения, превышают установленные на них ПДК. Среднесрочный прогноз показал, что к 2025 году экологическое состояние реки Зеравшан не улучшится в связи с тем, что производство минеральных удобрений планируется увеличить. В связи с этим разработаны рекомендации по охране реки Зеравшан, внедрение которых позволит совершенствовать мониторинг за состоянием водного объекта и улучшить условия водопользования населения.

Ключевые слова. Узбекистан, река Зеравшан, предприятие «Навоиазот», промышленные сточные воды, питьевая вода, водоснабжение, качество воды, анализ воды, бактериологический анализ, прогнозирование.

The forecast of the change of water quality of the Zeravshan River under the conditions of Uzbekistan

Received on September 19, 2018

© Iskandarova Shakhnoza Tulkunovna¹, Usmanov Islam Abbasovich²¹ Tashkent pediatric medical institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan² Scientific research Institute of irrigation and water problems, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract. The purpose of the research is to develop measures for the protection of the Zeravshan river, which is used as an industrial and drinking water supply for the population of several regions of the Republic. Studies have established that the main source of river pollution is industrial enterprise «Navoiazot», which produces mineral fertilizers for needs of agriculture. Discharge of wastewater into the water, leads to pollution of water, and the quality does not correspond to the state standard specification about sources of centralized drinking water supply, about hygienic, technical requirements. At the same time, harmful chemicals are found in the water of the Zeravshan river, which are 2...9 times higher than the MPC installed on them. The medium-term forecast showed that by 2025 the ecological state of the Zeravshan river will not be improved, due to the fact that the production of mineral fertilizers is planned to be increased. In this regard, recommendations on the protection of the Zeravshan river have been developed, which will help to improve the monitoring of the state of the water body and improve the conditions of water use of the population.

Keywords. Uzbekistan, Zeravshan river, the «Navoiazot» company, industrial wastewater, drinking water, water supply, water quality, water analysis, bacteriological analysis, forecasting.

Введение. Река Зеравшан – основной приток реки Амударьи, почти целиком разбирается на нужды ирригации и орошения сельскохозяйственных культур и оканчивается в песках, не доходя до

реки Амударьи. Площадь водосбора реки Зеравшан 12300 км², длина реки 887 км, среднемноголетний расход воды 69,3 км³, среднемноголетний уровень воды 281 см, количество притоков 12, общая

длина притоков 406 км [3, 5]. Является основным поверхностным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения ряда областей Республики [2]. Питание реки смешанное, ледниково-снеговое. Расходы воды резко меняются от 4,6 м³/сек в осеннюю межень до 347 м³/сек в весеннее половодье. Такие колебания расходов создают неблагоприятные условия для разбавления сточных вод. Основным фактором образования поверхностного стока является аккумуляция влаги в горной части, занимающей около 30% всей площади Республики. Река Зеравшан и ее притоки не имеют постоянного круглогодичного стока. В годовом режиме реки выделяется фаза весеннего половодья, во время которой проходит до 80% годового стока. Фаза летно-осенней межени на реке дает 6...12% годового стока (на зимний период приходится 4...6% соответственно). Река Зеравшан имеет небольшой расход и малую водообеспеченность, отличается маловодием, сравнительно небольшую скорость течения, которые обуславливают неблагоприятные условия смешения и разбавления вносимых загрязнений. Неравномерность гидрологического режима реки Зеравшан вызвана одновременным, по всей площади водосбора, поступлением талых или дождевых вод, прохождением паводков и пониженным подземным питанием. Эти процессы неблагоприятно влияют на естественное самоочищение водоисточников. Цель настоящей работы заключается в экологогигиенической оценке качества воды реки Зеравшан в основных створах водопользования населения и разработка рекомендаций по ее охране от дальнейшего загрязнения [5].

Материалы и методы исследований. Для решения цели работы авторами использовался комплекс современных методов, включающих натурные исследования современного состояния реки Зеравшан, используемой для промышленного и централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Самаркандской, Бухарской и Навоийской областей Республики.

Эколого-гигиеническая оценка условий образования, очистки и сброса коммунально-бытовых и промышленных сточных вод в реку Зеравшан проводилась по данным заводских лабораторий и территориальных центров государст-

венного санитарно-эпидемиологического надзора. Отбор проб воды и оценка качества воды реки Зеравшан в пунктах водопользования населения проводились по сезонам 2017 года в соответствии с республиканский Стандартом (O'zDSt 951:2011) «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». Проведен расчет множественной корреляционной и регрессионной зависимости состава сбрасываемых промышленных сточных производственного объединения «Навоiazот» с показателями органического загрязнения речной воды в установленных створах реки.

Для изучения качества воды реки Зеравшан нами было выбрано 3 опорных створа наблюдения, приуроченных к местам использования реки для хозяйственно-питьевого водопользования населения.

Створ №1 расположен на участке реки Зеравшан на расстоянии 400 м ниже Первомайской плотины (в черте с. Раватходжа). На этом участке водоток не имеет крупных сбросов производственных, хозяйственно-бытовых стоков и является относительно чистым.

Створ №2 установлен на участке реки в 3,5 км северо-западнее города Навои. На этом участке реки расположен водозабор централизованного хозяйственно-питьевого водопровода города Навои, где проживает более 300 тысяч человек.

Створ №3 расположен на участке реки юго-западнее города Навои в 1 км ниже сбросов основного источника загрязнения реки Зеравшан – производственного объединения «Навоiazот», выбран для характеристики влияния производственных и хозяйственно-бытовых стоков на формирование качества воды водотока (рис.1).

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ результатов исследований показал существенное загрязнение реки Зеравшан. Дефицит растворенного в воде кислорода и величины биохимического потребления кислорода (БПК) возрастают, достигая максимального уровня в створе №3. Сохранение органических веществ на всех изученных участках водного объекта остается на высоком уровне. Наиболее интенсивное загрязнение воды происходит после сбросов сточных вод «Навоiazот».

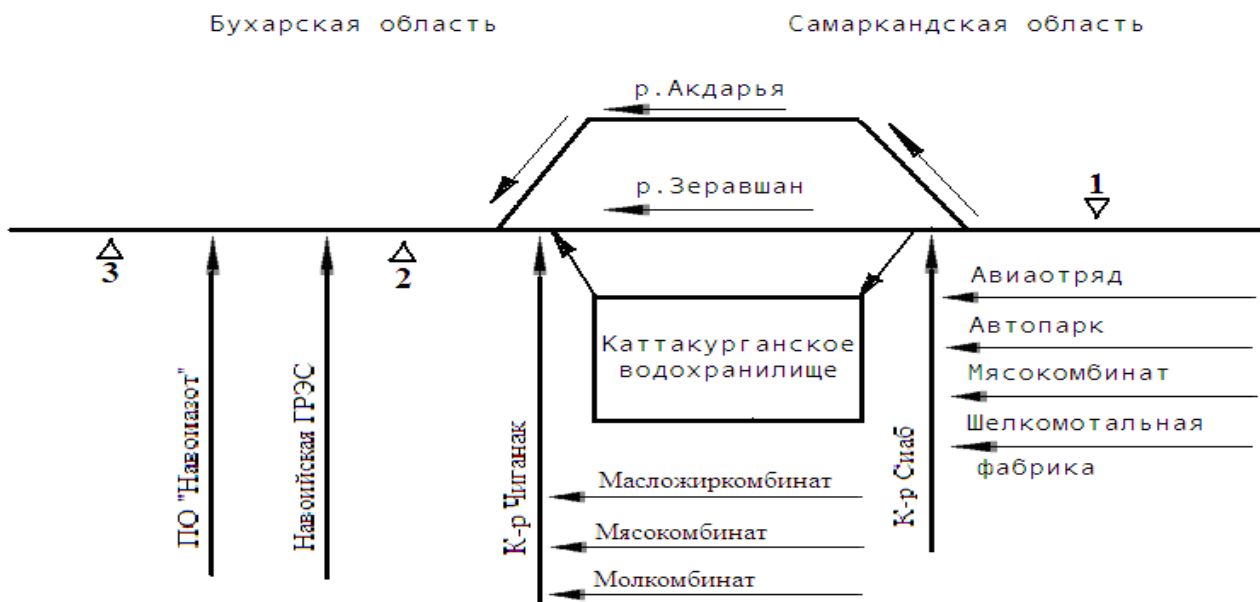


Рис.1. Линейная схема створов наблюдения р. Зеравшан

На этом участке реки Зеравшан количество поступающих загрязнений значительно превышает интенсивность процессов самоочищения воды. Концентрации специфических химических ингредиентов загрязнения — фенолов превышают установленные на них предельно допустимые концентрации (рис. 2). При этом наиболее высокие их концентрации в речной воде отмечаются в летний период времени.

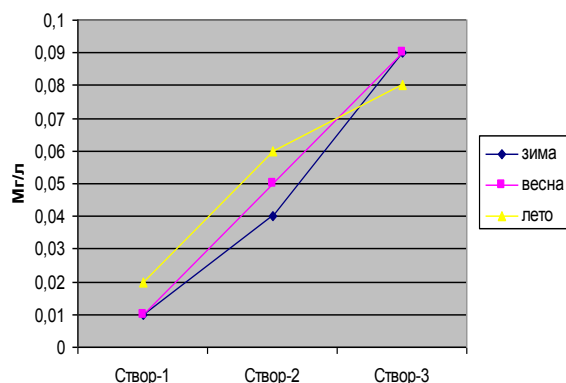


Рис. 2. Динамика концентрации фенолов в воде р. Зеравшан

По мере продвижения воды к устью наблюдается незначительное улучшение ее качества, однако показатели БПК свидетельствуют о еще значительном загрязнении речной воды органическими веществами. По органолептическим показателям отмеча-

ется ухудшение качества воды на участках сбросов «Навоиазот». По мере продвижения воды наблюдается снижение цветности и увеличение интенсивности ощущения по запаху. Активная реакция воды в створе № 3 достоверно снижается. По показателям общей минерализации и общей жесткости качество речной воды также не соответствует гигиеническим требованиям. На участке водозабора хозяйственно-питьевого водопровода качество речной воды не отвечает гигиеническим требованиям по содержанию фенолов и нефтепродуктов. Концентрации фенолов в створе № 2 составляет 4 ПДК, а в створе № 3 — 9 ПДК. Такая же динамика изменения качества воды установлена по показателям нефтепродуктов. Максимальные концентрации нефтепродуктов в створе №1 отмечались на уровне 4 ПДК, в створе № 2 — 5 ПДК, а в створе № 3 — на уровне 9 ПДК. Активная реакция (рН) воды реки в створе № 3 снижается по сравнению со створами № 1 и № 2, составляя 6,2...6,7 соответственно. По-видимому, такое положение обусловлено сбросом сточных вод промышленного предприятия «Навоиазот». Общая минерализация речной воды на участках наблюдения увеличивается по мере продвижения воды к створу № 3, при этом ее максимальные значения в речной воде превышали нормативный уровень (1000 мг/л) в летний период года и составляли 1390 мг/л (рис. 3). Аналоги-

чная закономерность установлена по показателю общей жесткости (рис. 4). В створе № 2 общая жесткость воды превышает нормативный уровень (7 мг-экв/л) и составляет 8,1 мг-экв/л; в створе № 3 этот показатель повышается и составляет в летний период времени 8,9 мг-экв/л и только в створе № 1 остается на уровне нормативных значений.

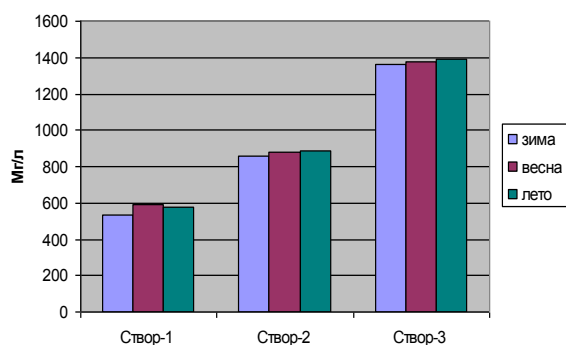


Рис. 3. Сезонная динамика общей минерализации воды р. Зеравшан

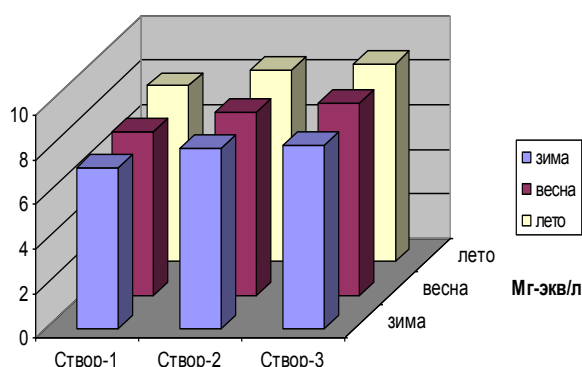


Рис. 4. Сезонная динамика общей жесткости воды р. Зеравшан

Река Зеравшан выше по течению принимает сточные воды предприятий пищевой промышленности, хозяйственно-бытовые сточные воды населенных мест, неорганизованные выпуски с территории населенных мест, животноводческих комплексов. В этой связи качество воды реки Зеравшан подвержено значительным колебаниям и характеризуется высоким микробным числом и наличием бактерий группы кишечных палочек. Индекс лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в воде в среднем 5...8 раз превышает установленный норматив для источников водоснабжения в зависимости от створа наблюдения и сезона года (рис. 5). Количество кишечных палочек и эн-

терококков в воде реки Зеравшан имеет значительные колебания с максимальными значениями их в летний период времени в створах реки, принимающих хозяйственно-бытовые сточные воды.

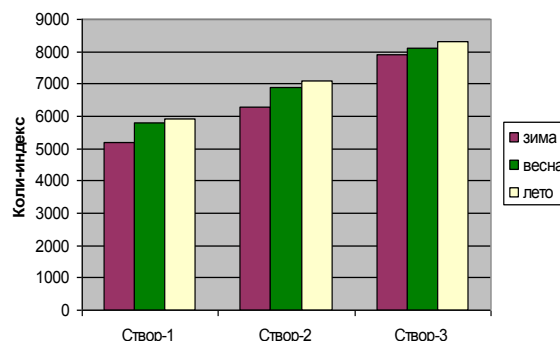


Рис. 5. Динамика ЛКП в воде р. Зеравшан

Комплексное использование и охрана поверхностных водоемов, приоритетность хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования из них выдвигает задачу повышения эффективности эколого-гигиенических исследований в области управления состоянием водных объектов. В этом плане важнейшим аспектом является разработка методологии установления количественных связей между степенью влияния вредных факторов окружающей среды и состоянием водных ресурсов [1, 7]. В этой связи были проведены исследования по среднесрочному прогнозированию качества воды реки Зеравшан на период до 2025 г. Необходимо отметить, что в ряде случаев в результате выполнения всей работы исходные цели и задачи исследования могут быть модифицированы и уточнены по мере получения дополнительной информации в ходе исследования [4, 6]. Анализ взаимосвязи основных структурных единиц системы «загрязняющей выброс – водоем» имеет целью дать количественную оценку взаимосвязи ее переменных. Аналитическое описание зависимости между переменными выполняется на стадии ретроспекции и оценки современного состояния системы и в дальнейшем используется для целей прогноза качества воды водоемов в районах выбросов сточных вод применительно к показателям, характеризующим состояние подсистемы.

Методическая схема, основанная на системном анализе, может быть представлена в виде связанных между собой бло-

ков, имеющих выход на определение объекта прогноза – совокупности параметров системы, определяющей формирование качества воды поверхностных водоемов. В зависимости от существенности исходной статистической информации, характеризующей функционирование системы на период прогноза, возможны различные варианты его осуществления. Начальным этапом работы по прогнозированию является сбор необходимого минимума исходной информации, включающей современные и перспективные данные по объекту прогноза. Это информация необходима для предварительного выбора основных источников загрязнения поверхностных водоемов, уточнения и установления участков рек, для которых будет проводиться прогноз. В качестве независимых переменных могут быть использованы величины показателей органического и минерального состава воды, а также концентрации химического загрязнения воды. В общем виде исследования при построении регрессионных моделей проводятся таким образом, чтобы определить взаимосвязи показателей качества воды в контрольном створе водоема с аналогичными показателями сбрасываемых промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Система уравнений может состоять из уравнений линейной или нелинейной регрессии.

Построению регрессионных моделей предшествует расчет коэффициентов корреляции, которые представляют собой эмпирическую меру линейной или нелинейной зависимости между переменными. После получения коэффициента корреляции проверяется его существенность. В случае существенности этой характеристики предполагается решение двух задач. Первая заключается в выборе независимых переменных, наиболее влияющих на изменение показателей качества воды и определение формы уравнения регрессии, вторая – в оценке параметров уравнения по методу наименьших квадратов. На этом же этапе строятся регрессионные модели взаимосвязи показателей качества воды в контрольных створах водоемов. Построение таких моделей рентабельно при наличии достаточно тесной связи между показателями качества воды, если длина ретроспективного периода достаточно для построения фонда. Тренд (детерминированная компонента) выражается некоторой аппроксимирующей функцией, отражающей закономерности развития

исследуемого процесса. Выбор этой функции осуществляется по минимальным значениям среднеквадратических отклонений методом временных рядов. Для уравнений регрессии с численно оцениваемыми параметрами устанавливается существенность статистической информации и рассчитывается значение их достоверности (вероятности).

Эколого-гигиенический анализ и санитарное обследование предприятия «Навоизот», а также проектной технологической документации, перспективной схемы развития водоснабжения и канализации Навоийского промышленного района на период до 2025 года показал, что именно это промышленное предприятие сохранит существенное влияние в загрязнении реки Зеравшан на период прогноза. В отношении этого предприятия был проведен углубленный санитарный анализ имеющейся информации и составлены эколого-гигиенические характеристики этих объектов как источников загрязнения водного объекта.

Для прогнозирования качества воды реки Зеравшан в створе водопользования населения ниже сбросов предприятия «Навоизот» была обобщена информация по расходам и составу сточных вод на выпусках в реку, по фактическим объемам выпускаемой продукции за период с 2009 по 2017 годы. На основе этой информации и народнохозяйственных планов развития предприятия были определены основные перспективы и тенденции развития промышленного объекта. На предприятии «Навоизот» производится выпуск различных минеральных удобрений, аммиака, аммиачной селитры, натрия хлорида технического, тиомочевины, карбамида, соляной и уксусной кислоты, сульфата аммония, цинка азотнокислого, акрилатов. Установлено, что на перспективу имеет место тенденция возрастания объема выпускаемой продукции к 2020 году: аммиака на 19,5%, аммиачной селитры – 2,7%, уксусной кислоты – 2,5%, сульфата аммония – 16,7%, нитрона – 4,7%. Вместе с тем намечено уменьшить выпуск карбамида на 4,9% в соответствии с запросами сельского хозяйства. В ходе экспертного опроса было установлено, что до 2025 г. промышленные сточные воды будут сбрасываться только в реку Зеравшан. На прогнозируемый период новых источников сброса сточных вод не появится.

Установлено, что изменения количественного и качественного состава промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод и реки Зеравшан в створе наблюдения носят монотонный характер. Выявлена прямая сильная связь между наличием ингредиентов специфического химического загрязнения реки Зеравшан с их содержанием в промышленных сточных водах. Наличие такой зависимости соответствует линейным уравнениям вида:

$$Y=A+Bx.$$

В некоторых случаях математическая зависимость влияния сточных вод на формирование качества воды описывается нелинейными уравнениями регрессии. Полученные данные показали, что погрешности расчетных значений показателей качества воды реки Зеравшан с фактическими в створе хозяйственно-питьевого водопользования находились в пределах от 0,6 до 16,1% и не превышали допустимых величин.

Как показали результаты проведенного на период 2025 г. прогноза нормативы качества воды в реке Зеравшан могут быть нарушены по содержанию аммиака, нитритов, нитратов, нефтепродуктов, акриловой кислоты, метилакрилатов, фенолов, а также санитарно-показательных микроорганизмов. Величины аммиака будут превышать установленные на них нормативы в 2,9; нитритов – 9,3; нитратов – 3,2; фенолов – в 19; метилакрилатов – 2,2 и нефтепродуктов – в 3,4 раза соответственно. На расчетный период прогноза следует также ожидать увеличения содержания в воде показателей бактериального загрязнения воды по индексу лактозоположительных кишечных палочек и *Escherichia coli*. На основании полученных результатов разработаны рекомендации по охране реки Зеравшан, внедрение которых в практику работы территориальных органов санитарно-эпидемиологического надзора позволит улучшить условия водопользования населения и экологическое состояние водного объекта.

Выводы

Основным источником загрязнения реки Зеравшан загрязненными промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами является производственное предприятие «Навоиазот».

Качество воды реки Зеравшан, на участках после сброса недостаточно очищенных промышленных и бытовых

стоков, не соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к водным объектам питьевого назначения.

На основании полученных результатов разработаны эколого-гигиенические рекомендации по охране реки Зеравшан, реализация которых позволит оптимизировать условия водопользования населения Самаркандской, Бухарской и Навоийской областей Узбекистана.

Библиографический список

1. Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Быков Н.И. // Гигиена и санитария. 2006. № 2. С. 5–8.
2. Усманов И.А., Ходжаева Г.А., Мусаева А.К. К вопросу совершенствования мониторинга водных объектов в Узбекистане // Экология и строительство. 2017. № 3. С.4–9. doi: [10.24411/2413-8452-2017-00010](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2017-00010).
3. Файзиева Д.Х., Усманов И.А. Проблемы охраны водоемов и хозяйственно-питьевого водоснабжения в Узбекистане // Экологический Вестник. 2012. № 7. С. 12–14.
4. Усманов И.А., Хасанова М.И. Об охране водоемов и питьевого водопользования в Узбекистане // Экология и строительство. 2018. № 1. С. 9–13. doi: [10.24411/2413-8452-2018-00002](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-00002).
5. Искандарова Ш.Т., Назарова Н.Б., Курбанова М.Б. К вопросу охраны реки Зеравшан // Новый день в медицине. 3-4 (15-16). 2016. С. 311–312.
6. Усманов И.А. Совершенствование экологического мониторинга за водоемами бассейна среднего течения реки Сырдарьи // Экология и строительство. 2017. № 1. С. 10–14. doi: [10.24411/2413-8452-2017-00006](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2017-00006).
7. Расулова Н.Ф., Мухамедова Н.С., Максудова Н.А. К вопросу гигиенического прогнозирования качества воды водоемов в Узбекистане // Проблемы науки. № 2 (15), 2017. С. 89–93.

References in roman script

1. Krasovskij G.N., Egorova N.A., Bykov N.I. // Gigiena i sanitariya. 2006. № 2. S. 5–8.
2. Usmanov I.A., KHodzhaeva G.A., Musaeva A.K. The question of improving of monitoring of water bodies in Uzbekistan // Ekologiya i stroitelstvo. 2017. № 3. S.4–9. doi: [10.24411/2413-8452-2017-00010](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2017-00010).

3. Fajzieva D.H., Usmanov I.A. Problemy ohrany vodoemov i hozyajstvenno-pit'evogo vodosnabzheniya v Uzbekistane. // *Ekologicheskij Vestnik*. 2012. № 7. S. 12–14.

4. Usmanov I.A., Khasanova M.I. The protection of water bodies and drinking water supply in Uzbekistan // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2018. № 1. S. 9–13. doi: [10.24411/2413-8452-2018-00002](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-00002).

5. Iskandarova S.H.T., Nazarova N.B., Kurbanova M.B. K voprosu ohrany reki

Zeravshan // *Novyj den' v medicine*. 3-4 (15-16). 2016. S. 311–312.

6. The improvement of ecological monitoring for water bodies of the middle course of Syrdarya river // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2017. № 1. S. 10–14. doi: [10.24411/2413-8452-2017-00006](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2017-00006).

7. Rasulova N.F., Muhamedova N.S., Maksudova N.A. K voprosu gigienicheskogo prognozirovaniya kachestva vody vodoemov v Uzbekistane // *Problemy nauki*. № 2 (15), 2017. S. 89–93.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Искандарова Шахноза Тулкуновна, доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья, организации и управления здравоохранением; Ташкентский педиатрический медицинский институт; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, ул. Багисшамол 223; тел. +998-71-260-31-26100140.

Усманов Ислам Аббасович, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник; заведующий лабораторией гидроэкологии и охраны водных ресурсов; Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем; Республика Узбекистан, 100000, г.Ташкент, Ул. Асака, д.3; тел. +998-98-361-93-20; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Искандарова Ш.Т., Усманов И.А. Прогноз изменения качества воды в реке Зеравшан в условиях Узбекистана // *Экология и строительство*. 2018. № 3. С. 4–10. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10009](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10009).

Additional Information

Information about the authors:

Iskandarova Shakhnoza Tulkunovna, doctor of medical sciences, professor of the department of organization and management of healthcare; Tashkent pediatric medical institute; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Bagishamol st., 223; phone: +998-71-260-31-26100140.

Usmanov Islam Abbasovich, doctor of medical sciences, senior researcher; head of the laboratory of Hydroecology and protection of water resources; Scientific research Institute of irrigation and water problems; the Republic of Uzbekistan, 100000, Tashkent, Asaka st., 3; phone: +998-98-361-93-20; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Iskandarova Sh.T., Usmanov I.A. The forecast of the change of water quality of the Zeravshan River under the conditions of Uzbekistan // *Ekologiya i stroitelstvo*. 2018. № 1. P. 4–10. doi: [10.24411/2413-8452-2018-10009](https://doi.org/10.24411/2413-8452-2018-10009).