

УДК.: 551.48:626:62413:551.5

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА НАРЫН

**Арыкбаева Гульназ Нуржановна (0009-0005-8763-0527),
Кенжебаева Айгуль Викторовна (0000-0002-2707-0370)**

Кыргызский национальный аграрный университет, Бишкек, Кыргызстан

Аннотация: в данной статье рассматривается современное состояние водоснабжения г. Нарын. Дается общий анализ взаимосвязанных между собой отрицательных последствий климатических изменений на деятельность водоканала г. Нарын, включающее увеличение объема воды в водозаборе, повышение мутности воды, заиливание водопроводных труб и канализационных сетей, ухудшение процессов самоочищения и качества питьевой воды, снижение эффективности очистки сточных вод, загрязнение р. Нарын.

Ключевые слова: город Нарын, водоканал, изменение климата, очистные сооружения, питьевая вода

КЛИМАТТЫН ӨЗГӨРҮШҮНҮН НАРЫН ШААРЫНЫН СУУ ИНФРАСТРУКТУРАСЫНЫН АБАЛЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

**Арыкбаева Гульназ Нуржановна (0009-0005-8763-0527),
Кенжебаева Айгуль Викторовна (0000-0002-2707-0370)**

Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек, Кыргызстан

Аннотация: бул макалада Нарын шаарын суу менен камсыздоонун азыркы абалы каралат. Нарын шаарынын суу каналынын ишине климаттык өзгөрүүлөрдүн өз ара байланышкан терс кесепеттеринин жалпы анализи берилет, анын ичинде суу топтоодогу суунун көлөмүнүн көбөйүшү, суунун булганышынын көбөйүшү, суу түтүктөрүнүн жана канализация тармактарынын баткагы, өзүн-өзү тазалоо процесстеринин жана ичүүчү суунун сапатынын начарлашы, саркынды сууларды тазалоонун натыйжалуулугунун төмөндөшү, Нарын дарыясынын булганышы.

Өзөктүү сөздөр: Нарын шаары, суу канал, климаттын өзгөрүшү, тазалоочу жайлар, ичүүчү суу

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE STATE OF THE WATER INFRASTRUCTURE OF THE CITY OF NARYN

**Arykbaeva Gulnaz Nurzhanov (0009-0005-8763-0527),
Kenzhebaeva Aigul Viktorovna (0000-0002-2707-0370),**

Kyrgyz National Agrarian University, Bishkek, Kyrgyzstan

Аннотация: this article discusses the current state of water supply in Naryn. A general analysis of the interrelated negative effects of climate change on the activities of the Naryn water utility is given, including an increase in the volume of water in the intake, increased turbidity of water, siltation of water pipes and sewer networks, deterioration of self-purification processes and drinking water quality, reduced efficiency of wastewater treatment, pollution of the Naryn river.

Keyword: *Naryn city, water channel, climate change, sewage treatment plants, drinking water.*

1. Введение

Всем известно, что изменение климата оказывает негативное воздействие на самые различные аспекты нашей жизни, особенно это касается запасов пресной воды. Все источники пресной воды на Земле теснейшим образом связаны с климатом, а изменение климата напрямую усугубляет нехватку питьевой воды.

Кыргызская Республика единственная страна в Центральной Азии, водные ресурсы которой полностью формируются на собственной территории, но несмотря на это около 70% населения страны уже имеет проблемы с доступом к чистой воде. Усугубляет данную ситуацию еще состояние водоносной инфраструктуры республики, заложенная еще в середине прошлого века. Многие исследования состояния инфраструктурных водных сетей в постсоветских странах Центральной Азии показывают ее изношенность. Стоит также отметить, что долгое время в Кыргызстане к воде относились как к чему-то наименее ценному, кое-где такое отношение сохраняется до сих пор.

На сегодняшний день проблема очистных сооружений г. Нарын является очень актуальной не только для города, но и для всего Центрально-Азиатского региона. Неочищенные сточные воды попадают в реку Нарын, которая является источником питьевого водоснабжения для населенных пунктов, расположенных ниже по течению. Река Нарын также является началом реки Сырдарья, что может привести к загрязнению бассейна Аральского моря.

Особое внимание должно уделяться обеспечению водной безопасности города, под которым подразумевается обеспечение услугами Водоканала уязвимому и плохо обслуживаемому населению.

Цель наших исследований – обозначить влияние изменения климата в регионе на водоснабжение г. Нарын, чтобы в последующем разработать меры по

адаптации к климатическим изменениям и обеспечить устойчивое водоснабжение.

2. Материалы и методы исследования

В данной статье был использован метод аналитического исследования с целью изучить взаимосвязь влияния климатических изменений на деятельность водной инфраструктуры. Были собраны и обработаны литературные, фондовые материалы для выявления и измерения возможных рисков и их воздействия. В 3-м разделе произведен детальный анализ данных предприятия и климатических изменений. Все эти данные были систематизированы и представлены в графической форме.

3. Результаты исследования

Г. Нарын с населением 41419 человек считается самым холодным из всех городов Кыргызстана. Температура зимой может достигать около -400°C , средняя температура воздуха в городе за 1980-2019 годы составила $4,10^{\circ}\text{C}$, среднее количество осадков (1979-2018 гг.) – 340 мм. Отмечается повышение температуры воздуха и увеличение количества осадков) (Официальный сайт Национального статкомитета КР).

В городе Нарын существует муниципальное предприятие Нарын Водоканал, оказывающее услуги водоснабжения и водоотведения для города. Водоканал снабжает питьевой водой ледникового происхождения городское население (около 72,03%), а также коммерческие, промышленные и бюджетные организации города. Около 22 % населения подключены к услугам водоотведения (Внутренние годовые отчеты, 2023).

Деятельность предприятия по оказанию услуг водоснабжения включает в себя: забор и очистку воды; транспортировку



Рис.1. Существующие канализационно-очистные станции (КОС).

воды; реализацию воды потребителям. Протяженность водопроводных сетей составляет более 104 км.

Вода поступает в город из трех зон (западной - Батыш, центральной - Ак-бечел, восточной - Теке-Серик). Питьевая вода западной и восточной зон поднимается из скважин, где был произведен ремонт и установлены новые насосы в рамках проекта АРИС. Центральная зона обеспечивается водой из родников и небольшая часть зоны к северо-востоку обслуживается из скважины, относительно недавно отремонтированной и принятой муниципалитетом (водозабор «Кирпичный завод»). Мощность существующих

водозаборных сооружений составляет порядка 10000 м³/сут. При том, что согласно существующим нормам потребления (учет потребляемой воды ведется в основном без использования водомеров) требуется порядка 6000 м³/сут. Как следствие, потери воды, включающие технические утечки в системе и неучтенный отбор воды свыше требуемых норм отпуска, составляют по различным оценкам от 44% до 67%.

Канализационно-очистная сеть города (КОС) построена в 1960-х годах вместе с водоочистой станцией (1967-74 гг.), расположена в северной части города, на левом берегу реки Нарын (рис.1). Вторичная и третичная ступени

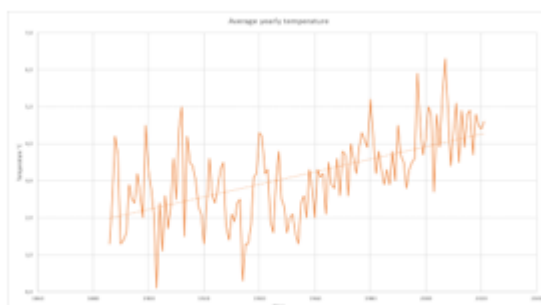


Рис. 2. Среднегодовая температура в городе Нарын.



Рис. 3. Количество осадков в городе Нарын.

очистки изначально не были введены в эксплуатацию из-за климатических условий данной местности, поэтому сточные воды сбрасываются непосредственно в реку без серьезной очистки (Технико-экономическое обоснование Нарынского проекта, 2017).

Город Нарын имеет незавершенную систему раздельной канализации, т. е. сточные воды сбрасываются в городскую канализацию из жилых районов города, муниципальных зданий и промышленных предприятий. Трубы первоначально были полностью из асбестоцемента, а в последнее время - из смеси асбестоцемента и чугуна.

Система канализации состоит из 27 км коллекторной сети в центральной части, охватывающей около 38% города. В сети имеется 915 канализационных колодцев, состояние которых, в целом, удовлетворительное. Собираемые сточные воды, имеющие в основном бытовое происхождение, поступают на очистные сооружения, главным образом, самотеком, а также через насосную станцию, построенной в 2006 году в рамках проекта «Инфраструктура малых городов и

наращивание потенциала», финансируемого Всемирным банком по контракту ARIS «Реабилитация системы водоснабжения и канализации города Нарын» (Технико-экономическое обоснование Нарынского проекта, 2017).

Климатические изменения в регионе вызовут цепную реакцию взаимосвязанных отрицательных последствий для деятельности водоканала г. Нарын

По данным Кыргызгидромета наблюдается увеличение температуры воздуха с 1860 по 2020 годы (рис 2). К 2050 г. можно прогнозировать повышение температуры в 2,5 раза (Температура воздуха и осадки по месяцам и годам).

Повышение температуры в регионе неизбежно приводит к изменению количества осадков. (рис 3) (Калашникова О.Ю., 2022).

Река Нарын в своем верхнем течении (г. Нарын) относится к ледниково-снеговому, а в нижнем – к снегово-ледниковому питанию, в период половодья имеет два пика водности: первый – в период таяния сезонного снега (апрель-июнь), второй - в

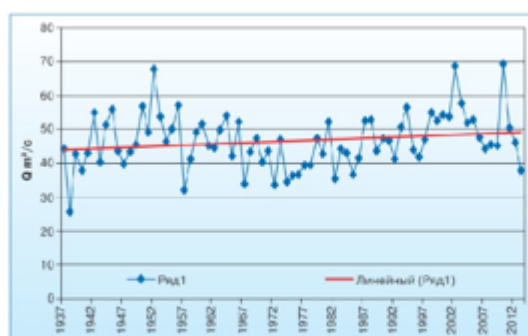


Рис. 4. Изменения среднегодовых расходов р. Нарын-устье.

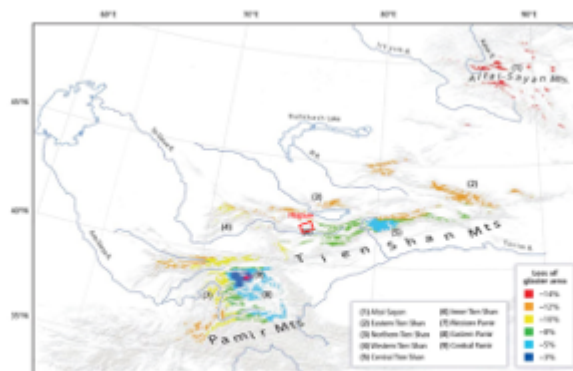


Рис. 5. Потери площади ледников в Тянь-Шане и Памире с 1960- 2010 гг.

период таяния ледников (июль-сентябрь) (Данные по объёму реки Нарын, 2022).

Анализ изменения среднегодовых расходов р. Большой Нарын с 1937 по 2012 гг. показывает увеличение расходов воды на 12%. (рис. 4.). Данный график показывает влияние повышения температуры и продолжительности теплого периода на сток реки Нарын а также свидетельствует о таянии многовековых ледников (Каюмов А., 2014). Результаты тематического исследования "Ледники Центральной Азии" показывают потери площади ледников в Нарынском регионе с 1960-х годов на 10%. (рис. 5).

По прогнозам до 2030 гг. поверхностный сток, скорее всего, увеличится за счет таяния ледников. Однако в долгосрочной перспективе существует риск сокращения поверхностного стока. Все эти элементы влекут за собой риск поверхностных наводнений в приречных городах, таких как

Нарын, с потенциальными последствиями для качества воды и повреждения инфраструктуры (Каюмов А., 2014).

Как говорилось выше, основным источником водоснабжения г. Нарын является открытый источник ледникового происхождения Ак-бечел. Повышение температуры в последние годы увеличило производство воды с вышеуказанного источника, что подтверждается данными Водоканала о существующей нагрузке сооружений питьевого водоснабжения, составившим в 2020 году 7860 м³/сут., а в 2024 году - 11090 м³/сут. (рис. 6) (Внутренние годовые отчеты, 2023).

Увеличение осадков, как нам известно, приводит к наводнениям, селям. Селевые потоки переносятся в город Нарын (рис. 7). То же самое относится и к лавинам, которые сходят в те же долины и, в конце концов, переносят снег и обломки в г. Нарын (Мониторинг и прогнозирование опасных

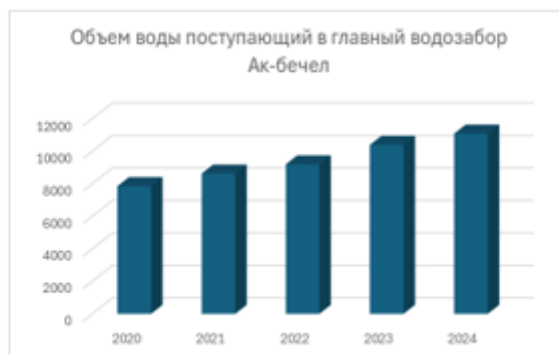


Рис.6. Объем воды поступающий в главный водозабор Ак-бечел за 2020-2023гг.

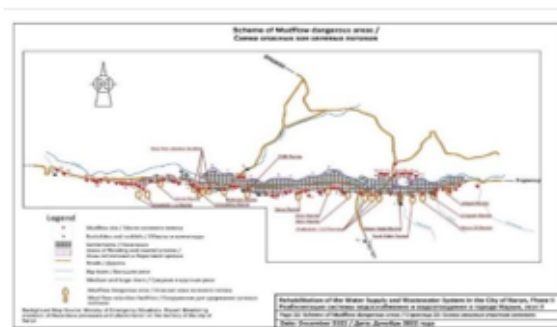


Рис. 7. Нарынская схема селевых потоков



Рис. 8. Изменение количества взвешенных веществ в р. Нарын за 2018-2022 гг.

Таблица 1. Прогнозируемое изменение климата в регионе и воздействие на водоканал г. Нарын

Изменения климата	Последствия	Риски для водоканала
<p>Изменение температуры воздуха</p> <p>Повышение максимальной температуры свыше 380С:</p> <ul style="list-style-type: none"> - от 0–3 дней на 2022 г. - до 69 дней к 2050 г. <p>Изменения режима и количества дождевых осадков:</p> <ul style="list-style-type: none"> -увеличение осадков в зимне-весенний период; -снижение осадков летом; -доля осадков в форме ливневых дождей увеличивается примерно с 45% до 70 %; -больше снега на низких высотных отметках. 	<ul style="list-style-type: none"> -Увеличение спроса на воду; -увеличение испарения -снижение эффективности очистки питьевой воды; - повышение загрязнения реки Нарын, т.к. сточные воды меньше разбавляются. -Риск паводков из-за одновременного увеличения таяния снега и ранних весенних дождей; -риск схода оползней; -риск селевых потоков; -ухудшение качества питьевой воды, дренажных, сточных систем и очистки сточных вод. 	<ul style="list-style-type: none"> -Снижение давления в водопроводных сетях; -повышение спроса на воду, в том числе на орошение; -водяные насосы не могут поддерживать напор воды, необходимый для удовлетворения спроса; - заиливание канализационных сетей. -Заиливание быстрых фильтров для очистки питьевой воды приводит к заилению водопроводных труб; -снижение давления воды в водопроводных сетях из-за сброса паводковых вод; -увеличение объема сточных вод в канализационных сетях; -заиливание канализационных сетей; -потенциальное затопление объектов водоснабжения и водоотведения

природных процессов на территории КР, 2022).

Таяние снега приводит ускорению эрозионных процессов, показателям которых является повышение мутности воды и осаждение взвешенных частиц. Оценка содержания взвешенных частиц в талых водах очень остро стоит в Водоканале, так как основной источник воды относится к открытому типу, и при увеличении мутности взвешенные вещества перекрывают водные потоки воды и перенаправляют их через канал в реку Нарын. Мощности существующих сооружений, предназначенных для удержания воды и грязевых масс, недостаточно. Для предотвращения попадания талой воды в канализационную систему крышки люков должны быть герметично закрыты. (Генеральный план канализации, 2023).

Нами были использованы анализы содержания взвешенных веществ р. Нарын за 2018-2022 гг., показывающие наличие продуктов размыва почв, горных пород и других различных частиц органического происхождения. Концентрация взвешенных веществ связана с сезонными факторами, что видно из графика (рис.8). Также стоит отметить, что в паводковый период с каждым годом количество взвешенных веществ увеличивается (Протоколы испытаний, 2024).

Взвешенные вещества являются основным исходным материалом для образования донных осадков. Большое количество взвешенных частиц, поступающих со сточными водами, приводит к замедлению процесса самоочищения и накоплению осадков большой мощности, в которых развиваются бактериальные анаэробные процессы, длительное время поддерживающие поступление в воду продуктов анаэробного распада (Руководящий документ, 2019).

Воздействие климатических изменений на деятельность водоканала г. Нарын несет определенные возможные угрозы (риски), выявление которых важно

для разработки мер по предотвращению или смягчению отрицательных последствий, обеспечения безопасности населения, устойчивого управления водоснабжением. (табл. 1).

Нами представлены климатические изменения и их последствия, ведущие к рискам для водоканала.

4. Дискуссия

Влияние климатических изменений на водные ресурсы имеет множество аспектов. Многие авторы, отмечают, в первую очередь влияние на доступность и количественные показатели водных ресурсов, а также на качество воды и др. Глобальное потепление климата выявило и усугубило проблемы водной инфраструктуры многих городов бывшего Союза, в том числе очистных сооружений, которые в конечном итоге создают угрозы безопасности и средств существования людей, включая инфекционные и др. заболевания.

Всем известно, что муниципальные предприятия, в частности водоканалы, являются заведомо убыточными предприятиями, расходы которого частично покрываются бюджетом страны, и естественно в государственном бюджете не хватает собственных средств, которые можно было бы направить на развитие водной инфраструктуры. Из-за нехватки средств медленно идет замена и прокладка новых труб. В Кыргызстане около 70% водопроводной сети изношена. Естественно, что отсутствие возмещения затрат на водопользование, недостаточные инвестиции в водные услуги и плохая функциональность приводят к тому, что инфраструктура и системы водоснабжения не успевают за достижением устойчивого развития в области водоснабжения и санитарных условий. Все более серьезные последствия изменения климата доводят водные системы до предела их возможностей.

В городах должны разрабатываться эффективные меры по управлению рисками и адаптации к изменениям климата в сфере

водоснабжения.

5. Выводы

Таким образом, используя многолетние измерения метеопараметров, анализ гидрологических характеристик р. Нарын, данные об опасных природных явлениях в регионе нами установлено, что изменение климата окажет отрицательное прямое и косвенное воздействие на инфраструктуру городского водоснабжения:

- Произойдет повышение спроса на воду.

- Снижение эффективности очистки питьевой воды неизбежно приведет к повышению загрязнения воды в р. Нарын.

- Увеличения таяния льдов, снега и весенних осадков повлечет угрозу схода лавин, оползней, селей.

В дальнейшем эти последствия приведут к возникновению потенциальных угроз, в том числе ущерба, для водоканала.

Основываясь на текущем состоянии Нарынского водоканала и прогнозах климатических изменений, предприятию следует сфокусироваться на непрерывном улучшении управления.

6. Использованная литература:

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Кыргызской Республики. Получено из: <https://www.stat.kg/ru/formy-statisticheskoy-tchetnosti/demograficheskaya-statistika/>.

2. Температура воздуха и осадки по месяцам и годам. Получено из <http://pogodaiklimat.ru/history/36974.htm>.

3. Внутренние годовые отчеты Нарынского предприятия «Водоканал» за 2020-2023 г. (2023). Нарын.

4. Feasibility Study / Технико-экономическое обоснование Нарынского проекта. (2017). Бишкек.

5. Генеральный план канализации. (2023). Концепция управления иловым осадком концепция управления тальми водами/селями. Поддержка реализации проекта. Восстановление системы водоснабжения и водоотведения в

городе Нарын, фаза II. Нарын.

6. Калашникова О.Ю. (2022). Исследование влияния климатических факторов на формирование стока рек Нарынского бассейна и их долгосрочный прогноз. Автореф. дис. канд. географ. наук. Бишкек.

7. Данные по объёму реки Нарын. (2022). Гидрометеорологическая служба (Кыргызгидромет). Бишкек: Кыргызгидромет.

8. Калашникова О.Ю., Усубалиев Р.А., Аламанов С. (2020). Изменение объёмов, составляющих стока на реке Нарын за многолетний период (1964-2017 годы). Журнал Известия ВУЗов Кыргызстана, №2, 8-13.

9. Каюмов А. (2014). Ледники и водопользование в Центральной Азии. Доклад-презентация. Первая международная научная экспедиция. Женева.

10. Мониторинг и прогнозирование опасных природных процессов на территории Кыргызской Республики на 2022 год. (2022). Министерство по чрезвычайным ситуациям. Получено из: <https://cesdrr.org/>.

11. Протоколы испытаний проб воды р. Нарын от Департамента экологического мониторинга при Министерстве природных ресурсов КР. (2020-2024). Нарын.

12. Руководящий документ РД 52.24.468-2019. (2019). Массовая концентрация взвешенных веществ и сухого остатка в водах. Методика измерений гравиметрическим методом" (утв. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 30 декабря). Москва.

13. Создание потенциала по адаптационным мерам в Кыргызской Республике: Изучение на конкретных примерах в водном секторе. Получено из: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/125791574230285233-0080022019/related>.