

Список цитированных источников

1. Михневич, Э. И. Водопроводные сети: учебное пособие / Э. И. Михневич, С.В. Андреюк. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 156 с.
2. Орлов, В. А. Водоснабжение: учебник / В.А. Орлов, Л.А. Квитка.–М.: ИНФРА-М, 2017. – 441 с.
3. Орлов В.А. Строительство, реконструкция и ремонт водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами / В.А. Орлов, Е.В. Орлов. –М.: ИНФРА, 2007.
4. Храменков, С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети / С.В. Храменков. – М.: Стройиздат, 2005. – 398 с.

УДК 556.18 + 626/627

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. АЛУШТАЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА *И. В.Николенко¹, Н. С. Мельникова², Э. А Каримов³*

¹Профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Институт «Академия строительства и архитектуры», Симферополь, Россия, nikoshi@mail.ru

²Аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и санитарной техники института «Академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»»

³Директор Симферопольского филиала ГБУ РК «Крымское управление водного хозяйства и мелиорации»

Аннотация

В статье рассматривается понятие устойчивости в контексте систем водоснабжения. Оцениваются различные аспекты устойчивости, такие как качество воды, доступность водных ресурсов и способность системы противостоять различным видам воздействия. На примере разработанной модели определения устойчивости выявлены характеристики, на основе которых можно описать режимы функционирования системы, с выделением устойчивых или неустойчивых состояний. Выполнен анализ годового баланса Изобильненского водохранилища естественного стока Республики Крым, которое является источником водоснабжения г. Алушта. Проанализирована степень наполнения Изобильненского водохранилища за 2020-2022 гг. и определены значимые факторы, определяющим устойчивостью системы водоснабжения г. Алушта Южного берега Крыма .

Ключевые слова: устойчивость, антропогенное воздействие, водохранилище, система водоснабжения, приток.

ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE WATER SUPPLY SYSTEM IN ALUSHTA THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA

I. V. Nikolenko¹, N. S. Melnikova², E. A. Karimov³

Abstract

The article discusses the concept of sustainability in the context of water supply systems. Various aspects of sustainability are assessed, such as water quality, availability of water resources and the ability of the system to withstand various types of impacts. On the example of the developed model for determining stability, the characteristics are revealed, on the basis of which it is possible to describe the modes of functioning of the system, with the allocation of stable or unstable states. The analysis of the annual balance of the Izobilnensky reservoir of the natural flow of the Republic of Crimea, which is the source of water supply in Alushta, is carried out. The degree of filling of the Izobilnensky reservoir for 2020-2022 is analyzed and significant factors determining the stability of the Alushta water supply system are identified.

Keywords: sustainability, anthropogenic impact, reservoir, water supply system, inflow.

Введение. Водные ресурсы являются одним из самых важных ресурсов для человечества и играют ключевую роль в экономике, сельском хозяйстве, промышленности и других отраслях. Несмотря на это, их состояние в настоящее время находится под угрозой из-за интенсификации хозяйственной деятельности и других воздействий. Это может привести к потере устойчивого состояния и уязвимости к антропогенному воздействию.

В настоящее время существует множество методов для оценки экологического состояния водных объектов, включая единичные, комплексные и интегральные методы. Однако, следует отметить, что эти методы не могут быть универсальными подходами к оценке устойчивости систем водоснабжения и дают только приближенное значение, не позволяя получить полное представление о состоянии системы водоснабжения.

Анализ последних исследований. Устойчивость системы водоснабжения часто определяется как отсутствие перебоев в поставке качественной воды потребителям с поддержанием необходимого уровня показателей на объектах водоснабжения[1-4].

Устойчивость системы водоснабжения [5] определяет, как ее способность сохранять стабильность структуры и текущего режима работы, поддерживая оптимальный уровень качества воды при определенных показателях подачи и напора для заданного количества пользователей и в течение определенного периода времени, на протяжении которого могут возникать перебои с водоснабжением, с учетом негативных воздействий окружающей среды на источники водоснабжения.

В научном труде [6] разработан систематический подход к анализу устойчивости функционирования водопроводных сетей и предложен метод расчета минимальных показателей параметров надежности при уменьшении подачи воды потребителю и напора относительно их проектных значений.

В работах [7-9] рассматриваются принципы устойчивой и надежной работы сооружений при реконструкции объектов систем водоснабжения (СВ) и в условиях сокращения потребления воды.

В более широкой трактовке, под устойчивостью системы, которая претерпевает негативные воздействия, понимается способность системы сохранять внутренние структурные связи и функциональные особенности, находясь внутри области устойчивого состояния [10-12].

Результаты оценок последствий антропогенных воздействий могут быть различны в зависимости от трактовки понятия «устойчивости». Следует отметить, что несмотря на исключительную актуальность проблемы устойчивости и связанной с ней проблемы уязвимости водных систем они также не получили четкого определения. Если при антропогенном или естественном воздействии некоторые параметры системы, ответственные за устойчивость, приобретают критические значения, то такая система характеризуется лишь относительной устойчивостью к отдельным видам воздействий.

Материалы и методы. Анализ факторов, влияющих на устойчивость систем водоснабжения, связанных с состоянием водных ресурсов, и учитывающих внешние воздействия, показал, что возможные проблемы с устойчивостью в этих системах можно разделить на три категории:

Первая категория - потеря минимально допустимого уровня воды в водозаборном источнике;

Вторая категория - значительное изменение характеристик воды в источнике, включая увеличение концентрации загрязняющих веществ и появление новых видов загрязнений, для устранения которых существующие системы водоподготовки не приспособлены;

Третья категория - нарушение нормального функционирования элементов системы водоснабжения, которые непосредственно взаимодействуют с водными ресурсами.

В свою очередь, устойчивость работы системы водоснабжения, выраженную через динамику обобщенных параметров состояния, можно оценивать, как устойчивость тех или иных режимов функционирования системы.

Наиболее распространенным способом оценки устойчивости динамической системы является построение и исследование их теоретических моделей. Необходимо использовать конкретные характеристики, на основе которых можно описать режимы функционирования системы, с выделением устойчивых или неустойчивых состояний.

В качестве практического инструмента применения теоретических методов исследования рекомендуется использовать модель определения устойчивости для первой категории (рис 1).

Данная схема создается на основании базы суточных данных по всем этим пяти показателям из сводок эксплуатирующих организаций на основании сводок ГК по водным ресурсам для 5...8 летнего периода. С учетом ограничений

$0 \leq w_{Tc}(t) \leq w_{Tcmax}$ – максимальная пропускная способность сооружений для технологического сброса; величина управляется и регулируется

$$W_{mo} \leq W(T) \leq W_{max},$$

W_{mo} – мертвый объем водохранилища при котором невозможна подача воды из него, поэтому система водоснабжения теряет устойчивость.

W_{max} – полный проектный объем водохранилища, значение которого ограничивает возможность дальнейшего притока из-за переполнения;

$Q_B(t)_{min} \leq Q_B(t) \leq Q_B(t)_{max}$ - диапазон суточного водопотребления, который зависит от численности населения, схемы водоснабжения, уровень комфортности, техническое состояние сетей, перспективных схем развития и т.д.

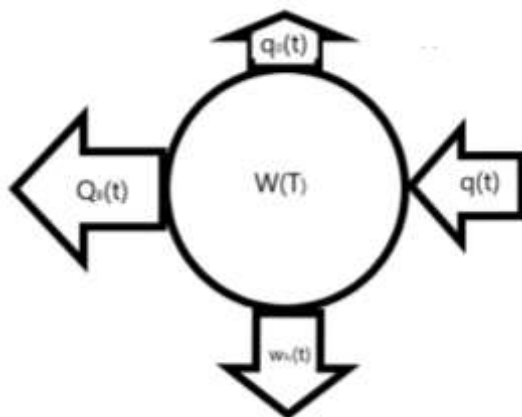


Рисунок 1 – Схема модели водопользования населенного пункта из источника водоснабжения – водохранилище естественного стока:

$q(t)$ - суточный приток в водохранилище в тыс. m^3 ; $q_0(t)$ - испарение с поверхности тыс. m^3 в сутки; $w_{Tc}(t)$ - технологический сброс из водохранилища в сутки тыс.

m^3 ; $Q_B(t)$ - расход на водоснабжение города из водохранилища в тыс. m^3 ;

$W(T)$ - наполнение фактическое водохранилища в млн. m^3 .

При подаче $Q_B(t) < Q_B(t)_{min}$ – нарушается устойчивость системы водоснабжения города. Величина $Q_B(t)$ регулируется и управляется в течении суток, либо ежедневно с учетом выходных дней и будней, а также по сезонам года. Для системы водоснабжения является основной так как определяет объемы энергозатрат, себестоимость воды, а также влияет на показатели надежности

$q_0(t) = f [W(T), t^0C(T), v(T)]$ – испарение с поверхности водохранилищ зависит от площади поверхности воды в них, температуры воздуха и скорости ветра.

Методы исследований. Модель, представленная на рис.1, разработана для Изобильненского водохранилища естественного стока Крыма, которое является источниками СВ для г. Алушты. Исходные данные для этой модели собраны по суточным сводкам ГБУ РК «Крымское управление водного хозяйства и мелиорации» по наполнению этих водохранилищ за 2020 – 2022 годы (табл. 1).

Таблица 1 – Годовой баланс Изобильненского водохранилища естественного стока Республики Крым за 2020-2022 гг.

Год	приток, тыс. м ³	водоснабжение, тыс. м ³	испарение, тыс. м ³	тех. сброс, тыс. м ³
2020	3134,0	7864,1	366,0	0
2021	2329,1	4243,1	365,0	0
2022	10772,5	4665,7	365,0	0

Результаты и обсуждение. Крым всегда радует местных жителей и гостей полуострова мягким климатом и природными достопримечательностями. Однако проблемы с водой, пригодной для питья и орошения земель, всегда были актуальны. Больше всего страдали крупные курортные города, особенно Алушта. Водоохранилище стало настоящим спасением для Алушты и всего региона, решив проблему с водоснабжением. Оно было построено в северо-западной части от Алушты, недалеко от старой Ялтинской трассы, которая проходит через заповедные места. Глубина водохранилища в некоторых местах может достигать 70 метров, что делает его самым глубоким в Крыму среди подобных водоемов. Водоохранилище удерживает полукилометровая земляная плотина, обеспечивая стабильность и безопасность водоснабжения региона. Основные параметры водохранилища включают длину в 4 километра и площадь водного зеркала 0,61 км², максимальный объем воды 13 млн м³.

На рисунке 2 показан приток и расход воды на водоснабжение Изобильненского водохранилища. Анализ данных по притокам показал, существенную временную неравномерность распределения стока. Причем неравномерность его распределения зачастую асинхронна потребностям населения. В летний период, когда водопотребление достигает своего максимума в связи с увеличением количества жителей за счет туристов, сток воды сокращается до минимума в связи с очень малым количеством осадков.

Анализ степени наполнения Изобильненского водохранилища(рис.3) свидетельствует о том, что наиболее значимым фактором, определяющим устойчивость системы водоснабжения, является наличие стока, динамика которого выражена межгодовыми и многолетними колебаниями. Негативное воздействие отсутствия стока носит временной характер, способствуя неустойчивому состоянию систем водоснабжения в определенном временном интервале и снижению способности по предоставлению услуг водоснабжения. Выполненный анализ представленного характера наполнения показал, что в течении двух лет фактический объем наполнения изменялся от достижения максимального проектного объема до мертвого, при котором подача питьевой воды в город Алушта становилась невозможной.

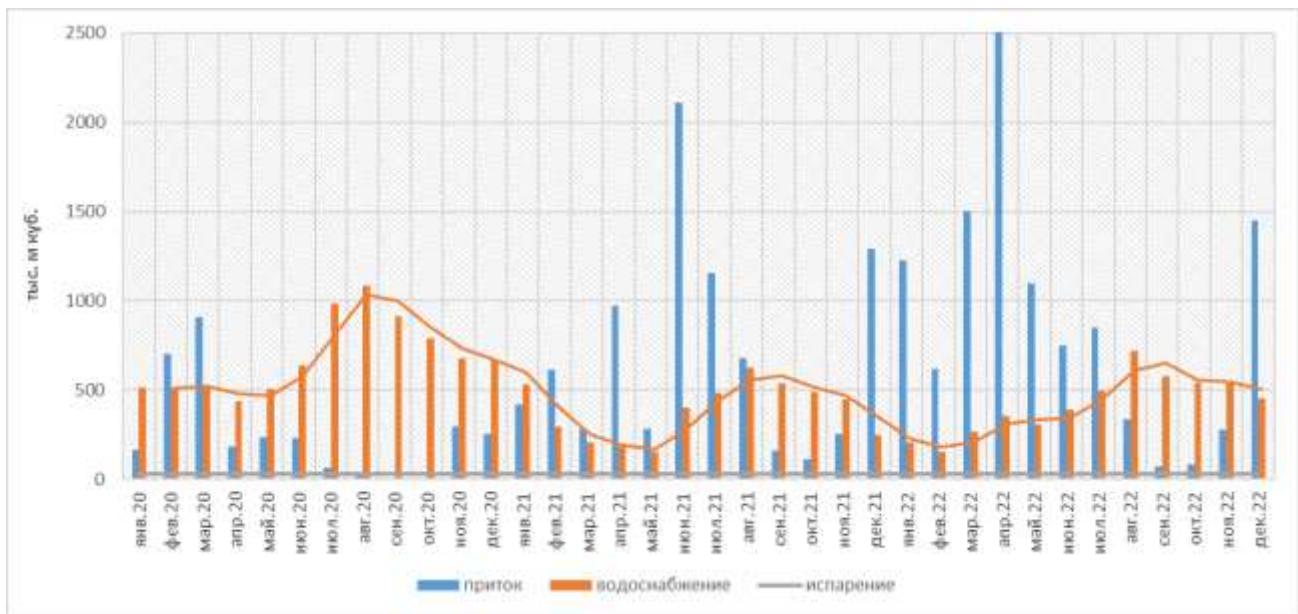


Рисунок 2 – Приток и расход воды на водоснабжение Изобильненского водохранилища за 2020-2022 гг.

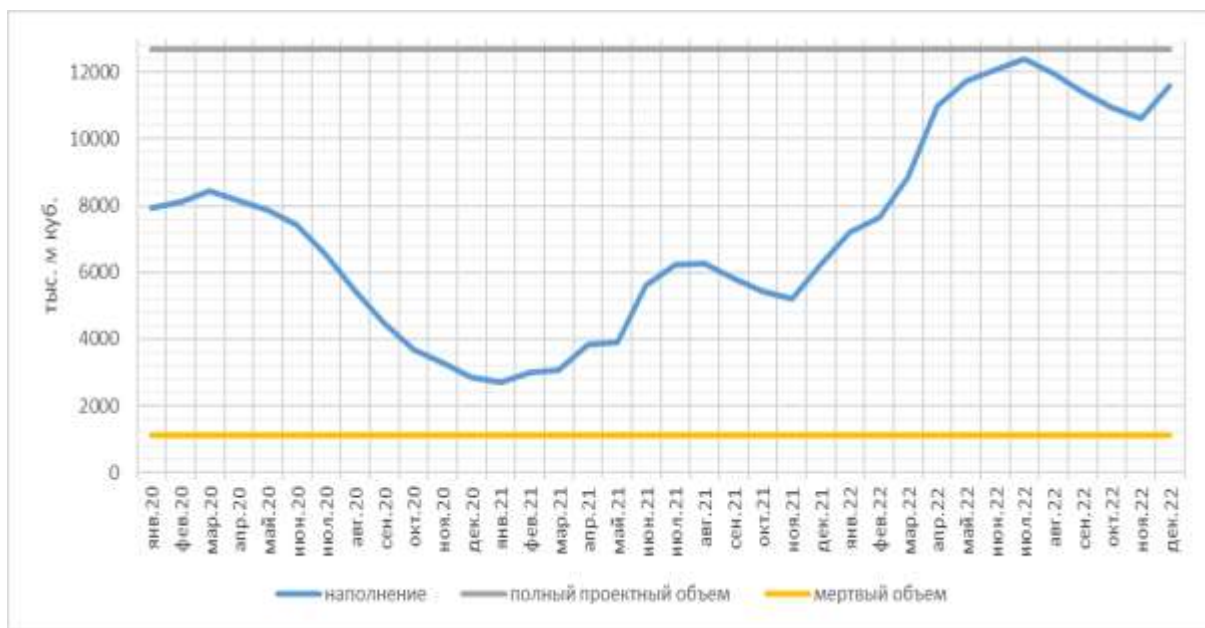


Рисунок 3 – Наполнение Изобильненского водохранилища 2020-2022 гг.

В работе было показано, что анализ устойчивости системы водоснабжения г. Алушты известными методами, которые применяются для оценки водных объектов, не позволяет адекватно оценить эти условия. Предложенная модель водопользования населенного пункта из основного источника водоснабжения – водохранилище естественного стока (рис. 1), а также массивы многолетних данных наблюдений за источником водоснабжения и показателями системы водоснабжения г. Алушта позволяют создавать для них нейросетевые модели для мониторинга условий устойчивости, а также разработки мероприятий по ее обеспечению.

Выводы. Одним из ключевых аспектов исследования систем водоснабжения является понятие устойчивости, связанной с влиянием человека на водные ресурсы и необходимостью оценки этого воздействия. Если рассматривать более широко, устойчивость системы, подверженной негативным воздействиям, можно определить, как ее способность сохранять внутренние связи и функции, оставаясь внутри области устойчивого состояния.

Для более глубокого понимания концепции устойчивости в контексте систем водоснабжения, необходимо рассматривать различные аспекты этого явления.

При анализе устойчивости систем водоснабжения особенно важно определить факторы, обеспечивающие устойчивость.

Во-первых, это определение условий, при которых система может считаться устойчивой. К таким условиям могут относиться:

- Наличие достаточного количества водных ресурсов для обеспечения потребностей населения и экономики.

- Сохранение качества воды на приемлемом уровне, позволяющем использовать ее для питья и хозяйственных нужд.

- Способность системы адаптироваться к изменениям окружающей среды и антропогенному воздействию.

- Устойчивость к экстремальным погодным явлениям, таким как засухи и наводнения.

- Возможность восстановления системы после аварий или стихийных бедствий.

Каждый из этих факторов играет свою роль в обеспечении устойчивости системы водоснабжения, и их необходимо учитывать при планировании и эксплуатации системы.

Список цитированных источников

1. Василенко С.Л. Устойчивость систем водоснабжения// Интегрированные технологии промышленности. – 2006, №3. – с. 85 – 90.
2. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. Учебное пособие. Наука., – СПб., 2004. – 294 с.
3. Пузаченко Ю.Г. Проблемы устойчивости и нормирования [Текст] / Ю.Г. Пузаченко //Структурно-функциональная организация и устойчивость биологических систем: Сб. науч. ст. -Днепропетровск, 1990. - С.122 - 147.
4. Арманд, А.Д. Механизмы устойчивости геосистем [Текст]/ А.Д. Арманд// Факторы и механизмы устойчивости геосистем: Сб. науч. работ. -М., 1989. - С. 33 - 46.
5. Николенко И.В. Выбор метода оценки устойчивости систем водоснабжения с водохранилищами естественного стока Крымского полуострова /И.В. Николенко, Н.С. Мельникова, Э.А. Каримов // Строительство и техногенная безопасность - Симферополь, 2023. – вып. 30 (82). – С. 103 – 115.
6. Гальперин Е.М. Определение сниженных минимально-допустимых значений параметров функционирования системы водоснабжения // Вода и экология: проблемы и решения. – 2003. – № 4. – С. 11–16.

7. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.
8. Примин О.Г. Надежность систем водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2021, 68 -с.
9. Сколубович Ю.Л., Примин О.Г., Гогина Е.С. Проблемы инженерных систем водопользования и научные исследования по их решению // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 1. С. 6-10.
10. Бивалькевич А.И., Похил Ю.Н., Никитин А.М. Принципы устойчивого и надежного обеспечения работы систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 3. – С. 4–6.
11. Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука.2000,431с.
12. Дмитриев, В.В. Диагностика и моделирование водных экосистем [Текст] / В.В. Дмитриев. - СПб.: Изд. СПбГУ, 1995. - 215 с.

УДК 628.31:628.316/+628.336

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО МОЮЩЕГО РАСТВОРА РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. В. Николенко¹, С. И. Мовчан²

¹ Профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Институт «Академия строительства и архитектуры», Симферополь, Россия, nikoshi@mail.ru

² Доцент, ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет», Мелитополь, Россия, msi.movchan@mgu-mlt.ru

Аннотация

На примере разработанной технологической схеме по обезвреживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода, предназначенного для очистки технологических растворов от эмульгированных примесей масла и маслопродуктов, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся на участке мойке оборудования, запасных частей и агрегатов в целом, определены технологические режимы работы установки по обезвреживанию и регенерации отработанного моющего раствора.

В качестве предмета исследования рассматриваются системы оборотного водоснабжения, в которых предусматривается оптимизация реагентов при обработке технологических растворов от эмульгированных примесей масла, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся в ремонтном производстве.

Материалы и методы исследований направлены на интенсификацию систем промышленного водоснабжения, рассматривающих не только оптимальное ко-