

ОСНОВЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕРРИТОРИЙ КРЫМА

Бакулина М.В.¹, Борбот И.И.²

¹ Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295050, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: bmw090969@yandex.ru

² Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295050, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: pust_iren@mail.ru

Аннотация. В данной статье предлагается рискологический подход к созданию системы управления водоснабжением территорий районов Крыма, основанный на комплексном использовании основных положений теории риска, теории возможностей, экспертных АГИС-технологий. Создаваемая инновационная модель управления водопользованием Крыма должна учитывать возможность воздействия негативных природно-техногенных факторов на качественные и количественные показатели воды в поверхностных и подземных источниках и последствий этого воздействия на население, хозяйственную деятельность и экология оцениваемых территорий.

Ключевые слова: риск, поражаемость, последствия.

ВВЕДЕНИЕ

Исторически экономическое развитие Крыма всегда осложнялось недостаточной водностью его территории. До недавнего времени на полуострове существовало два основных варианта получения пресной воды, которая при соответствующей подготовке могла использоваться для питьевых и хозяйственных нужд – вода из крупных водохранилищ естественного сброса (поверхностных – 55%, подземных – 40%) и днепровская вода, подаваемая в Крым через Северо – Крымский канал. При работе Северо – Крымского канала потребление воды составляло примерно 0.8 км³ в год, хотя по данным Департамента государственной политики и регулирования в области ресурсов Минприроды России потребность Крыма составляет около 2 км³ в год. Статистика показала, что основными статьями расходования водных ресурсов в это время являлись: мелиоративное орошение, на которое в сумме с сельскохозяйственным водоснабжением приходилось до 72%, хозяйственно бытовые нужды, в том числе на питьевые цели – порядка 18%, для обеспечения промышленности – 9%. С перекрытием Северо – Крымского канала гидрогеологическая обстановка в Крыму в очередной раз резко изменилась в худшую сторону. В настоящее время прекращение подачи воды через Северо – Крымского канал только частично компенсируется интенсивным совместным использованием ограниченных запасов пресной воды поверхностных и подземных водохранилищ, что также негативно сказывается на гидрогеологической обстановке и может привести к непоправимым социальным и экологическим последствиям.

Неоднократно принимаемые, в большинстве своем противоречивые политические и технические решения по изменению видов хозяйственной деятельности и управлению существующей системой водообеспечения полуострова Крым привели к тому, что в настоящее время, практически отсутствует единый концептуальный подход к решению данной проблемы [2]. Более того отсутствуют систематизированные научно – обоснованные статистические данные, на основе которых можно оценивать, прогнозировать и управлять последствиями опасных гидрогеологических процессов, связанных с изменением климата и ростом антропогенной нагрузки.

Проблема нехватки пресной воды, в последнее время, в связи с интенсивным развитием различных, в том числе новых для территорий Крыма видов хозяйственной деятельности стала весьма актуальной и в определенной степени затрагивающей интересы многих районов страны.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОВ

До настоящего времени исследования, связанные с совершенствованием систем эксплуатации, ограниченных резервов пресной воды в Крыму были сосредоточены на картографировании факторов «статической защищенности» водоносных горизонтов, причем во

внимание брались, в основном, различные аспекты геологического строения, природно-климатических условий (мощность зон аэрации, наличие глин в составе горных пород, выпадение осадков, техногенная нагрузка и др.) [1]. Для описания процессов проницаемости воды через грунты использовались сложные математические модели – уравнения, которые содержат большое количество трудно определяемых параметров таких как, например, коэффициенты влагопереноса, фильтрации, молекулярной диффузии, конвективной диффузии, катионного обмена, растворения и др. Как показали проведенные исследования большинство перечисленных параметров практически невозможно сгруппировать в критерии статистического представления и использование в системах управления водопользованием [2]. С целью определения масштабов и последствий воздействия негативных природно-техногенных факторов на ограниченные запасы воды в источниках Крыма на текущий момент времени, предлагается сконцентрировать усилия не на использовании процессов взаимодействия воды с загрязненными почвами, грунтами и воздухом, а оценивать реально существующие последствия этих процессов на проживающее население, хозяйственную деятельность и окружающую среду. Такой подход значительно упрощает достижение поставленной цели, так как сводится к организации и проведению автоматизации проведения мониторинговых работ по определению поражаемости водных ресурсов и последствий загрязнения и снижения водности источников [3, 6].

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является обоснование внедрения в систему водоснабжения Крыма единой рискологической модели управления, в основе которой лежит использование интегрального критерия гидрологического риска. Данный критерий позволяет оценить возможность (вероятность) возникновения негативных природно-техногенных факторов, связанных с поражением поверхностных и подземных запасов пресной воды, с учетом материальных, социальных и экологических последствий для населения, объектов хозяйственной деятельности и окружающей среды.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Принятие риско-ориентированного подхода позволяет использовать единый формат, с помощью которого можно давать количественную оценку текущего состояния воды в водозаборах на территориях с различным климатом, ландшафтом, свойствами почво-грунтов, а в совокупности с экспертными АГИС-технологиями прогнозировать последствия от использования альтернативных методов ведения хозяйственной деятельности и на этой основе вырабатывать адекватные управленческие решения по обеспечению устойчивого водоснабжения территорий [4,5].

Для информационно-аналитической поддержки принимаемых управленческих решений по повышению безопасности водоснабжения при воздействии негативных природно-техногенных факторов, предлагается использовать рискологическую модель вида:

а) для оценивания рисков жизнедеятельности:

$$R_{SH}^r(W_{пт}) = P_{SH}(W_{пт}) * V_{SH}(W_{пт}) \quad (1)$$

где R_{SH}^r – интегральный критерий гидрологического риска, характеризующий возможность воздействия негативных природно-техногенных факторов на состояние имеющихся ограниченных запасов пресной воды в источниках на оцениваемой территории S и последствия этого воздействия на проживающее население;

$P_{SH}(W_{пт})$ – возможность (вероятность) проявления на территории S негативных природно-техногенных факторов, приводящих к поражению воды в источниках, определяемая зависимостью:

$$P_{SH}(W_{пт}) = P(k) * P(v) \quad (2)$$

где $P(k)$ – возможность ухудшения качественных показателей воды (превышение ПДК);

$P(v)$ – возможность снижения водности источника.

В качестве ПДК воды, предназначенной для различных видов ее использования, чаще всего принимают уровень, соответствующий классу «чистой» воды. Принятие соответствие классов

качества воды от уровня загрязнения определяется индексом загрязнения воды (ИЗВ). Классы состояния источников воды по водообеспеченности определяются индексом водности источника (ИВИ) на основании суточных норм потребления.

$V_{SН}(W_{пт})$ – временная поражаемость населения, что определяется вероятностью оказаться на территории S во время подачи воды из источников низкого качества и в недостаточном количестве.

Б) для оценивания рисков водоснабжения при ведении альтернативных видов хозяйственной деятельности:

$$R_{Sx}^r(W_{пт}) = P_s(W_{пт}) * Q_x(W_{пт}) \quad (3)$$

где R_{Sx}^r – интегральный критерий гидрологического риска, характеризующий возможность воздействия негативных природно-техногенных факторов на состояние имеющихся ограниченных запасов пресной воды в источниках на оцениваемой территории S с учетом экономических, социальных и экологических последствий этого воздействия для объектов хозяйственной деятельности;

$Q_x(W_{пт})$ – суммарный коэффициент, учитывающий особенности природно-техногенных условий развития хозяйственной деятельности на рассматриваемых территориях Крыма, определяемый зависимостью вида:

$$Q_x(W_{пт}) = \sum a_i x_i \quad (4)$$

где a_i – коэффициент значимости (весовой множитель) i-той расчетной природно-техногенной системы для соответствующего альтернативного вида хозяйственной деятельности для территорий Крыма (дорожное строительство, земледелие, лесо-эксплуатация, рекреация);

x_i – суммарная оценка i-той расчетной природно-техногенной системы, формирующей состояние и режим поверхностных и подземных источников воды (климатосистема, литосистема, социосистема, техносистема).

Выбор приоритетных показателей, характеризующих состояние природно-техногенных условий на рассматриваемой территории и статистическая обработка специальных исследований, связанных с экспериментальными замерами происходящих сложнейших процессов в источниках воды, невозможны без использования современных экспертных АГИС-технологий обработки картографического материала и метода бального сведения многочисленных и разнообразных показателей. Использование бальных показателей это один из немногих способов унификации количественного выражения природно-техногенных, экономических, социальных и экологических показателей, причисляемых в своем большинстве, к разряду «качественных». В числе основных технологических сложностей использования АГИС-технологий для управления водными ресурсами является необходимость создания электронных карт водной обстановки. При этом возможны различные варианты насыщения карт поражаемости источников водоснабжения.

Анализ разных вариантов картографических оценок, влияющих на поражаемость водных ресурсов, свидетельствует, что отбор и группировка факторов x_i целесообразно выполнять в показателях, которые несут в той или иной степени физическую сущность природного и техногенного влияния на состояние качества и водности источников, т.е. на состав веществ и динамику процессов накопления и расходования воды. Реализация поставленной цели достигается определением необходимого перечня параметров, показателей и характеристик, без учета которых невозможно выполнение оценок состояния водных ресурсов; формирование структуры баз данных; опытного пополнения фактографической составляющей базы данных относительно состояния качественных и количественных показателей водной среды под влиянием ведения различных видов хозяйственной деятельности на территориях районов Крыма.

Таким образом, в процессе выполнения исследований по созданию компьютерной базы фактографических и картографических данных для оценок влияния различных видов хозяйственной деятельности на состояние запасов пресной воды в источниках, должны быть разработаны структуры баз данных и подготовлены входные формы; осуществлен сбор фактических материалов для изучения условий водоснабжения на территориях при различных видах существующих и прогнозируемых видов хозяйственной деятельности в процессе использования или прекращения

использования водных ресурсов; разработан алгоритм использования баз данных для анализа водной обстановки и выработки адекватных управленческих решений, как в обычных условиях, так и в случае возникновения кризисных ситуаций.

При разработке электронных карт необходимо учитывать, что воздействие опасных природно-техногенных факторов на системы водоснабжения в современных условиях происходит относительно быстро и существенно, поэтому разрабатываемые управляющие действия должны вырабатываться в короткие промежутки времени, после которых еще имеет смысл их реализации. Предупредительный характер этих действий может обеспечить принцип управления на основе прогнозов риска. Этот принцип требует, чтобы управляющие действия вырабатывались на основе как текущих данных, так и возможных состояний качественных и количественных характеристик воды в источниках (водозаборах), характеризуемых критерием риска. Кроме того, в условиях значительной неопределенности при разработке инновационной модели управления водными ресурсами Крыма целесообразно воспользоваться методом промежуточных целей.

Реализация этого метода заключается в разбивке периодов наблюдения за состоянием подаваемых водных ресурсов в системы водоснабжения на ограниченное число интервалов, на протяжении которых последовательно реализуется промежуточные меры, направленные на снижение интегрального критерия риска водоснабжения территории.

ВЫВОДЫ

Реструктуризация системы управления водной безопасностью территорий районов Крыма, концептуальные подходы к которой предложены в данной статье, требуют четко основанного на современных технологиях информационного обеспечения для оперативного принятия административных решений по управлению гидрологическими рисками на объектном, местном и республиканском уровнях, что позволит дальнейшее безопасное экономическое развитие территорий в условиях кризисного водообеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Князев, Б.М. Проблемы водоснабжения на Крымском полуострове и поиск их решения [Текст] // Б.М. Князев, С.Д. Исаев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 2 -6.
2. Ошкадер, А. В. Оценка гидрогеологического риска на территории Керченского полуострова [Текст] / А.В. Ошкадер, Л. Е. Подлипенская // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире : материалы 9 – й международной научно – практической конференции «Геориск – 2015» - № 2/ отв. Ред. В. И. Осипов. – М. : РУДН, 2015. – С.286 – 291.
3. Белоусова, А. П. Качество подземных вод: современные подходы к оценке [Текст] / А.П. Белоусова. – М.: Наука, 2001. – 340 с.
4. Стоянов, В .У. Риски развития территорий Республики Крым при ограниченном ресурсе пресной воды [Текст] / В .У. Стоянов, М. В., Бакулина, В. В. Стоянов // Инновационное развитие экономики: материалы 23 международной научно – практической конференции , г. Алушта, 10 – 14 сентября 2018 г. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ» , 2018. –С. – 70 -75.
5. Стоянов, В.У. Прогнозно – рискологическая система мониторинга состояния водоснабжения в Республике Крым. [Текст] / В .У. Стоянов, М. В., Бакулина, В. В. Стоянов // Инновационное развитие экономики: материалы 24 международной научно – практической конференции, г. Алушта 16 – 20 сентября 2019 г. — Симферополь: ИТ «АРИАЛ» , 2019. –С. 40 – 46.
6. Иваненко, Т.А. Повышение водообеспеченности территорий северо-восточного Крыма [Текст] / Т.А. Иваненко, Т.В. Лагунова // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – № 2 (75). – С. 101-107.

BASES OF INFORMATIZATION OF WATER SECURITY MANAGEMENT OF CRIMEA TERRITORIES.

Bakulina M. V.¹, Borbot I.N.²

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

Annotation. This article proposes a riskological approach to the creation of a water supply management system for the territories of the Crimean regions, based on the integrated use of the main provisions of the risk theory, the theory of possibilities, and expert AGIS technologies. The created innovative model of water use management in Crimea should take into account the possibility of the impact of negative natural and technogenic factors on the qualitative and quantitative indicators of water in surface and underground sources and the consequences of this impact on the population, economic activity and the ecology of the assessed territories.

Keywords: risk, stricken, consequences.