

УДК 628.161: 627.221.2 (282.247.36)

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СОСТАВЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ МНОГОЦЕЛЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Т. Е. Хецуриани¹, В. Л. Бондаренко², Е. Д. Хецуриани^{3,4}, А. Н. Пикалов⁵

¹*Ростовский государственный медицинский университет (ФГБОУ ВО РостГМУ),
Ростов-на-Дону 344022, Россия*

²*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт Донского государственного аграрного
университета (ФГБОУ ВО «ДонГАУ»), Ростовская обл., Новочеркасск 346428, Россия*

³*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова
(ЮРГПУ (НПИ)), Ростовская обл., Новочеркасск 346428, Россия*

⁴*Донской государственный технический университет (ФГБОУ ВО «ДГТУ»),
Ростов-на-Дону 344000, Россия*

⁵*Департамент Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по ЮФО,
Ростов-на-Дону 344090, Россия*

E-mail: goodga@mail.ru; rpn61@rpn.gov.ru; dpryug@aaanet.ru

Аннотация. На основе результатов многолетних исследований вопросов по обеспечению экологической безопасности в зонах влияния действующих водозаборных технологических комплексов ВТК в составе специализированного типа природно-технических систем научно обоснованы критериальные показатели, на основании которых производится оценка уровня защищенности природной водной среды и системы многоцелевого водоснабжения от негативного воздействия «ВТК» на водный объект как источника водоснабжения. Сформулировано понятие экологической безопасности «ВТК» в составе действующих и создаваемых ПТС «ПВС-ВТК-СМВ».

Ключевые слова: система, экологическая безопасность, водозаборный технологический комплекс, критерий экологической безопасности, водный объект, система многоцелевого водоснабжения городского хозяйства

CREATION OF COMPLEX STRUCTURES AS PART OF NATURAL AND TECHNICAL SYSTEMS OF MULTI-PURPOSE WATER SUPPLY TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER USE

T. E. Khetsuriani¹, V. L. Bondarenko², E. D. Khetsuriani^{3,4}, A. N. Pikalov⁵

¹*Rostov State Medical University (FSBEI HE "RostSMU"), Rostov-on-Don 344022, Russia*

²*Novocherkassk Engineering Institute of Melioration of Don State Agrarian University (FSBEI HE "DonSAU"),
Rostov Region, Novocherkassk 346428, Russia*

³*Platov South Russian State Polytechnic University of Novocherkassk Polytechnic Institute (SRSPU (NPI)),
Rostov Region, Novocherkassk 346428, Russia*

⁴*Don State Technical University (FSBEI HE "DSTU"), Rostov-on-Don 344000, Russia*

⁵*Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resources in the Southern Federal District,
Rostov-on-Don 344090, Russia*

E-mail: goodga@mail.ru; rpn61@rpn.gov.ru; dpryug@aaanet.ru

Abstract. On the basis of the results of long-term studies of the issues of environmental safety in the areas of influence of existing water intake technological complexes VTK as part of a specialized type of natural and

technical systems, scientifically justified criteria were elaborated, on the basis of which the assessment of the level of protection of the natural water environment and multi-purpose water supply system from the negative impact of “VTK” on the water body as a source of water supply is carried out. The concept of ecological safety of “VTK” as a part of existing and upcoming SS “PVS-VTK-SV” was formulated.

Keywords: system, environmental safety, water processing facility, the criterion of ecological security, water facility, multi-purpose system of water in urban agriculture

Водозаборный технологический комплекс (ВТК), включающий в себя водозаборный ковш с комплексом гидротехнических сооружений (КГТС) и защитных конструктивных устройств, в составе действующих и создаваемых специализируемого типа природно-технических систем (ПТС) «Природная водная среда-Водозаборный технологический комплекс-Система многоцелевого водоснабжения» («ПВС-ВТК-СМВ») является многоцелевым техногенным компонентом, обеспечивающим отбор расчетных расходов воды из водного объекта, именуемого в дальнейшем как «ПВС», с обеспечением нормативных требований экологической безопасности (ЭБ) в создаваемых зонах влияния рассматриваемого «ВТК» (Бондаренко и др., 2016; Хецуриани и др., 2017). Зоны влияния «ВТК» определяются на основе результатов комплексных исследований, в «СМВ» нормативными показателями для питьевого водоснабжения проживаемого населения, а для технического водоснабжения промышленных предприятий соответствующими показателями.

Исследованиями установлено, что системная взаимосвязь, взаимодействие и взаимоотношения (ВВВ) «ВТК» с природным компонентом «ПВС» в зонах влияния на водном объекте и «СМВ» в составе ПТС «ПВС-ВТК-СМВ» определяют собой многоцелевую функциональность его по обеспечению ЭБ последующим критериальным показателям:

1. Защита водозаборного ковша от попадания молоди рыб, дрейссены и водной растительности поступающих из водного объекта при отборе расчетных расходов воды;
2. Защита водозаборного ковша от поступления взвешенных и донных наносов поступающих из водного объекта, как водоисточника «СМВ»;
3. Защита водозаборного ковша от поступления шуги и плавающих предметов, поступающих из водного объекта;
4. Защита акватории водозаборного ковша от процессов возникновения и развития цианобактерий (синезеленых водорослей), как источника токсичного загрязнения воды, поступающих на очистные сооружения технологической системы подготовки воды для использования в «СМВ» городского хозяйства;
5. Защита технологической системы отбора воды из акватории ковша на отстойные сооружения «СМВ» от негативного воздействия дрейссены на пропускную способность водопроводящих трубопроводов;
6. Защита водозаборного сооружения от ледостава на водном объекте;
7. Оценка воздействия «ВТК» на руслоформирующие процессы в зонах его влияния на водном объекте.

В зонах влияния «ВТК» ЭБ определяется количественными и качественными критериальными показателями, на основании которых производится оценка уровня защищенности «ПВС» и «СМВ» от негативного воздействия техногенного компонента. По функциональной значимости критериальные показатели, как установлено исследованиями, обуславливаются определенной иерархичностью и количественно выражаются процентным отношением к желаемому нормативно-допустимому значению уровня ЭБ в зонах влияния «ВТК» (Хецуриани и др., 2016; Хецуриани, Хецуриани, 2016).

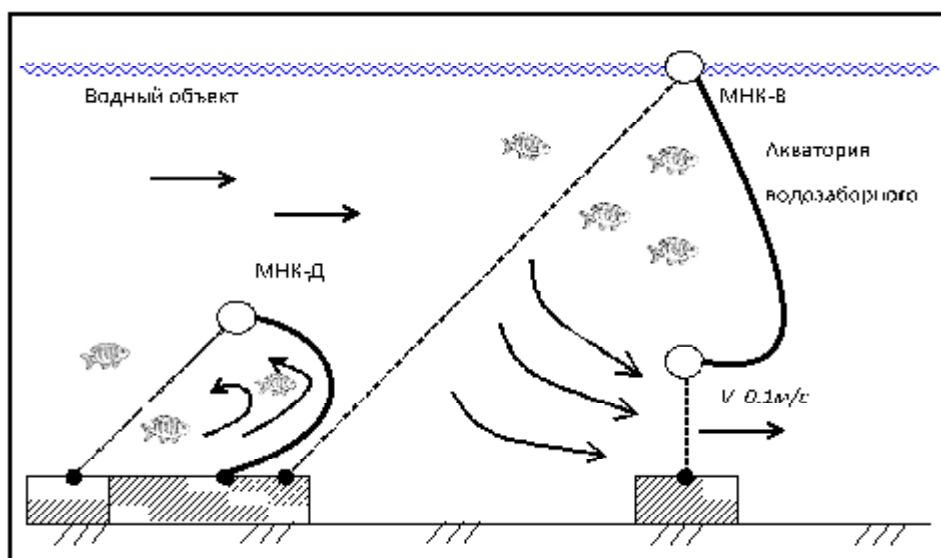
На основе результатов исследований на действующих «ВТК» на нижнем течении р. Дон определены базовые критериальные показатели в следующей иерархической последовательности:

- критериальный показатель уровня защищенности по сохранению природного биоразнообразия ихтиофауны и флоры ($\Pi_{и.ф.}$) (молоди рыб и водной растительности) в «ПВС», который должен составлять не менее 70–80 %;
- критериальный показатель уровня защищенности акватории водозаборного ковша от шуги и плавающих предметов ($\Pi_{ш.п.}$), поступающие из водного объекта и количественно должен составлять не менее 70–80 %;

- критериальный показатель уровня защищенности акватории водозаборного ковша от донных и взвешенных наносов ($P_{д.в.н.}$) поступающих из водного объекта и количественно должен составлять соответственно 90–95 и 70–80 %;
- критериальный показатель защиты акватории водозаборного ковша от синезеленых водорослей ($P_{с.з.в}$) и по требованиям СанПиНа должен составлять не менее 95–97 %;
- критериальный показатель защиты технологической системы водоподготовки от дрейссены ($P_{др.}$) напорных трубопроводов, который должен составлять не менее 90–95 %;
- критериальный показатель защиты «ВТК» от ледостава ($P_{л.}$), который должен составлять не менее 98 %;
- критериальный показатель воздействия «ВТК» на руслоформирующие процессы в зоне влияния ($P_{р.п.}$), который определяется качественно на физических моделях в масштабе не менее 1:100.

Каждый критериальный показатель определяется количественно или качественно, что требует индивидуальных исследований по каждому показателю связанных с разработкой новых или совершенствованию существующих конструктивных решений с проведением специальных биологических, гидрохимических исследований водной ихтиофауны и растительности.

Рассматривая «ВТК» как открытую неравновесную систему, в которой взаимосвязаны между собой составляющие его функциональные элементы от создаваемого водозаборного окна (рисунок) до комплекса отстойных сооружений, которая должна обеспечивать ЭБ и необходимые технологические условия водоподготовки для «СМВ» городского хозяйства. Следует отметить, что в такой постановке задача является весьма сложной, но требующей своего решения. Используя системный подход на основе полученных результатов системного анализа процессов ВВВ между составляющими функциональными элементами «ВТК» было установлено, что для обеспечения защиты водозаборного ковша от попадания молоди рыб, донных и взвешенных наносов, водной растительности и шуги, поступающих из водного объекта необходимы принципиально новые конструктивные решения с использованием отечественного опыта в решении подобных задач.



Конструктивная схема МНК-В и МНК-Д в голове водозаборного ковша

Анализ имеющегося отечественного опыта создания и использования новых конструктивных решений с использованием высокопрочных синтетических тканевых материалов, показал высокую эффективность защиты молоди рыб от попадания в аванкамеры водозаборных сооружений производительностью до 200 м³/с систем технического водоснабжения ТЭС, АЭС, а также водозаборных сооружений производительностью до 50 м³/с оросительных систем (Бондаренко и др., 2012; Природообустройство: территории..., 2010; Бондаренко и др., 2016; Saling et. al., 2009). Для решаемых задач по обеспечению ЭБ на

действующих и создаваемых новых «ВТК» в составе ПТС «ПВС-ВТК-СМВ» отечественный опыт использования мягких наплавных конструкций (МНК), в выполняемых из высокопрочных синтетических тканевых материалов, может в полной мере быть использован для «ВТК», в которых производительность водозаборных сооружений составляет не более 10 м³/с (Ковальчук, 2010; Бондаренко и др., 2017; Стефаненко и др., 2018; Скрябин и др., 2016; 2017; Дворецкий, Клевец, 2017).

МНК водозаборного сооружения (рисунок) представляет с собой систему поверхностных поплавков, к которым крепится вертикальное тканевое полотнище расчетного периметра, нижняя кромка которого крепится к донным якорным устройствам через систему заглубленных поплавков обеспечивает расчетную высоту водозаборного окна постоянного размера и, соответственно, экологически приемлемую расчетную скорость водного потока ($V = 0,1$ м/с), обеспечивающего снижение попадания поверхностных видов молоди рыб в систему использования водных ресурсов в технологических системах (рисунок).

Для защиты от попадания донных видов рыб перед водозаборным окном МНК-В устанавливается МНК-Д в виде донного порога, нижняя кромка которого крепится к якорным устройствам, а верхняя кромка к системе заглубленных поплавков, которые в свою очередь через систему гибких оттяжек крепятся к якорным устройствам (рисунок). Функциональное взаимодействие МНК-В и МНК-Д между собой и водной средой водного объекта обеспечивает решение ряда защитных задач, из которых наиболее важными являются: защита от попадания в водозаборный ковш молоди рыб, дрейссены, водной растительности, донных и взвешенных наносов, шуги и плавающих предметов.

ВЫВОДЫ

На основе системного анализа и синтеза полученных результатов исследований процессов ВВВ конструктивных элементов «ВТК» с «ПВС» и «СМВ» были обоснованы их критериальные показатели ЭБ, на основе которых сформулировано базовое понятие ЭБ «ВТК» в составе специализированного тип ПТС «ПВС-ВТК-СМВ»: **«экологическая безопасность в пространстве и времени в зонах влияния «ВТК» в составе специализированного тип ПТС «ПВС-ВТК-СМВ» определяется уровнем защищенности «ПВС» водного объекта по сохранению в нем естественного биоразнообразия ихтиофауны и флоры, «СМВ» от токсичных микроорганизмов и процессов развития дрейссены в трубопроводах».**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондаренко В.Л., Приваленко В.В., Скибин Г.М., Азаров В.Н. Экологическая безопасность в природообустройстве, водопользования и строительстве: экологическая инфраструктура бассейновых геосистем : монография. Новочеркасск: Изд-во ЮРГПУ (НПИ), 2012. 308 с.
- Бондаренко В.Л., Семенова Е.А., Алиферов А.В., Клименко О.В. Методика формирования новых идей в технологических процессах использования водных ресурсов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета / Серия: Строительство и архитектура. 2017. Т. 50 (69). С. 73–79.
- Бондаренко В.Л., Семенова Е.А., Алиферов А.В., Клименко О.В. Природно-технические системы в использовании водных ресурсов: территории бассейнов геосистем : монография. Новочеркасск: Изд-во ЮРГПУ (НПИ), 2016. 204 с.
- Бондаренко В.Л., Скибин Г.М., Азарова В.Н., Семенова Е.А., Приваленко В.В. Экологическая безопасность в природообустройстве, водопользования и строительстве: оценка экологического состояния бассейновых геосистем : монография. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. 416 с.
- Дворецкий А.Т., Клевец К.Н. Оценка экологической безопасности устройств прямого солнечного нагрева // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. Курск: Изд-во ЮЗГУ, 2017. 4 (20).
- Ковальчук М.В. От синтеза к науке — конференции в образовании // Образовательная политика. 2010. № 11–12 (49–50).
- Природообустройство: территории бассейновых геосистем : уч. пос. / под общ. ред. И.С. Румянцев. Ростов-н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2010. 528 с.
- Скрябин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Изменение качества воды реки Дон. Изучение факторов, влияющих на интенсивное развитие микроводорослей // Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2016» : мат. IX Межд. науч.-практ. конф. (Ростов-на-Дону, 5–7 октября 2016 г.). Новочеркасск: Лик, 2016. 300 с.
- Скрябин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Изучение факторов, влияющих на интенсивное развитие микроводорослей в реке Дон // Водоснабжение и санитарная техника, 2017. № 4.

- Стефаненко И.В., Семенова Е.А., Клименко О.В., Бондаренко В.А.* Основы методологии разработки технической теории природно-технических систем в использовании водных ресурсов // Прикладная механика и материалы. 2018. Вып. 875. С. 141–144.
- Хецуриани Е.Д., Костюков В.П., Угроватова Е.Г.* Гидрологические исследования на реке Дон-в-Александровский ОСВ Водозаборные сооружения // Procedia техники : 2-я Междунар. конф. по промышленному машиностроению, ICIE 2016 (Челябинск, 19 мая 2016 – 20 мая 2016). П., 2016. Т. 150. С. 2358–2363.
- Хецуриани Е.Д., Фесенко Л.Н., Костюков В.П., Хецуриани Т.Е.* Получение уравнения регрессии и оценка их адекватности для анализа полевых исследований, получение уравнения регрессии и оценка их адекватности для анализа данных полевых исследований // Норвежский журнал развития международной науки. 2017. Т. 2, № 9. С. 69–72.
- Хецуриани Е.Д., Хецуриани Т.Е.* 2016 году будут приняты меры по борьбе с эвтрофикацией водоемов // Приоритетные задачи и стратегии развития сельскохозяйственной науки : сб. науч. тр. на базе стажера. науч.-практич. конф. (25 мая 2016 / FTSNiO EVENSIS). Тольятти, 2016. С. 11–13.
- Saling P., Hover R. (ed.)*. “Metrics for Sustainability” as part of RSC Green Chemistry; Sustainable Solutions for Modern Economies Edited by Rainer Hufer; The Royal Society of Chemistry; “Green Chemistry Series” edited by the Royal Society of Chemistry Series Editors: J. Clark, University of York, G. Kraus, Iowa State University, 2009. No. 4. Pp. 25–37.