

тивные направления реализации процесса снижения загрязнения ОС для литейного производства, подобрать наиболее рациональные способы и методы утилизации отхода, что будет выражаться в различных видах воздействий с помощью «Дополнительных» дисперсных систем.

Таким образом, построенная нами физическая модель процесса снижения загрязнения окружающей среды отходами производства на примере литейного производства позволит подобрать экономически и экологически выгодный комплекс мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

#### Список литературы

1. Парамонова О.Н., Штенске К.С. Анализ неблагоприятного влияния приборо- и машиностроительной отрасли промышленности на компоненты окружающей среды // XXXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ». — г. Санкт-Петербург : , 2019. — С. 83-86.
2. Машиностроение и металлообработка // <https://geographyofrussia.com/mashinostroenie-i-metalloobrabotka/> (дата обращения: 20.08.2019).
3. Машиностроение в России // <http://greenologia.ru/eko-problemy/mashinostroenie/mashinostroenie-v-rossii.html> (дата обращения: 20.08.2019)
4. Парамонова О. Н., Штенске К. С. Анализ воздействия предприятий машиностроительной отрасли на окружающую среду // Материалы национальной научно-практической конференции "АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ. 2019". — Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2019. — С. 288-289.
5. Штенске К.С., Парамонова О.Н. экологическая оценка и построение баланса материальных потоков участка литья под давлением литейного цеха ОАО «Азовский оптико-механический завод» // Студенческий. — 2019. — № 26(70). — С. 41-44.
6. Беспалов В.И., Гурова О.С., Самарская Н.С., Парамонова О.Н. Промышленная экология. -Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2009. -88 с.
7. Гурова О.С., Мойсин Е.А. Построение и анализ балансовой схемы материальных потоков для ОАО "Донской кирпич" // концепции фундаментальных и прикладных научных исследований. — Тюмень : "ОМЕГА САЙНС", 2018. — С. 20-22.
8. Дикова Л. В., Самарская Н. С. Анализ балансовой схемы материальных потоков для металлообрабатывающего цеха предприятия ООО «Политехник-Сервис» // Материалы национальной научно-практической конференции "АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ. 2019". — Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2019. — С. 275-277.
9. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 4.
10. Парамонова О.Н., Штенске К.С. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства на примере литейного производства // Школа Науки. — 2019. — № 10 (21). — С. 1-4.
11. Построение физической модели процесса загрязнения воздушной среды для предприятий по производству цемента // Инженерный вестник Дона. URL: [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_140\\_bespalov.pdf\\_93892bdd36.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_140_bespalov.pdf_93892bdd36.pdf) (дата обращения: 17.09.2019).
12. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления // Инженерный вестник Дона. URL: <http://www.ivdon.ru/gu/magazine/archive/n4p1y2012/1118> (дата обращения: 26.08.2019).
13. Процессы и аппараты защиты воздушной среды: учебное пособие, часть 1 / В. И. Беспалов [и др.]. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 113 с.
14. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. . Классификационно-методические основы борьбы с загрязнением окружающей среды твердыми отходами потребления // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2012. — Одесса : Куприенко, 2012. — С. 89.
15. Парамонова О. Н. Рассмотрение твердых отходов потребления как дисперсной системы//Инженерный вестник Дона, 2013, №3 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1933/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1933/)
16. Клименко М.Ю. Строительные отходы как дисперсная система // Материалы международной научно-технической конференции "МЕХАНИКА ГРУНТОВ В ГЕОТЕХНИКЕ И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИИ". — Новочеркасск : ООО "Лик", 2018. — С. 855-863.

© К. С. Штенске, О. Н. Парамонова

#### Ссылка для цитирования:

К. С. Штенске, О. Н. Парамонова. Физическая модель процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства на примере литейного производства // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 50-55.

УДК 614.7: 546.13.001.6

### КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

**Е. Д. Хецуриани<sup>1,2</sup>, В. Л. Бондаренко<sup>3</sup>, А. И. Блясов<sup>4</sup>, Т. Е. Хецуриани<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

<sup>3</sup>Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Донского государственного аграрного университета, г. Новочеркасск, Россия

<sup>4</sup>Филиал WTL (США) в Азии, г. Москва, Россия

<sup>5</sup>Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Водозаборный технологический комплекс в составе специализируемого типа природно-технических систем (ПТС) «Природная водная среда- Водозаборный технологический комплекс - Система многоцелевого водоснабжения» («П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.»), как главный многофункциональный технологический компонент, включает в себя комплекс различных типов гидротехнических сооружений и технологических защитных устройств, системная взаимосвязь, взаимодействие и взаимоотношение (ВВВ) между которыми должны обеспечить экологическую безопасность (ЭБ). Исследованиями установлено, что функциональная ВВВ между конструктивными элементами «В.Т.К.» в составе данного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» определяет собой обобщенную конструктивно-технологическую схему, в которой происходит комплекс защитных мероприятий по обеспечению ЭБ по сохранению здоровья и качество жизни городского населения. На основе результатов комплексных (теоретических, лабораторных, натурных) исследований разработаны конструктивно технологические схемы по обеспечению сохранения многообразия ихтиофауны (молодь рыб и т.п.) в водном объекте, защиты водозаборного ковша от донных и взвешенных наносов, шуги и плавающих предметов, поступающих из водного объекта, от токсичных сине-зеленых водорослей и обрастания дрейсенной конструктивных элементов и технологического оборудования в составе «В.Т.К.». Функциональная последовательность ВВВ конструктивно-технологических схем (КТС-1, КТС-2, КТС-3) между собой обеспечивает нормативные требования ЭБ.

**Ключевые слова:** водозаборный технологический комплекс, природно-техническая система, конструктивно-технологическая схема, экологическая безопасность, экологическое состояние.

## STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMA FOR ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER INTAKE TECHNOLOGICAL COMPLEXES

E. D. Khetchuriani <sup>1,2</sup>, V. L. Bondarenko <sup>3</sup>, A. I. Ylyasov <sup>4</sup>, T. E. Khetsuriani <sup>5</sup>

<sup>1</sup>South Russian state Polytechnic University (NPI). M. I. Platova, Novocherkassk, Russia

<sup>2</sup>Don State Technical University, Rostov-on-don, Russia

<sup>3</sup>Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

<sup>4</sup>WTL (USA) branch in Asia, Moscow, Russia

<sup>5</sup>Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

Water intake technological complex as part of a special type of natural-technical systems (PTS) "Natural water environment - water Intake technological complex-multi-purpose water supply System" ("P. V. S.-V. T. K.-S. M. V."), as the main multi-functional technogenic component, includes a complex of various types of hydro-technical structures and technological protective devices, the system relationship, interaction and relationship (VVV) between which must ensure environmental safety (EB). Research has established that the functional BBV between the structural elements of the "V. T. K." in the composition of this type of PTS "P. V. S.-V. T. K.-S. M. V. " defines a generalized design and technological scheme in which there is a set of protective measures to ensure EB to preserve the health and quality of life of the urban population. Based on the results of complex (theoretical, laboratory, and field) studies, design and technological schemes have been developed to ensure the preservation of the diversity of ichthyofauna (juvenile fish, etc.) in the water body, protection of the water intake bucket from bottom and suspended nano-owls, sludge, and floating objects coming from the water body, from toxic blue-green algae, and overgrowth of draysen structural elements and technological equipment in the "V. T. K.". The functional sequence of VVV structural and technological schemes (KTS-1, KTS-2, KTS-3) among themselves (Fig. 1) provides the regulatory requirements of the EB

**Keywords:** water intake technological complex, natural and technical system, design and technological scheme, environmental safety, environmental condition.

**Введение.** Использование водных ресурсов в хозяйственно-бытовой сфере городских хозяйств и объектов экономики (ТЭС, АЭС, ГРЭС и т.п.) осуществляется путем отбора расчетных расходов воды из водного объекта действующими «В.Т.К.» [3]. Так, в Нижнем течении р. Дон от Цимлянского водохранилища до устья г. Азов по результатам анализа в настоящее время действует порядка 44 «В.Т.К.» систем многоцелевого водоснабжения городских хозяйств, крупных населенных пунктов и объектов экономики (Ростовская АЭС, Новочеркасская ГРЭС, Несветай ТЭС и др.).

На основе результатов исследований функциональной работы действующих «В.Т.К.» в составе специализируемого типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» было установлено, что ВВВ «В.Т.К.» с природными средами, в частности с «П.В.С.» водного объекта (р. Дон), как водисточника, определяет собой многоцелевую функциональность, от которой зависит уровень ЭБ в зонах влияния «В.Т.К.» по ряду важных экологических показателей, определяю-

щих собой уровень защищенности природных сред от техногенного воздействия «В.Т.К.» [5].

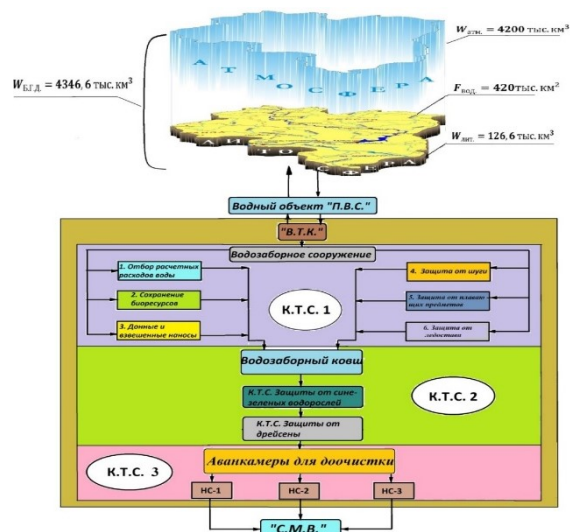


Рис. 1. Функциональная последовательность ВВВ конструктивно-технологических схем (КТС-1, КТС-2, КТС-3)

К наиболее важным экологическим показателям относятся следующие:

1. Показатель по сохранению многообразия ихтиофауны водном объекте, который определяет уровень защищенности водозаборного ковша в составе «В.Т.К.» от попадания (захода) молоди рыб при отборе расчетных расходов воды ( $Q \text{ м}^3/\text{с}$ ) из водоисточника;

2. Показатель по защите водозаборного ковша от поступления донных и взвешенных наносов, поступающих из водного объекта, которые при накоплении снижают функциональную эффективность работы конструктивных элементов технологических устройств в составе «В.Т.К.»;

3. Показатель защиты водозаборного ковша от шуги и плавающих предметов, поступающих из водного объекта в различные периоды года;

4. Показатель защиты конструктивно-технологических элементов «В.Т.К.» от токсичных сине-зеленых водорослей, которые негативно влияют на качественные показатели питьевой воды;

5. Показатель защиты конструктивно-технологического оборудования (трубопроводы, насосные агрегаты и т.п.) от обрастания дрейсеной;

6. Показатель защиты водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» от ледостава;

7. Показатель влияния руслоформирующих процессов на водном объекте на функциональную работу «В.Т.К.», связанную с устойчивым обеспечением отбора расчетных расходов воды в «С.М.В.» городского хозяйства или промышленные объекты экономики.

В установленных исследованиями зонах влияния «В.Т.К.» определяется количественными и качественными критериальными показателями, на основании которых производится оценка уровня защищенности «П.В.С.» водного объекта и техногенных компонентов в составе специализируемого типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» от негативных факторов, возникающих при отборе расчетных расходов воды в «С.М.В.» городского хозяйства или объектов экономики. По экологической значимости критериальные показатели, как установлено исследованиями [17], обуславливаются определённой иерархичностью и количественно выражаются в процентах к нормативному значению уровня защищенности объектов защиты при использовании водных ресурсов в «С.М.В.» городских хозяйств, объектов экономики [].

На основе результатов комплексных исследований, действующих «В.Т.К.» в бассейновой геосистеме Нижнего Дона были определены базовые критериальные экологические показатели ЭБ в зонах влияния в следующей иерархической значимости:

1) критериальный показатель уровня защищенности по сохранению природного биоразнообразия ихтиофауны и флоры (Пи.ф.) (молоди

рыб и водной растительности) в «П.В.С.», который должен составлять не менее 75–85 %;

2) критериальный показатель уровня защищенности акватории водозаборного ковша от шуги и плавающих предметов (П ш.п.), поступающих из водного объекта, количественно должен составлять не менее 95–98 %;

3) критериальный показатель уровня защищенности акватории водозаборного ковша от донных и взвешенных наносов (П д.в.н.), поступающих из водного объекта, количественно должен составлять соответственно 90–95 и 70–80 %;

4) критериальный показатель защиты водозаборного сооружения в составе «В.Т.К.» от ледостава (П л.ст.), который должен составлять не менее 98 %;

5) критериальный показатель защиты системы коммунально-бытового водоснабжения от сине-зеленых водорослей (П с.з.в.) по требованиям СанПиНа должен составлять не менее 95–97 %;

6) критериальный показатель защиты конструктивно-технологического оборудования в составе «В.Т.К.» от дрейсены (П др.), который должен составлять не менее 95 %;

7) критериальный показатель (П до.оч.) доочистки от сине-зеленых водорослей способом коагуляции с использованием коагулянтов УНИКОС, КМП-30 и оксихлорида  $\text{Al}(\text{В})$ ;

8) критериальный показатель воздействия «В.Т.К.» на руслоформирующие процессы в зоне влияния (П р.п.) который определяется качественно на физических моделях в масштабе не менее 1:100.

Следует отметить, что каждый критериальный показатель определяется количественно или качественно путем индивидуальных исследований по каждому показателю, связанных с разработкой новых или совершенствование существующих конструктивных решений с проведением специальных геологических, геохимических исследований водной ихтиофауны и растительности [12].

В составе открытой неравновесной ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» техногенный компонент «В.Т.К.» рассматривается соответственно, как открытая неравновесная подсистема, в которой системно взаимосвязаны между собой составляющие его функциональные конструктивно-технологические элементы от водозаборного сооружения, непосредственно взаимодействующего с «П.В.С.» водного объекта до аванкамеры насосных станций (рис. 1).

«В.Т.К.», как подсистема в составе ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.», по функциональному назначению состоит из трех взаимосвязанных между собой конструктивно-технологических схем - КТС-1, КТС-2, КТС-3, в которых осуществляются защитные мероприятия путем исполь-



зования разработанных новых конструктивных решений по отбору расчетных расходов воды из водного объекта, защиты водозаборного ковша от захода **различных видов ихтиофауны**, от поступления из водного объекта **донных, взвешенных наносов и плавающих предметов**, в летне-осенний периоды защите от **токсичных сине-зеленых водорослей** и защите технологического оборудования от обрастания **дрейсеной** (рис. 1). Каждая конструктивно-технологическая схема обеспечивает защиту объектов защиты (О.З.), где под О.З. выступает «П.В.С.» водного объекта, водозаборной ковш, технологическое оборудование «В.Т.К.» и «С.М.В.». Обеспечение ЭБ в процессах ВВВ «В.Т.К.» в составе ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» осуществляется назначенными О.З., источниками экологической опасности (И.О.Э.) и защитными мероприятиями (З.М.), взаимодействие которых рассматривается в системе «О.З. – И.О.Э. – З.М.» (рис. 2) [16].

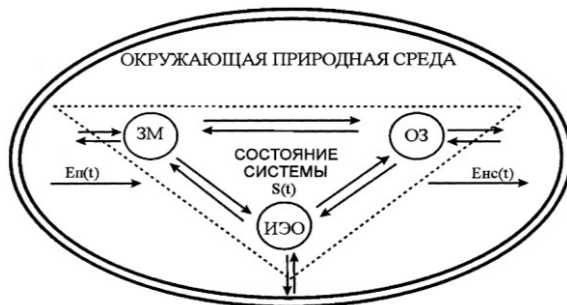


Рис. 2. Модель взаимодействия компонентов системы «О.З. – И.О.Э. – З.М.»

На основе результатов исследований процессов ВВВ «П.В.С.» с главным техногенным компонентом «В.Т.К.» в составе рассматриваемой ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» можно сделать вывод, что системный анализ, как метод анализа организации и управления, и системный подход, как способ создания обобщенной конструктивно-технологической схемы, включающей в себя КТС-1, КТС-2, КТС-3, в которых решаются отдельные этапы технологических задач по обеспечению нормативного уровня ЭБ, где под ЭБ понимается способность объектов защиты (О.З.) под воздействием процессов ВВВ «В.Т.К.» с «П.В.С.» водного объекта по отбору расчетных расходов воды формируется количественные и качественные экологические показатели **уровня защищенности** по сохранению **здоровья и качества жизни Человека** путем **сохранения естественного биоразнообразия ихтиофауны** (молоди рыб и т.п.), от **токсичных сине-зеленых водорослей**, процессов обрастания технологического оборудования **дрейсеной** и негативных факторов, снижающих функциональную эффективность работы «В.Т.К.».

В КТС-1 (рис. 1), включающей в себя водозаборное сооружение в виде мягкой наплавной

конструкции (МНК), которая обеспечивает отбор расчетных расходов воды ( $Q \text{ м}^3/\text{с}$ ) из водного объекта с выполнением 4-х функций в соответствии требований критериальных экологических показателей – Пи.ф., Пш.п., Пд.в.н., П л.ст. ЭБ на первом конструктивно технологическом этапе.

Во второй КТС-2 технологического этапа обеспечивается защита от **токсичных сине-зеленых водорослей** в соответствии критериального экологического показателя П с.з.в. путем определенного размещения конструкции мягких ершей в акватории водозаборного ковша (рис. 3), функциональная эффективность (70 %) которых была определена лабораторными исследованиями и производственными испытаниями на Александровском «В.Т.К.» городов Ростова-на-Дону, Ахтала и Батайска.

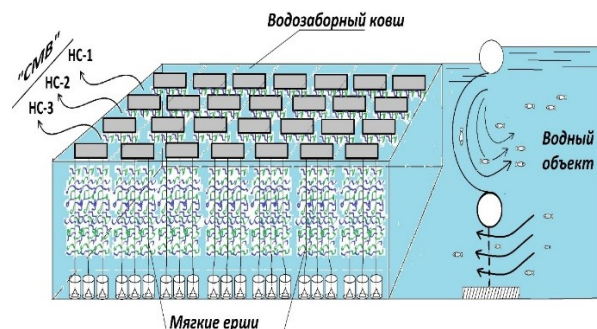


Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема защиты «С.М.В.» городских хозяйств и объектов экономики от токсичных сине-зеленых водорослей

На третьей КТС-3 технологическом этапе обеспечения защиты конструктивно-технологического оборудования и отдельных элементов в составе «В.Т.К.» от явления обрастания дрейсеной в соответствии с критериальным экологическим показателем П др. (6), обеспечение ЭБ осуществляется путем использования разработанной установки (рис. 4) на принципе электрокупирования планктона, которая устанавливается на входных оголовках в аванкамере насосных станций (рис. 1), в пределах которой производится окончательная доочистка (30 %) способом коагулирования от сине-зеленых водорослей (рис. 1).

Управление процессами ВВВ между КТС (1-3) составе «В.Т.К.», как главного техногенного компонента в составе ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» осуществляется в соответствии с главным принципом **системной целостности**, определяющей собой **главенствующую роль целого над частями** - КТС-1, КТС-2, КТС-3, которые включают в себя отдельные конструктивные элементы по обеспечению защитных функций по сохранению биоразнообразия ихтиофауны в водном объекте, отводу от водозаборного окна водозаборного сооружения донных, взвешенных наносов, плавающих предметов, от токсичных сине-зеленых водорослей и негативного явления обрастания внутренних и внешних поверхностей технологического оборудования

речной дрейсеной, что обеспечивает экологическую приемлемость (ЭП) конструктивно-технологических элементов в составе «В.Т.К.», как **техногенную составляющую принципа главенствующей роли целого.**

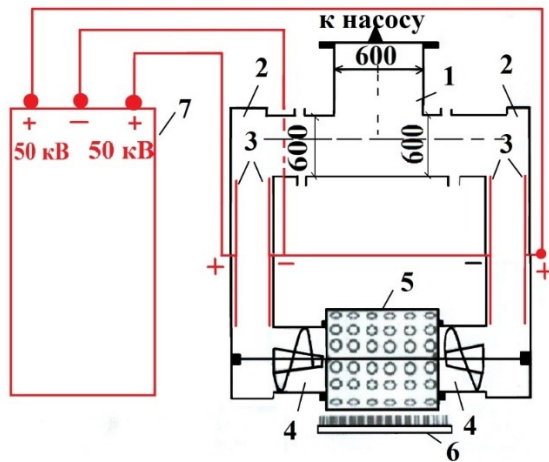


Рис. 4. Конструктивно-технологическая установка по защите конструктивных элементов и технологического оборудования от дрейсены способом электрокупирования: 1 – труба всасывающая; 2 – камера электрокупирования планктона; 3 – электроды; 4 – гидротурбина; 5 – сетка вращающаяся сорорудерживающая; 6 – щетка для очистки вращающейся сетки; 7 – генератор импульсных токов

На основе результатов исследований по разработке КТС-1, КТС-2, КТС-3 в составе «В.Т.К.» установлено, что ЭП принимаемых конструктивных решений по обеспечению ЭБ выражается в виде своеобразной природной «копии» в процессах ВВВ конструктивных элементов КТС (1-3) с «П.В.С.».

**Основные выводы.** На основе результатов системного анализа как метода управления процессами ВВВ между конструктивными и технологическими схемами КТС-(1-3) в составе главного техногенного компонента «В.Т.К.» специализированного типа ПТС «П.В.С.-В.Т.К.-С.М.В.» и системного подхода, как способа по созданию многоэтапный конструктивно-технологической схемы для обеспечения нормативного уровня ЭБ в процессах использования водных ресурсов в «С.М.В.» городских хозяйств и объектов экономики. Разработаны три базовые конструктивно-технологические схемы - КТС-1, КТС-2, КТС-3, в которых применены новый тип водозаборного сооружения (МНК), мягкие ерши с коагулянтами и защитные устройства на принципе электрокупирования, обеспечивающие нормативную ЭБ в зонах влияния «В.Т.К.».

#### Список литературы

1. Бондаренко В. Л., Блясов А. И., Хецуриани Е. Д., монография Научно-методологические основы природно-технических систем в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем., Новочеркасск 2019
2. Бондаренко В. Л., Семенова Е. А., Алиферов А. В., Клименко О. В.; Природно-технические системы в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем: монография . Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2016. 204 с.
3. Бондаренко В. Л., Дьяченко В. Б. Оценка экологического состояния бассейновой геосистемы в процессах использования водных ресурсов // Проблемы региональной экологии № 2 2005 – С. 86–92.
4. Будыко М. И., Дроздов О. А. О влагообороте на ограниченной территории суши // Вопросы гидрометеорологической эффективности полезного лесоразведения. – Л.: Гидрометеоздат, 1950.– 248 с.
5. Волосухин В. А., Бондаренко В. Л. Строительные системы охраны водных ресурсов с использованием конструкций из тканевых материалов: монография, Новочеркасская гос. мелиор. академия. – Новочеркасск, Колорит, 2008. -164 с.
6. Лосев К. С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке.– М.: «Космосинформ». – 2001. – 400 с.
7. Речные бассейны / под ред. А. М. Черняева; РосНИИВХ.– Екатеринбург: Изд. «Агроэкология», 1999. – 356 с.
8. Хецуриани Е.Д., Костюков В.П., Угроватова Е.Г. 2016 Гидрологические исследования на реке Дон-в-Александровский ОСВ Водозаборные сооружения // Procedia техники. – Том. 150: (2-я Международная конференция по Промышленному машиностроению, ICIE 2016; Челябинск; Российская федерация; 19 мая 2016) С. 2358-2363.
9. Хецуриани Е.Д., Хецуриани Т.Е. 2016 года будут приняты меры по борьбе с эвтрофикацией водоемов // (приоритетных задач и стратегий развития сельскохозяйственной науки: Сб. наука тр. на базе стажера. научно-практическая. конф., 25 мая 2016 / FTSNIO EVENSIS). – Тольятти., - С. 11-13
10. Хецуриани Е.Д., Фесенко Л. Н., Богачев А. Н., Мордвинув М. М., Пурас Г. Н., Душенко А. Ю., Бечвая Р. С., Пельчер А. В. Анализ работы Александровского ковшевого водозабора с учетом руслового режима и рыбоводнобиологических показателей реки Дон // Инженерный вестник Дона: [электрон. журнал]. – 2015. - №4
11. Хецуриани Е.Д., Костюков В. П., Хецуриани Т. Е. Analysis and Evaluation of Parameters Determining Maximum Efficiency of Fish Protection // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 262
12. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В. Л., Полянский Н. А. Methodological bases of creation and development of a new type of natural and technical system of multipurpose water use un urban areas // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 262.
13. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms [Электронный ресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055041. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055041/pdf>.
14. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. Lightweight constructions in technical water supply systems of thermal and nuclear power plants [Электронный ресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055042. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055042/pdf>
15. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Блясов А.И., Семенова Е.А. Innovative design solutions to ensure the environmental safety in the existing water intake technological complexes of water systems for urban farms [Электронный ресурс] IOP Conference Series:

Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055040. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055040/pdf>

16. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Ылясов А.И., Семенова Е.А. Development of protective measures providing environmental safety in areas affected by water-intake constructions of urban households [Электронный ресурс] IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 077053. - URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077053/pdf>

17. Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Ылясов А.И. Научно-методологические основы экологической безопасности на водозаборных технологических комплексах систем многоцелевого водоснабжения : монография, / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова и др. ; под общей редакцией Л. Н. Фесенко. - Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2020. - 324 с.

© Е. Д. Хецуриани, В. Л. Бондаренко, А. И. Ылясов, Т. Е. Хецуриани

#### Ссылка для цитирования:

Е. Д. Хецуриани, В. Л. Бондаренко, А. И. Ылясов, Т. Е. Хецуриани. Конструктивно-технологическая система обеспечения экологической безопасности водозаборных технологических комплексов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАOU АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 55–60.

УДК 624.21: 625.745.12

## БИОНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО МОСТА В ВОЛГОГРАДЕ

**Н. В. Иванова<sup>1,2</sup>, А. В. Макаров<sup>1</sup>, С. А. Калиновский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

<sup>2</sup>Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

Исследование направлено на разработку модели бионического моста, формирующего культурный ландшафт, общественные участки города и динамично развивающуюся береговую линию с целью обеспечения комфортной сферы жизненного пространства. Анализировалась история и новые приемы формообразования в мостостроении Волгограда. Выделены основные методологические подходы к бионическому проектированию инженерных сооружений и возможность их использования в формообразовании мостовых конструкций в структуре современного города. Методология базируется на теоретических основах моделирования и конструирования мостов различного функционального назначения с учётом современных тенденций в бионических подходах проектирования. Разработанная методика нового строительства и реконструкции бионического моста может быть использована в отечественном и зарубежном проектировании в сходных градостроительных условиях. Экспериментальное проектирование поддерживалось расчетами бионического подхода.

**Ключевые слова:** мостостроение, бионическое проектирование, бионические расчеты, форма сооружения, распределение усилий, прочность материалов.

## BIONIC ASPECT OF BUILDING OF BRIDGES ON EXAMPLE OF MOTOR-CAR BRIDGE IN VOLGOGRAD

**N. V. Ivanova<sup>1,2</sup>, A. V. Makarov<sup>1</sup>, S. A. Kalinovsky<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

The research is aimed at developing a model of a bionic bridge that forms a cultural landscape, public areas of the city and a dynamically developing coastline in order to provide a comfortable sphere of living space. The history and new methods of shaping in the bridge construction of Volgograd were analyzed. The main methodological approaches to the bionic design of engineering structures and the possibility of their use in the formation of bridge structures in the structure of the modern city are highlighted. The methodology is based on the theoretical foundations of modeling and construction of bridges for various functional purposes, taking into account current trends in bionic design approaches. The developed method of new construction and reconstruction of the bionic bridge can be used in domestic and foreign design in similar urban conditions. The experimental design was supported by calculations of the bionic approach.

**Keywords:** bridge building, bionic design, bionic calculations, the shape of the structure, the distribution of forces, the strength of materials.

Что может сравниться со строительством моста?

Прокладывая сушу над водой, мы соединяем миры.

*цитата из фильма «Призрак и Тьма»*

Человечество строит мосты десятки тысяч лет. Первые инженерные сооружения носили чисто утилитарный характер преодоления природных преград и поэтому их конструкции не нуждались в украшениях. Только два слова знаменитой триады Витрувия «Firmitas, Utilitas, Venistas» имели отношение к мостовым сооружениям [1]. Их строили прочно, эксплуатировали для пользы, а об архитектурной выразитель-

ность (красоте) – не задумывались. В последние годы интерес вызывает применение новых приемов формирования мостовых сооружений. В практике инженерного проектирования накоплен значительный опыт создания новых архитектурно-конструктивных форм мостовых сооружений. Можно выделить висячий мост Самюэля Брауна, напоминающий паутину, мост Мир Сантьяго Калатравы, вантовый пешеход-