

## Гидротехническое строительство

Оригинальная статья

УДК 627.8:69.05

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-38-46

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ****Курбанов Салигаджи Омарович**<sup>1✉</sup>, канд. техн. наук, доцент

SPIN-код: 2067-1130, AuthorID: 361638; Kurbanov-salih@rambler.ru

**Ханов Нартмир Владимирович**<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор

SPIN-код: 4314-8184, AuthorID: 464889; khanov@rgau-msha.ru

**Черных Ольга Николаевна**<sup>2✉</sup>, канд. техн. наук, профессор

SPIN-код: 7757-7969, AuthorID: 692667; gtsmgup@mail.ru

<sup>1</sup> Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова; 360030, КБР, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1В, Россия<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

**Аннотация.** Проблемы инженерной защиты территорий от затоплений и подтоплений паводковыми водами рек являются актуальными для многих регионов России, в том числе для Московской области, где реализуется проект создания наукограда «Большой Серпухов». При этом возникли серьезные препятствия, связанные с попаданием под затопление значительной части территорий прибрежных зон Серпуховского региона. Здесь большая часть сельскохозяйственных земель находится в нарушенном и деградированном состоянии, нуждается в восстановлении с использованием фитомелиоративных мероприятий. С целью решения возникших проблем и препятствий составлены научные программы по изучению и обследованию состояния всех территорий и объектов формируемого наукограда, а также водных объектов (рек Ока и Нара), которые являются источниками затоплений прибрежных территорий и населенных пунктов. Представлены результаты анализа материалов ранее сделанных авторами разработок и изобретений по инженерной защите прибрежных территорий и объектов с точки зрения возможности их использования при решении проблем затопления земель наукограда. Кратко продемонстрированы разработки и изобретения, которые могут быть эффективно использованы при решении вопросов инженерной защиты и природоохранного обустройства затопляемых территорий наукограда. Результаты предварительных проведенных исследований подтверждают высокую эффективность и технологичность использования биоинженерных систем защиты и обустройства прибрежных зон. Создание и внедрение биоинженерных систем на основе природных и безопасных искусственных материалов позволят снизить материальные затраты на строительство и будут способствовать восстановлению водоохранных и других нарушенных зон с соблюдением природоохранных требований. Предварительная оценка влияния плотины на р. Нара при гидродинамической аварии на параметры зоны затопления в левобережной части кластеров и районов г. Серпухова показала, что при реализации наиболее вероятного сценария аварии чрезвычайная ситуация может иметь локальный характер по величине материального ущерба, и муниципальный – по территориальному признаку.

**Ключевые слова:** инженерная защита, наукоград, прибрежные зоны, берегоукрепительные сооружения, биоинженерные системы, биопозитивные конструкции, зона затопления

**Формат цитирования:** Курбанов С.О., Ханов Н.В., Черных О.Н. Проблемы и пути решения вопросов инженерной защиты и восстановления прибрежных нарушенных земель городских территорий // Природообустройство. 2023. № 1. С. 38-46. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-38-46.

© Курбанов С.О., Ханов Н.В., Черных О.Н., 2023

Original article

## PROBLEMS AND WAYS FOR SOLVING ISSUES OF ENGINEERING PROTECTION AND RESTORATION OF COASTAL DISTURBED LANDS OF URBAN TERRITORIES

**Kurbanov Saligadzhi Omarovich**<sup>1✉</sup>, candidate of technical sciences, associate professor  
SPIN-код: 2067-1130, AuthorID: 361638; kurbanov-salih@rambler.ru

**Khanov Nartmir Vladimirovich**<sup>2</sup>, doctor of technical sciences, professor  
SPIN-код: 4314-8184, AuthorID: 464889; khanov@rgau-msha.ru

**Chernykh Olga Nikolaevna**<sup>2</sup>, candidate of technical sciences, professor  
SPIN-код: 7757-7969, AuthorID: 692667; gtsmgup@mail.ru

<sup>1</sup> Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 360030 Nalchik, Lenina avenue, 1B, Russia

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, Russia

**Annotation.** *The problems of engineering protection of territories from flooding and flooding by flood waters of rivers are relevant for many regions of Russia, including for the Moscow region, where the project of creating the science town «Big Serpukhov» is being implemented. At the same time, serious obstacles arose related to the flooding of a significant part of the territories of the coastal zones of the Serpukhov region. Here, most of the agricultural land is in a disturbed and degraded state, it needs to be restored using phytomeliorative measures. In order to solve the problems and obstacles that have arisen, scientific programs have been drawn up to study and survey the existing state of all territories and objects of the science city being formed. And also – water bodies (Oka and Nara rivers), which are sources of flooding of coastal areas and settlements. The results of the analysis of materials previously made by the authors of developments and inventions on the engineering protection of coastal territories and objects are presented from the point of view of the possibility of their use in solving the problems of flooding the lands of the science city. The developments and inventions that can be effectively used in solving the issues of engineering protection and environmental arrangement of the flooded territories of the science city are briefly demonstrated. The results of preliminary studies confirm the high efficiency and manufacturability of the use of bioengineering systems for the protection and development of coastal zones. The creation and implementation of bioengineering systems based on natural and safe artificial materials will reduce the material costs of construction and will contribute to the restoration of water protection and other disturbed zones in compliance with environmental requirements. A preliminary assessment of the impact of the dam on the Nara River in a hydrodynamic accident on the parameters of the flood zone in the left-bank part of the clusters and districts of Serpukhov showed that in the implementation of the most likely accident scenario, the emergency situation may be local in terms of material damage and municipal in terms of territoriality.*

**Keywords:** *engineering protection, science town, coastal zones, bank protection structures, bioengineering systems, biopositive structures, flood zone*

**Format of citation:** *Kurbanov S.O., Khanov N.V., Chernykh O.N. Problems and ways for solving issues of engineering protection and restoration of coastal disturbed lands of urban territories // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 1. S. 38-46. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-38-46.*

**Введение.** Для инновационного развития страны, как и для решения современных стратегических задач в целом, большую роль играют формирование новых наукоградов или объединение существующих наукоградов с развитыми промышленными и сельскохозяйственными муниципальными образованиями, располагающихся на трансграничных территориях перспективного научно-технического развития (ГНТР).

Наукоград/технополис представляет собой городской округ, обладающий огромным научно-техническим потенциалом вкпе с градообразующим научно-производственным комплексом. В Российской Федерации их 14. Основой

инфраструктуры наукограда является научно-исследовательский комплекс, вокруг которого функционируют научно-исследовательские и учебные институты, объекты и зоны для отдыха, труда и комфортного проживания, различные передовые производства, выпускающие изделия с учетом инновационных технологий, и т.д. В Московской губернии этот термин пытались применить еще в 1991 (г. Жуковский), а первым статус наукограда в соответствии с федеральным законом в 2000 г. получил г. Обнинск Калужской области. На сегодня в Московской области 8 наукоградов: Жуковский, Дубна, Королёв, Пушкино, Протвино, Черноголовка, Фрязино, Реутов.

Практически все они находятся на берегах водных объектов, и вокруг каждого технополиса действует кластер профильных предприятий и образовательных учреждений. Большие перспективы имеет ТНТР «Южное Подмосковье» с центром в г. Серпухове, куда входят Серпуховский район и наукограды Протвино (15 км от Серпухова на р. Протва) и Пущино (26 км от Серпухова на р. Ока) (рис. 1).

С учетом высокой инвестиционной привлекательности (выгодное территориальное положение – 99 км от Москвы и 76 км от МКАД, развитая экономика и транспортная инфраструктура, большой научный, рекреационный и трудовой потенциал – более 150 тыс. чел.) в настоящее время планируется реализовать весьма важный проект – наукоград «Большой Серпухов». С учетом того, что г. Серпухов (общая площадь – 1056 км<sup>2</sup>) находится на р. Наре, вблизи впадения ее в судоходную р. Оку, на которой есть порт, а исторический центр городского округа – Соборная гора – расположен при слиянии рек Серпейки и Нары, разработана концепция развития и создания комфортной среды в расширенных границах г. Серпухова. По этой концепции и плану развития вся территория наукограда разбита на 15 кластеров и функциональных зон (научная, производственная, сельскохозяйственная, экологическая, жилая, спортивно-оздоровительная и пр.). Предположительно общая площадь научного центра (кластера науки) составит 710 га. На территории кластера планируется создание образовательных учреждений всех уровней образования (детские сады, школы, университеты) и научно-исследовательских центров, доступных для всех регионов России.

Главной задачей экологического кластера планируется создание полноценной экосистемы



Рис. 1. Карта Серпуховского района

Fig. 1. Map of the Serpukhov region

для разработки и развития природоохранных технологий защиты и обустройства территорий, а также для развития и коммерциализации проектов участников наукограда в области новых технологий, в том числе ИТ. Как и сейчас, с учетом контактирования с Приокско-Террасным государственным биосферным заповедником, кластер с экозоной будет ориентирован на приоритетное развитие полноценного туристического комплекса с экотропами, зоопарком, аквапарком и пр. Вокруг производственных и жилых зон предусмотрена зеленая и экологически чистая территория с водными объектами, предназначенная для развития въездного туризма, паломничества, экотуризма, агротуризма и корпоративного тимбилдинга, организации фермерских хозяйств, создания животноводческого и рыбного комплексов и пр. На территории как элитной, так и малоэтажной жилой, коттеджной застройки, планируется создать всю инфраструктуру, необходимую для комфортной жизни, в том числе пляжные зоны, яхт-клуб, причалы, смотровые площадки и пр.

#### Материалы и методы исследований.

Для реализации вышеописанных концептуальных решений по созданию и развитию наукограда «Большой Серпухов», как для любой урбанизированной территории, находящейся на берегу крупных, недостаточно зарегулированных водных объектов, имеются серьезные препятствия, связанные с попаданием под затопление значительной части территорий прибрежных зон при гидрологической аварии на гидротехнических сооружениях (ГТС) и возникающими при этом водными эрозионными процессами территории разного назначения.

Ранее проведенные обследования на кафедре гидротехнических сооружений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и МГУП под руководством В.И. Волкова и Г.М. Каганова низконапорных гидроузлов и отдельных ГТС основных водных объектов Московской области и ряда ГТС Серпуховского региона [1], их анализ, а также анализ проекта концепции формируемого наукограда и карт затоплений прибрежных территорий между населенными пунктами Серпухов и Пущино, представленных администрацией г. Серпухова (рис. 2), подтверждают необходимость проведения современных полевых исследований по оценке состояний затапливаемых территорий, ГТС и объектов проектируемого наукограда, а так же разработки программ по инженерной защите названных территорий. Большая часть сельскохозяйственных земель здесь уже сейчас находится в нарушенном и деградированном состоянии и нуждается в восстановлении

с использованием фитомелиоративных мероприятий [2-8].

Анализ взаимодействия водных объектов в пределах городской территории и за ее пределами указывает на то, что основными источниками затоплений являются паводковые расходы р. Оки и ее притока р. Нары. В весенне-летний период паводковые уровни рек на определенный период до 10...11 м повышаются над отметками большей части прибрежных земель Серпухова, вызывая подтопление значительных территорий города и его окраин. В связи с этим при реализации проекта наукограда возникли большие проблемы, связанные с необходимостью в инженерной защите и подготовке этих затапливаемых территорий с применением природоохранных технологий и архитектурно-дизайнерских решений. Для их решения в рамках технического задания и программы организации научных экспедиций по обследованию и оценке состояний затапливаемых территорий и нарушенных земель наукограда на кафедре «Гидротехнические сооружения» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева намечено использовать аналитические и натурные методы исследований с проведением полевых обследований. Основной целью работ является разработка мероприятий инженерной защиты территорий от затоплений и подготовка научно-технических основ формируемого генерального плана развития всей территории с учетом деления на функциональные зоны, а также проектных решений по инновационному и природоохранному обустройству осваиваемых территорий с восстановлением нарушенных сельскохозяйственных земель, с использованием природоподобных технологий.

Исследовательские работы одновременно ведутся по двум направлениям. Под руководством С.О. Курбанова разрабатывается научное направление в области инженерной защиты территорий на основе предложенной им ранее концепции создания биоинженерных систем для защиты и восстановления нарушенных земель прибрежных и рекреационных зон, подтвержденных патентами [8, 11, 15] (некоторые из них

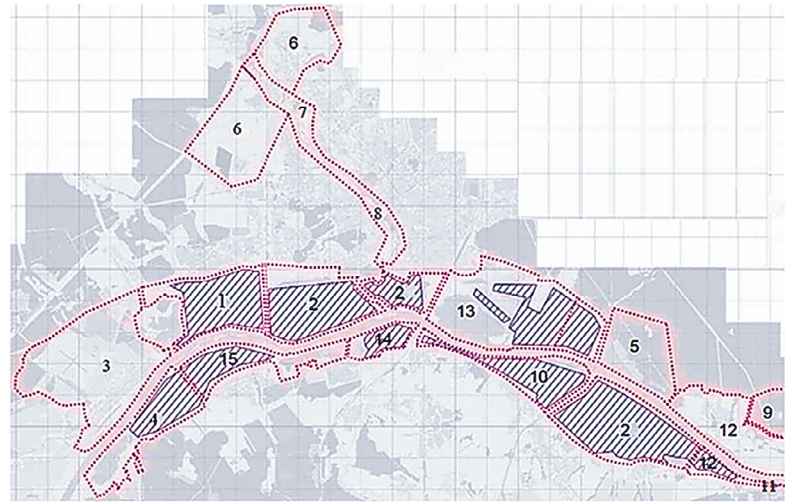


Рис. 2. Подтапливаемые территории городского округа Серпухова (по данным администрации) с границами предлагаемых кластеров в центральной части Серпуховского района:

- 1 – Информационные технологии; 2 – Наука;  
 3 – Производство; 4 – Сельское хозяйство;  
 5 – Учебно-спортивно-оздоровительный комплекс;  
 6 – Фермерское хозяйство;  
 7 – Культурно-архитектурный комплекс;  
 8 – Набережная; 9 – Экозона; 10 – Парк развлечений;  
 11 – Коттеджная жилая застройка;  
 12 – Малоэтажная жилая застройка;  
 13 – Элитная жилая застройка; 14 – Административный кластер  
 (Условные обозначения:  
 ———— – затапливаемые места; ..... – границы кластеров)

Fig. 2. Flooded areas of the Serpukhov urban district (according to the administration) with the boundaries of the proposed clusters in the central part of the Serpukhov region:

- 1 – Information technologies; 2 – Science; 3 – Production;  
 4 – Agriculture; 5 – Educational and sports and recreation complex;  
 6 – Farming; 7 – Cultural and architectural complex;  
 8 – Embankment; 9 – Eco-zone; 10 – Amusement Park;  
 11 – Cottage residential development; 12 – Low-rise residential development;  
 13 – Elite residential development; 14 – Administrative cluster  
 (Symbols: ———— – flooded places; ..... – cluster boundaries)

представлены на рисунке 3). В рамках данного направления исследований подготовлен ряд вариантов новых биоинженерных систем регулирования и защиты прибрежных затапливаемых зон малых рек (с максимальным использованием для берегоукрепительных сооружений местных и безопасных искусственных материалов).

Часть из оформляемых в настоящее время патентов позащитно-регуляционным, противозрозийным сооружениям и дренажным системам может быть эффективно использована при разработке проектов по решению проблем затопления прибрежных территорий наукограда [8-11]. Для внедрения предлагаемых биоинженерных систем и укрепления следует досконально изучить: физическое (топографическое) состояние всей территории наукограда; физические карты

	<p><b>3.1. Подпорная стенка биопозитивной конструкции</b> состоит из двух ступеней: первой ступени 1 и второй ступени 2, которые выполнены из тяжелых фашин 3 и габионных тюфяков 4. На береговом откосе выше второй ступени предусмотрено крепление из гибких габионных тюфяков 12, заполнителем которых использованы только легкие фашины 9.</p>
	<p><b>3.2. Габионный тюфяк биопозитивной конструкции</b> состоит из крупноячейистой сетки, выполненной из металлических проволочек 2, геотекстиля 3, прикрепленного сверху к проволокам 2, мешков 4, заполненных растительным грунтом с добавлением семян трав и кустарников, местного грунта 5, уложенного в пространство между мешками 4 до их верха. Поверх мешков 4 и грунта 5 устроен слой из камня 7, обтянутый сверху габионной сеткой 8.</p>
	<p><b>3.3. Откосное крепление биопозитивной конструкции</b> состоит из тюфяков 1, гибко соединенных между собой, металлических проволочек 2, растянутых в основании, геосетки 3 с карманами, расположенными рядами и заполненными растительным грунтом 4 и местным грунтом 5, уложенным между рядами карманов; легких фашин 6 из сухого камыша, уложенных сверху плотными рядами по всей площади тюфяков 1. При этом тюфяки 1 прикреплены к бетонным анкерам 9.</p>
	<p><b>3.4. Откосное крепление биопозитивной конструкции</b> состоит из легких фашин 1, соединенных между собой, металлических проволочек 2, растянутых сверху легких фашин 1 с образованием крупноячейистой сетки, тяжелых фашин 3, уложенных сверху легких фашин 1. Поверх тяжелых фашин 3 растянута вторая крупноячейистая сетка 8 из металлической проволоки. Между собой крупноячейистые сетки соединены проволокой и прикреплены к анкерам 9, устроенных в откосе.</p>
	<p><b>3.5. Подпорные стенки</b> выполнены из арматурных решетчатых каркасов 1 сборной конструкции, связанных между собой и прикрепленных к бетонным анкерам 2, устроенным в откосе; габионов 3, выполненных из специальной сетки 4, каменного заполнителя 5 и мешков 6 с плодородным грунтом.</p>
	<p><b>3.6. Комбинированное крепление из железобетонных плит и габионов</b>, расположенных рядами вдоль укрепляемого откоса: 1 – откос; 2 – ж/б плиты; 3 – габионы; 4 – фильтровая подготовка; 5 – монтажные петли; 6 – габионные тюфяки; 7 – русло реки; 8 – гибкие ж/б решетки; 9 и 10 – шарнирные связи, расположенные на арматурной проволоке 13; 11 – сетчатая оболочка; 12 – заполнитель; 14 – последнее звено ж/б решеток.</p>

Рис. 3. Биоинженерные системы

Разработаны под руководством С.О. Курбанова для регулирования русел, защиты, крепления и восстановления прибрежных зеленых зон, откосов дамб и берегов водных объектов [2-6]

Fig. 3. Bioengineering systems

Developed under the leadership of S.O. Kurbanov for the regulation of channels, protection, fastening and restoration of coastal green areas, slopes of dams and banks of water bodies [2-6]

и аэрокосмические съемки территорий (перед затоплением, во время затопления и после затопления); изучить гидрологические режимы участков рек Ока и Нара в районе г.о. Серпухов; определить графические связи изменения уровня режима при нарастании паводков реки площадей затоплений прибрежных территорий и т.д. Эти же данные важны и являются исходной

информацией для проведения второго направления работ. Это корректная оценка зон возможных затопления и подтопления прибрежных территорий паводковыми водами рек Ока и Нара и разработка первоочередных технических решений по их предотвращению, а также определение размера вероятного вреда с учетом прогнозируемых сценариев аварий ГТС, в которых отражаются

данные о возможной зоне воздействия аварии ГТС, значения величин негативных воздействий аварии ГТС для территорий, входящих в формируемый генеральный план развития наукограда «Большой Серпухов», оценка возможности нанесения ущерба для третьих лиц при гидродинамической либо гидрологической аварии.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты предварительно проведенных исследований по объектам наукограда подтверждают правильность намеченных целей и задач по инженерной защите и подготовке затопляемых территорий и их природоохранного обустройства. Выявлены наиболее опасные участки прибрежных зон, где требуются первоочередные защитные и регуляционные мероприятия. Для них готовятся программы необходимых инженерных изысканий, научных исследований, опытно-конструкторских и проектных работ. При этом будут использованы результаты ранее проведенных исследований по конструированию и созданию биоинженерных систем защиты и обустройства прибрежных зон малых рек. В этих целях подготовлены основные технические решения по изготовлению сборных изделий из местных материалов (легкая и тяжелая фашины из сухого камыша, растительного грунта, геосетки) и других искусственных материалов (рис. 3). Разработаны также технические решения по использованию армированных габионов биопозитивной конструкции (рис. 3.2).

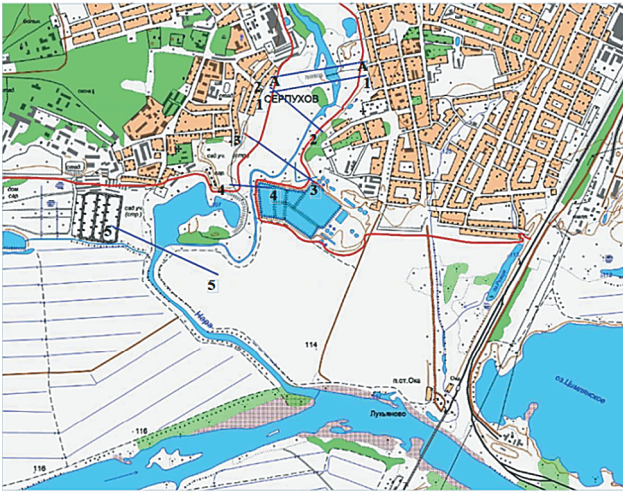
Использование сборных изделий и конструкций обеспечивает ускоренное восстановление эродированных и других нарушенных участков земель с биопозитивным влиянием на природную среду (рис. 3.6). Из этих изделий и элементов легко собираются и возводятся защитные крепления и элементы систем защиты, которые в сочетании с другими, более прочными конструкциями, образуют биоинженерные системы защиты и восстановления нарушенных зон. Это позволяет снизить материальные затраты на строительство и способствует восстановлению водоохраных и других нарушенных зон с соблюдением природоохранных требований. При внедрении и использовании данных систем для защиты от затопления и природоохранного обустройства земель прибрежных зон возможный экономический эффект может составить более 20 млн руб. на 1 км.

На предварительной стадии научных исследований второго направления для оценки роли существующих ГТС в черте Серпухова были выполнены и проанализированы возможные сценарии гидродинамической аварии на плотинном гидроузле, расположенном на юго-западной окраине города на р. Наре. Расчет выполнялся

по методологии, апробированной на кафедре ГТС [12-14, 16, 17]. Характерной особенностью створа плотины (состоящей из земляной части высотой 1,5...2,7 м и бетонной водосливной плотины максимальной высотой 8 м и напором при НПУ 5,3 м) является то, что в апреле-мае сооружения плотины затапливаются паводковыми водами р. Оки, уровни воды в створе плотины могут превышать уровень верхнего бьефа на 7...8 м, и соответственно – нижнего бьефа на 12...13 м. Для промывки верхнего бьефа от наносов, а также сброса части паводковых расходов есть донный водосброс шириной 5 м [18].

Особенностями развития событий в зоне потенциального затопления являются постепенность подъема уровня р. Оки и соответственно р. Нары, большая ширина потока в нижнем бьефе р. Нары, и как следствие – большая площадь поперечного сечения потока и его низкая скорость. Эти особенности создают относительно благоприятные условия для сохранения объектов и территорий, временно затопляемых в период половодья, что подтверждается практикой многолетних наблюдений за состоянием объектов и пойменных земель. Расчетом установлено, что масштабы затопления территорий и объектов р. Оки и р. Нары в ее нижнем течении при подъеме уровней воды в период половодья или дождевых паводков по существу не зависят от наличия или отсутствия плотины на р. Наре.

Для определения максимальной зоны затопления территорий в верхнем и нижнем бьефах был принят расчетный случай пропуска через плотину поперечного расхода р. Нары обеспеченностью  $P = 1\%$  ( $420 \text{ м}^3/\text{с}$ ) при уровне в нижнем бьефе, соответствующем уровню воды в р. Оке обеспеченностью  $P = 5\%$  (отметка 117,5 мБС), то есть повторяемостью один раз в 20 лет. Расчет параметров волны прорыва и затопления территорий в нижнем и верхнем бьефе плотины на р. Наре, а также анализ размещения населенных пунктов и объектов экономики в нижнем бьефе для ряда сценариев гипотетической аварии без учета влияния уровня режима р. Оки на гидрологический режим потока в р. Наре и других ГТС на водотоке (рис. 4) показали, что чрезвычайная ситуация (ЧС), возможная вследствие реализации наиболее тяжелого с точки зрения масштабов затопления территорий и объектов сценария развития событий, не возникает ввиду отсутствия вреда, причиненного по вине собственника сооружения. При реализации сценария самой вероятной аварии плотины общий ущерб, вызванный нарушением водоснабжения промышленных предприятий, забирающих воду из водохранилища, составит около 30 тыс. руб. ЧС, возникающая



**Рис. 4. Зона затопления (выделена красными линиями) территории для сценария развития событий, связанных с максимальным затоплением нижнего и верхнего бьефов. М 1:25 000:**

1 – створ плотины; 2 – границы затопления;  
1-1...5-5 – расчетные створы в нижнем бьефе;  
А-А – расчетный створ в верхнем бьефе

**Fig. 4. Flood zone (highlighted in red lines) of the territory**

**for the scenario of the development of events related to the maximum flooding of the lower and upper reaches. М 1:25 000:**

1 – Dam site; 2 – flood boundaries;  
1-1...5-5 – calculated sites downstream; A-A – calculated sites upstream

вследствие гидродинамической аварии при реализации наиболее вероятного сценария аварии, будет иметь локальный характер по величине материального ущерба, и муниципальный – по территориальному признаку.

В заключение можно отметить, что предварительные итоги изучения проблем инженерной защиты прибрежных земель, предлагаемых проработок по концепции развития наукограда «Большой Серпухов» и материалов проведенных ранее натурных обследований подтверждают необходимость проведения современных научно-исследовательских и опытно-технологических работ по оценке состояния всех территориальных зон и кластеров формируемого наукограда, и предложить конкретный план исследовательских работ для аналогичных городских территорий:

– изучить и обследовать имеющиеся водные объекты (р. Ока и ее приток р. Нара), их гидрологические режимы, приводящие к затоплению и подтоплению новых урбанизированных прибрежных территорий (наукограда), оценить техническое состояние и уровень безопасности как отдельных ГТС, так и гидроузлов в целом;

– проанализировать влияние работы гидроузлов, расположенных выше и ниже по течению

рек и их притоков от рассматриваемого участка, и влияние их на регулирование водного режима (в данном случае – Серпуховского региона);

– тщательно изучить все прибрежные территории (с жилыми, промышленными, сельскохозяйственными и другими зонами) и их площади, которые могут попасть под затопление/подтопление, эксплуатационное и экологическое их состояние, оценить возможный ущерб или величину размера вреда, который может быть причинен в результате аварии на ГТС;

– по результатам обследований разработать и составить программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по мероприятиям и специальным конструктивным элементам инженерной защиты территорий (формируемого наукограда «Большой Серпухов»);

– разработать первоочередные технические мероприятия по предотвращению возможных затоплений территорий (с использованием биоинженерных систем защиты и обустройства территорий);

– подготовить конкретное научно-обоснованное техническое задание на разработку проектных документаций с инновационными конструктивными и технологическими решениями по природоохранному обустройству и инженерной защите территорий, входящих в формируемый генеральный план развития территорий наукограда «Большой Серпухов».

## Выводы

По результатам реализации проекта и внедрения патентов на изобретения по биоинженерным системам, несомненно, будут решены проблемы инженерной защиты от затопления прибрежных территорий, восстановления нарушенных сельскохозяйственных и урбанизированных земель. Вся территория, в данном случае входящая в Серпуховской район и находящаяся под воздействием водотоков (Ока, Нарва, Протва и др.), будет благоустроена и озеленена вследствие применения природоохранных биоинженерных технологий и впишется в концепцию предлагаемых архитектурно-дизайнерских проектов.

В социально-экономической среде реализация проекта будет способствовать росту значимости и популярности природоохранных фитомелиоративных технологий, а также развитию экологического туризма. Без создания сооружений инженерной защиты ущерб от затопления городских территорий старого города и формируемого наукограда «Большой Серпухов» может возрасти на несколько порядков до масштаба межрегиональной ЧС.

## Список использованных источников

1. Волков В.И., Кобызев С.О. Обследование и мониторинг состояния гидротехнических сооружений 655 водоемов Московской области в 2016-2018 гг. // Природообустройство. 2020. № 2. С. 74-81.
2. Курбанов С.О., Созаев А.А. Обоснование концепции создания биоинженерных систем защиты и восстановления земель прибрежных и рекреационных зон // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 8. С. 34-39.
3. Курбанов С.О., Жемгуразов С.М., Настаева Ж.Х. Биопозитивные методы защиты и восстановления эродированных и нарушенных участков земель сельскохозяйственных и рекреационных зон // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 149. С. 92-101.
4. Курбанов С.О., Экологически эффективные технологии регулирования малых рек истроительства мелиоративных водозаборов / Созаев А.А., Чапаев Т.М., Сасиков А.С. // Электронный научный журнал «International agricultural journal». 2020. № 6. URL: <https://iaceu/index.php/iac/article/view/315>.
5. Kurbanov S.O., Sozaev A., Shogenov A., Karshiev A. Bioengineering systems for protection and improvement of urbanized areas of coasta land recreationalzones // Сборник: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1<sup>st</sup> International Scientific and Practical Conference. 2021. С. 30-35.
6. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Balkizov A.B. Effective technical solutions forchannel regulationsmall riversand construction of reclamation water intakes / Science Education Practice proceedings of the International University Science Forum (Canada, Toronto), September30, 2020. – Infinity Publishing. P. 117-130.
7. Черных О.Н., Ханов Н.В., Бурлаченко А.В. Берегоукрепительные конструкции водных объектов: учебное пособие. Ч. 1. М.: РГАУ-МСХА, 2019. 145 с.
8. Черных О.Н., Ханов Н.В., Бурлаченко А.В. Берегоукрепительные конструкции водных объектов: учебное пособие. Ч. 2. М.: РГАУ-МСХА, 2020. 185 с.
9. Гурьев А.П., Баранов Е.В., Ханов Н.В. Применение объемных полимерных георешеток в укреплении откосов подпорных грунтовых гидротехнических сооружений // Природообустройство. 2015. № 2. С. 45-48.
10. Гурьев А.П. Использование композиционных геоматов для борьбы с водной эрозией / Ханов Н.В., Еремеев А.В. и др. М.: РГАУ-МСХА, 2020. 253 с.
11. Куликова А.А., Черных О.Н. Проблемы и пути решения вопросов ренатурирования малыхрекМосквы // Сб. статей II Международной научно-практ. конф. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. С. 244-252.
12. Черных О.Н., Волков В.В., Бурлаченко А.В. Проблемы безопасности территорий нижнего бьефа столичных прудов // Природообустройство. 2017. № 1. С. 47-55.
13. Волков В.И., Оценка условий и последствий прорыва напорного фронта речного гидроузла: учебное пособие / Черных О.Н., Алтунин В.И., Сакисова И.А.М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 180 с.
14. Черных О.Н., Ханов Н.В., Бурлаченко А.В. Некоторые аспекты использования инновационных конструкций кульвертов при техномелиоративном обустройстве зарыбленных водотоков // Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической

## References

1. Volkov V.I., Kobyzev S.O. Obsledovanie i monitoring sostoyaniya gidrotehnicheskikh sooruzhenij 655 vodoyomov Moskovskoj oblasti v 2016-2018 gg. // Prirodoobustrojstvo. 2020. № 2. S. 74-81.
2. Kurbanov S.O., Sozaev A.A. Obosnovanie konseptsii sozdaniya bioinzhenernyh sistem zashchity i vosstanovleniya zemel` pribrezhnyh i rekreatsionnyh zon // Ekologiya i promyshlennost Rossii, 2020. T. 24. № 8. S. 34-39.
3. Kurbanov S.O., Zhemgurazov S.M., Nastaeva Zh.H. (2019) Biopozitivnye metody zashchity i vosstanovleniya erodirovannyh i narushennyh uchastkov zemel sel'skohozyajstvennyh i rekreatsionnyh zon // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 149. S. 92-101.
4. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Chapaev T.M., Sasaki A.S. Ekologicheski effektivnye tehnologii regulirovaniya malyh rek i stroitelstva meliorativnyh vodozaborov / Elektronnyj nauch. zhurnal «International agricultural journal» i opublikovana v № 6/2020: <https://iaceu/index.php/iac/article/view/315>.
5. Kurbanov S., Sozaev A., Shogenov A., Karshiev A. Bioengineering systems for protection and improvement of urbanized areas of coastal and recreational zones / Сборник: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference. 2021. С. 30-35.
6. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Balkizov A.B. Effective technical solutions for channel regulation small rivers and construction of reclamation water intakes / Science Education Practice proceedings of the International University Science Forum (Canada, Toronto), September 30, 2020. – Infinity Publishing. P. 117-130.
7. Chernyh O.N., Khanov N.V., Burlachenko A.V. Beregoukrepitelnye konstruksii vodnyh objektov ch. 1: uchebnoe posobie. M.: RGAU MCHA, 2019. 145 s.
8. Chernyh O.N., Khanov N.V., Burlachenko A.V. Beregoukrepitelnye konstruksii vodnyh objektov ch. 2: uchebnoe posobie. M.: RGAU MCHA, 2020. 185 s.
9. Gurjev A.P. Primenenie obyomnyh polimernyh gereshyotok v ukreplenii otkosov podpornyh gruntovyh gidrotehnicheskikh sooruzhenij / E.V. Baranov, A.P. Gurjev, N.V. Khanov // Prirodoobustrojstvo. 2015. № 2. S. 45-48.
10. Gurjev A.P. Ispolzovanie kompozitsionnyh geomatov dlya borby s vodnoj eroziy / Gurjev A.P., Khanov N.V., Ereemeev A.V., Kozlov K.D., Fartukov V.A., Shchukin S.N. / M.: RGAU MCHA, 2020. 253 s.
11. Kulikova A.A., Chernyh O.N. Problemy` i puti resheniya voprosov renaturirovaniya malyh rek Moskvy / Sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Petrozavodsk: MTSNP «Novaya nauka», 2022. S244-252.
12. Chernyh O. N., Volkov V.V., Burlachenko A.V. Problemy` bezopasnosti territorij nizhnego bjeфа stolichnyh prudov // Prirodoobustrojstvo. 2017. № 1. S. 47-55.
13. Volkov V.I., Chernyh O.N., Altunin V.I., Sakisova I.A. Otsenka uslovij i posledstvij proryva napornogo fronta rechnogo gidrouzla. M.: RGAU MCHA, 2015. 180 s.
14. Chernyh O.N., Khanov N.V., Burlachenko A.V. Nekotorye aspekty ispolzovaniya innovatsionnyh konstruksij kulvertov pri tehnomeliorativnom obustrojstve zaryblyonnyh vodotokov / Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskoj (natsionalnoj) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskij GAU, 2021. S. 160-164.



конференции. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. С. 160-164.

15. Курбанов С.О., Румянцев И.С. Основы проектирования природно-технических систем биопозитивной конструкции по регулированию русел, защиты и восстановления прибрежных зон // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции. Ч. III. М.: МГУП, 2011. С. 121-135.

16. Черных О.Н., Алтунин В.И. Специфика вопросов охраны окружающей среды при строительстве и эксплуатации гофрированных водопропускных труб из металла // Природобустройство. 2015. № 2. С. 33-38.

17. Suetina T.A., Chernykh O.N., Burlachenko A.V. Hydraulic calculation features of helically corrugated steel culverts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering, 1-8 July 2018, Novosibirsk, Russian Federation. Novosibirsk, 2018. Vol. 456. Sect. 4. 31 December. 5 p.

18. Рабочая документация по капитальному ремонту донного водосброса плотины на р. Нара в г. Серпухове. Кн. 1. Технический отчет по обследованию плотины на р. Нара в г. Серпухове. ОАО «Гипроречтранс». М., 2002.

#### Критерии авторства

Курбанов С.О., Ханов Н.В., Черных О.Н. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

#### Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 15.10.2022

Одобрена после рецензирования 21.01.2023

Принята к публикации 25.01.2023

15. Kurbanov S.O., Rumyantsev I.S. Osnovy` proektirovaniya prirodno-tehnicheskikh sistem biopozitivnoj konstruksii po regulirovaniyu rusel, zashchity` i vosstanovleniya pribrezhnyh zon // Problemy razvitiya melioratsii i vodnogo hozyajstva i puti ih resheniya. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ch.III. M.: MGUP, 2011. S. 121-135.

16. Chernyh O.N., Altunin V.I. Spetsifika voprosov ohrany okruzhayushhej sredy pri stroitelstve i ekspluatatsii gofirovannyh vodopropusknyh trub iz metalla // Prirodobustrojstvo. 2015. № 2. S. 33-38.

17. Suetina T.A., Chernykh O.N., Burlachenko A.V. Hydraulic calculation features of helically corrugated steel culverts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering 1-8 July 2018, Novosibirsk, Russian Federation. 2018. Volume 456. Section 4. 31. December. 5 p.

18. Rabochaya dokumentatsiya po kapitalnomu remon-tu donnogo vodosbrosa plotiny na r. Nara v g. Serpukhove. Kniga 1. Tehnicheskij otchet po obsledovaniyu plotiny` na r. Nara v g. Serpukhove. ОАО «Giprorchtrans». М. 2002.

#### Criteria of authorship

Kurbanov S.O., Khanov N.V., Chernykh O.N. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

#### Contributions of the authors

All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

The article was submitted to the editorial office 15.10.2022

Approved after reviewing 21.01.2023

Accepted for publication 25.01.2023