

УДК 332:614.8

## К ПРОБЛЕМЕ ПОДТОПЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ КАК ИСТОЧНИКА ГИДРОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Е.В. АРЕФЬЕВА, кандидат технических наук, доцент.

Э.Г. МИРМОВИЧ, кандидат физико-математических наук, доцент

*Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия,  
ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России*

Авторами дан обзор предполагаемого социально – экономического ущерба вследствие подъема грунтовых вод. В статье рассмотрена одна из основных причин подтопления – техногенная.

**Ключевые слова:** подтопление, памятники архитектуры, геоэкологическая опасность, причиняемый ущерб.

**Введение.** Действие источников чрезвычайных ситуаций (ЧС) любого происхождения по большей части своих последствий связано с обрушениями, частичными или полными разрушениями и деформациями зданий и сооружений из-за их недостаточной надежности и защищенности от опасных техно-природных воздействий.

К потенциальным источникам таких видов социального и экономического ущерба относятся землетрясения, взрывы, атмосферно-метеорологические процессы, вибрационное воздействие близлежащих транспортных узлов, испытательных полигонов, естественное старение и др. Как видно из данного перечня, эти источники подразделяются на два класса: с малым и с большим временем запаздывания между причиной и следствием, воздействием и аварийной реакцией на них.

**Постановка проблемы.** Среди последних следует особо выделить подтопление. Оно является одним из наиболее распространенных и ущербноносных техногенно-природных процессов. Развитие его выражается в подъеме уровня грунтовых вод (УГВ) к поверхности Земли, что приводит к увлажнению и размыву грунта, снижению его несущей способности, заболачиванию, затоплению подвальных помещений и подземных коммуникаций. Кроме того, подтопление нередко вызывает активизацию оползней, просадку лессового и набухание глинистого грунта, загрязнение грунтовых вод, усиление коррозионных процессов в подземных конструкциях, де-

градацию почв и угнетение растительных комплексов и даже не учитываемые на практике изменения микросейсмической характеристики территории.

В России, например, в последние десятилетия процесс подтопления освоенных территорий принял практически повсеместный характер. В настоящее время подтоплено около 9 млн. га земель различного хозяйственного назначения, в том числе 5 млн. га сельскохозяйственных земель и 0.8 млн. га застроенных городских территорий. Из 1064 городов России подтопление отмечается в 792 (75%), из 2065 рабочих поселков – в 460 (22%), а также в 762 населенных пунктах.

Основная причина подтопления – техногенная, часто вызываемая дополнительной инфильтрацией (утечки и аварии в системах водонесущих коммуникаций). Так, из-за утечек коммунально-бытовых сетей УГВ поднялся в городах России: Ростов-на-Дону – на 25-27 м, Волгоград – на 15-20 м, Челябинск, Волгоград – на 12-13 м, Саратов – на 10 м. В Москве УГВ поднялся на величину до 6 м и находится от 2 до 3 м и менее от земной поверхности, а вообще подтоплению подвержено до 35% городской территории. Подтапливаются и другие крупнейшие города страны, такие как Астрахань, Иркутск, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Санкт-Петербург, Томск, Тюмень, Хабаровск и другие. Не лучше положение с УГВ в ряде городов Украины: Запорожье (на 30 м), Одесса (на 15 м), Херсон (на 10 м), а в Новочеркасске, например, с вводом в действие основных промышленных предприятий, уровень грунтовых вод поднялся на 12 м.

Учитывая, что в настоящее время в России физический износ объектов ЖКХ (трубопроводы и т.д.) относительно периода полной амортизации составляет 55-75%, потери воды в системах водонесущих коммуникаций превышают в разы (3 и более раз) допустимый уровень в России, и в 4-6 раз превышают допустимые потери воды в Европе. Добавим, что не менее 40% водопроводов, обеспечивающих около 70% потребностей обеспечения водой, не имеют необходимого комплекса очистных сооружений. Срочной модернизации требуют 30% мощностей водопровода, более 40% подаваемой воды не соответствует требованиям СНАППП, а количество аварий выросло за 10 лет (с 1990 по 2000 гг.) в пять раз и составило 70 аварий на каждые 100 км сетей водоснабжения в год [1]. Состояние водо-канализационных сетей следует считать критическим и, если не принимать никаких мер, то в ближайшие годы следует ожидать увеличения роста аварий и повреждений по экспоненте, т.е. к 2010 году до 350 аварий на каждые 100 км сетей [1]. Количество аварий в системах тепло-

снабжения также огромно и достигает до 100 тыс., а в системах водоснабжения до 200 тыс. аварий в год. И вся эта горячая, канализационная и потребительская питьевая вода становится источником поднятия УГВ.

Особенно опасно подтопление для лессового грунта. Просадочность лессовых пород в результате подтопления и увлажнения испытывают 563 города России. Просадки лессовых массивов вызывают деформации, а иногда и полное разрушение зданий и сооружений, подземных коммуникаций, трубопроводов, транспортных систем.

В некоторых городах Северного Кавказа величина просадки достигает до 1,0-1,5 м. Наиболее значительные деформации и аварии в результате подтопления лессовых пород испытывает Волгодонск. Так, на 2003 г. из 907 жилых зданий Волгодонска 732 не имеют гарантированной эксплуатационной надежности. В Запорожье от просадок лессов деформировано более 900 зданий.

Учитывая, что средний износ жилых домов в России составляет 50%, а местами достигает 70%, тенденция роста аварий и обрушений зданий будет продолжаться [2]. Ветхое жилье практически не способно сопротивляться негативным природным и техно-природным процессам. Так, в 2002 г. в России более 18 тыс. семей, попавшие в зону паводков и наводнений, полностью лишились крова, пострадало всего около 44 тыс. семей, проживающих в ветхом жилье. И хотя наводнения не являются предметом исследований автора, но их последствия также представляют серьезную угрозу для ветхого жилья и влияют на изменения свойств грунта.

На рис. 1 приведены типы геоэкологических опасностей, которые так или иначе связаны с подтоплением.

В подтопленных участках городов отмечается повышение заболеваемости, заболоченность территорий приводит к деградации растительности, многократному увеличению выплода кровососущих насекомых, являющихся дополнительным переносчиком различных болезней, которые нередко становятся также источниками ЧС локального масштаба. Несмотря на то, что непосредственно подтопление не приводит к человеческим жертвам, ущерб от этого опасного инженерно-геологического процесса огромный и составляет до 5-6 млрд. долл. в год. В табл. 1 приведен перечень ЧС, потенциально возможных при подтоплении и других иницилирующих процессах, представлен характер ЧС.



Рисунок – 1 Типы опасностей, инициируемых подтоплением застроенных территорий.

Таблица 1 – Виды геозкологических опасностей, инициируемых подтоплением и характеристики потенциально возникающих ЧС

Вид геозкологической опасности	Причиняемый ущерб	Тип возможной ЧС (по ущербу, масштабам)	Характер течения ЧС по времени
Подтопление территории, объектов	Нарушение экологического равновесия	Местная	Постепенный
	Коррозия коммуникаций трубопроводов, приводящая к их прорывам	Местная	Постепенный
	Нарушение условий жизнедеятельности людей из-за затопления подвалов	Местная	Постепенный
	Ущемление и деградация древесной растительности, почвенного слоя (экологический ущерб)	Местная	Постепенный

Продолжение таблицы 1 – Виды геоэкологических опасностей, инициируемых подтоплением и характеристики потенциально возникающих ЧС

Снижение несущей способности, неравномерные осадки грунтов	Угрожающие деформации, разрушение и обрушение здания, сооружения или его частей	Локальная, местная; по ущербу – территориальная	Деформации носят постепенный характер, обрушение – внезапный
	Разрушение, обрыв инженерных коммуникаций	Локальная, местная	Обрыв внезапный
Просадочные явления, лессовые просадки	Деформации, разрушения и обрушения зданий и сооружений	Локальная, местная; по ущербу – территориальная	Постепенное ослабление и разрушение структурных связей грунтов; деформации зданий – постепенные, а разрушения и обрушения могут быть внезапными
	Разрушение, обрыв инженерных коммуникаций	Локальная, местная	Внезапные обрывы при постепенных деформациях труб и систем коммуникаций
Карстово-суффозионные процессы в результате выщелачивания и растворения пород при подтоплении, механического выноса вещества (суффозия)	Провалы поверхности, обрушения зданий, сооружений	Локальная, местная; по ущербу – территориальная	Внезапные провалы и обрушения
	Разрушение, обрыв инженерных коммуникаций, провалы на магистралях	Локальная, местная	Внезапные обрывы сетей коммуникаций, на дорогах
Процессы морозного пучения и набухание грунтов	Постепенные деформации оснований фундаментов, деформации и обрушения зданий	Локальная, местная; по ущербу – территориальная	Деформации – постепенный характер, обрушения могут быть внезапными
Оползневые процессы при подтоплении грунтов на склонах	Разрушение и обрушение зданий	Локальная, местная, по ущербу – территориальная	Внезапный
	Разрушение магистралей, ж/д путей	Местная	Внезапный
Оседание и проседание земной поверхности при колебаниях грунтовых вод, водопонижительных и водозаборных мероприятиях	Деформации зданий.	Локальная, местная	Постепенный характер изменений
	Изменение ландшафта местности	Локальная, местная	Постепенный характер изменений
Наведенная сейсмичность	Дополнительные деформации и разрушения зданий при землетрясениях	Местная, территориальная	Внезапный

**Предполагаемый подход к решению проблемы.** В заключение следует отметить, что негативный аспект упомянутого большого временного лага (запаздывания) между началом процесса подтопления застроенных территорий и их аварийным состоянием, чреватым возникновением ЧС разного уровня, одновременно предоставляет возможность принимать превентивные, опережающие меры по их предупреждению и предотвращению. Имеющиеся научные знания и накопленный опыт позволяют говорить о путях управления возникающими опасностями. Это, прежде всего, относится к природно-техногенным процессам и явлениям, развитие которых связано с деятельностью человека, и благодаря чему они легче контролируются и прогнозируются по сравнению с событиями природного характера. Думается, что этот фактор и должен стать базовым принципом реформирования в экономическом секторе ЖКХ как в муниципальной, так и в частной формах собственности.

В связи с тем, что в целом ряде случаев локальные ЧС обсуждаемого происхождения перерастают в местные и далее, проблема, связанная с подтоплением урбанизированных территорий, требует незамедлительного принятия мер на государственном уровне [3]. Тем более, что затраты на прогнозирование и обеспечение готовности к возможным бедствиям, как правило, примерно в 15-20 раз меньше величины предотвращенного ущерба.

Что касается памятников культуры, то их спасение и охрана от последствий стихийных, техногенных и социальных бедствий должна являться составной частью общенациональной безопасности страны и ее системы гражданской защиты. Тем не менее, данная проблема отсутствует хотя бы в постановочном варианте даже в «Концепции национальной безопасности РФ» [4].

В зоне риска ЧС этого вида находятся архитектурные раритеты Санкт-Петербурга, да и сам московский Кремль с его соборами, включая Покровский на Красной площади (собор Василия Блаженного), стоят на грунте, подверженный опасным воздействиям подземных водных потоков, генерирующих разрушительные эффекты подтопления. Фундаменты и колонны сборной строительной конструкции, занимаемой нашим Большим театром, также подвержены повышенному риску разъехаться «во все четыре стороны» от эффектов подтопления.

Кроме того, необходимо признать, что эта область аварийных и катастрофических процессов не нашла еще адекватной нормативной и терминологической регламентации в науке, практике и учебно-образовательной деятельности. В ряде субъ-

ектов Российской Федерации отмечаются случаи нарушения требований нормативных документов при проектировании, выборе места расположения, новом строительстве и эксплуатации критически важных и потенциально опасных объектов. Не всегда разрабатываются в требуемом объеме декларации безопасности и разделы «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» (ИТМ ГОЧС) в строительной документации, касающиеся в том числе и зон наличия или потенциального подтопления. В их состав должны входить мероприятия по детерминированному регулированию УГВ [3].

В часть действующих стандартов (табл. 2) совершенно необходимо ввести корректировки, связанные с обсуждаемыми проблемами.

Таблица 2 – Перечень российских стандартов комплекса «БЧС»,  
в которые необходимо введение корректировки

ГОСТ Р 22.0.02-94	БЧС. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ Р 22.0.05-94	БЧС. Техногенные ЧС. Термины и определения.
ГОСТ Р 22.0.06-95	БЧС. Источники природных ЧС. Поражающие факторы. Номенклатура поражающих воздействий.
ГОСТ Р 22.0.07-95	БЧС. Источники техногенных ЧС. Классификация и номенклатура параметров поражающих воздействий.
ГОСТ Р 22.2.08-96	БЧС. Безопасность движения поездов. Термины и определения.
ГОСТ Р 22.3.05-96	БЧС. Жизнеобеспечение населения в ЧС. Термины и определения.
ГОСТ Р 22.1.02-95	БЧС. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения.
ГОСТ Р 22.1.01-95	БЧС. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения.
ГОСТ Р 22.1.05-95	БЧС. Средства технические мониторинга. Общие технические требования.
ГОСТ Р 22.1.06-99 ГОСТ Р 22.1.08-99	БЧС. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования.
ГОСТ Р 22.8.03-95	БЧС. Технические средства разведки. Общие технические требования.
ГОСТ Р 22.9.01-95	БЧС. Аварийно-спасательные инструменты и оборудование. Общие технические требования.
ГОСТ Р 22.9.03-95	БЧС. Средства инженерного обеспечения аварийно-спасательных работ. Общие технические требования.
ГОСТ Р 22.9.04-95	БЧС. Средства поиска людей в завалах. Общие технические требования.
ГОСТ Р 22.9.06-96	БЧС. Спасательные эластомерные силовые конструкции. Общие технические требования.

Модель информационно-управляющей системы минимизации рисков нанесения ущерба памятникам культуры [5,6] мирового значения должна быть выстроена при наличии двух редких для современных моделей управления свойств: отсутствие или бесполезность обратной связи и необратимость последствий ошибочных действий.

Гибель (или нанесение ущерба) любого архитектурного памятника древней цивилизации как элемента культурного наследия нейтрализовать копированием невозможно. Даже простая реставрация значительно снижает информационную ценность такого объекта, несоразмерно повышая в то же время его балансовую стоимость. Примерами могут служить Храм Христа-Спасителя, выстроенный заново на том же, подверженном повышенной деятельности механизма подтопления месте, реставрированные древне- и средневековые памятники архитектуры в нашей и других странах. Поэтому для реализации системы охраны культурных памятников от природных и техногенных катастроф, к которым относится и аварийное подтопление, должны использоваться все самые современные информационные технологии, причем в некоммерческом, в неприбыльном варианте, как декларировано в документах ЮНЕСКО.

Первоначальным этапом в этой работе должно стать внесение основных российских архитектурных памятников отечественной и мировой культуры в состав отдельных приоритетных объектов ГИС, являющейся основой мониторинга и прогнозирования ЧС и состоящей на оперативном дежурстве страны.

Научно-технические исследования и практический опыт оценки состояния градостроительных и архитектурных памятников, старинных зданий и сооружений методом резонансной диагностики может являться еще одним важным и эффективным элементом предлагаемой системы. Для этой цели служит такой программно-аппаратурный комплекс (ПАК), каким является Струна-М [6], с помощью которого успешно осуществлялась диагностика и составление паспорта объектов культурных градостроительных и архитектурных памятников в Дрездене, Греции и др.

Вся система оповещения об угрозах историческим объектам культурного наследия должна войти в качестве подсистемы в общую конструкцию АИУС РСЧС и в состав критически важных объектов системы национального ЦУКС.

Результатом объединения усилий и технологий могут стать реалистичные рекомендации по проблемам страхования рисков, разработки наиболее оптимальных

планов эвакуации, введения в соответствующие комиссии по чрезвычайным ситуациям специалиста по охране памятников культуры, особенностям проведения АСНДР в местах расположения исторических объектов.

Кроме того, необходимы учебные программы, мультимедийные учебные и методические пособия, компьютерные игровые имитаторы и тренажеры, специализированные памятки, дистанционные методы оперативного взаимодействия и обучения, совместные с ведущими ВУЗами страны кафедры и другие совместные подразделения.

Вариант учебной программы 18-часового курса краткосрочной научной и профессиональной подготовки или повышения квалификации специалистов в области охраны памятников архитектуры от разрушительного воздействия подтоплений - в табл. 3.

Таблица 3 – Вариант учебной программы по обсуждаемой проблеме

№ пп	Наименование темы занятий	Форма занятий	К-во час.
1	Градостроительные и архитектурные памятники культуры как действительные или потенциальные критически важные объекты	Лекция	2
2	Лицензирование деятельности и декларирование безопасности объектов, в состав которых входят памятники мировой культуры	Лекция	2
3	Технологии предупреждения разрушений строительных конструкций и застроенных территорий от наводнений и подтоплений	Лекция	2
4	Оценка устойчивости и прогноз разрушений старинных зданий и сооружений при наводнениях и подтоплениях методом резонансной диагностики с помощью ПАК «Струна М»	Лекция	2
5	Страхование рисков опасности повреждений и обрушений градостроительных и архитектурных памятников культуры	Лекция	2
6	Новые информационные технологии в подготовке специалистов и обучении населения в области обеспечения безопасности культурных памятников (обмен опытом).	Семинар в форме круглого стола	2
ТЕСТ-ЗАЧЕТ			6
Всего по программе			18

### Литература

1. Учебное пособие по гражданской обороне. – М.: ИИЦ ВНИИ ГОЧС, 1990.
2. Концепция развития, оснащения и применения робототехнических средств в РСЧС. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1990.
3. Авиационные комплексы дистанционного зондирования земной поверхности на базе беспилотных систем. – М.: Корпорация «Иркут», 2006.
4. Разработка воздушного робототехнического комплекса для мониторинга чрезвычайных ситуаций на основе ДПЛА легкого класса. ОКР «Беспилотник». – ОАО «Иркут», 2005.

*Поступила в редакцию 16.10.07.*

**E.V. Arefyev, E.G. Mirimovich**

#### **THE PROBLEM OF UNDERFLOODING THE OBJECTS OF ECONOMY AS A SOURCE OF HYDROGENIC EMERGENCIES**

The authors give the review of social and economic damage as the consequence of ground water raising. The article considers one of the main causes of underflooding – the man-made one.