ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 22.8.09— 2014

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ, РИСКА И УЩЕРБА ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРАДОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН рабочей группой, состоящей из представителей Открытого акционерного общества «Ордена Трудового Красного Знамени Комплексный научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии «НИИ ВОДГЕО» (ОАО «НИИ ВОДГЕО»), Закрытого акционерного общества «ДАР/ВОДГЕО» (ЗАО «ДАР/ВОДГЕО») и Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 71 «Гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 октября 2014 г. № 1363-ст

4 Настоящий стандарт разработан в целях обеспечения выполнения статей 65 и 117 Водного кодекса Российской Федерации, статей 10, 14, 23, 42, 48 Градостроительного кодекса РФ и Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Требования к расчету уровня безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий 3
Приложение А (обязательное) Материалы для оценки уровня риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий 12
Приложение Б (справочное) Примеры расчетов уровней риска при подтоплении 31
Библиография 38

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безопасность в чрезвычайных ситуациях. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ, РИСКА И УЩЕРБА ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРАДОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Safety in emergencies. Requirements to safety, risk and damage levels estimation at underflooding of urban and industrial areas

Дата введения — 2015—06—01

1 Область определения

Настоящий стандарт применяется при выполнении работ по комплексной оценке риска проявления вредного воздействия подтопления на подземную гидросферу градопромышленных территорий (ГПТ) с учётом специфики развития процессов подтопления и восприимчивости объектов к негативным воздействиям подтопления.

Настоящий стандарт определяет количественные показатели степени опасности подтопления территорий, их уязвимость, дозы вредного воздействия, а также риск от подтопления.

Полученные результаты расчетов уровней безопасности, риска и ущерба от подтопления, проведенных в соответствии с настоящим стандартом, должны служить основой для принятия решений о необходимости проведения защитных мероприятий, сроках и очередности их строительства, а также для определения эффективности инвестиций, направленных на финансирование работ по защите территорий от негативных воздействий, связанных с подтоплением. Кроме того, они могут быть использованы для оценки последствий чрезвычайных ситуаций, прогнозирования последствий аварий, связанных с подтоплением градопромышленных территорий различного функционального назначения, а также при страховании объектов и оценке стоимости земель.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.602–89 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска

ГОСТ Р 55059–2012 Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения

ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001–96) 001 Общероссийский классификатор стандартов

СП 11–102–97 Инженерно–экологические изыскания для строительства

СП 11–105–97 Инженерно–геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно–геологических процессов

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **подтопление:** Процесс подъёма уровней грунтовых вод, а также формирования верховодки и/или техногенного водоносного горизонта, ведущие к ухудшению инженерно-геологических условий строительства и эксплуатации уже застроенной территории, экологической, агромелиоративной и санитарно-эпидемиологической обстановки, в итоге приводящие к заметному снижению качества жизни населения.

3.2 **подтопленный объект:** Объект, на котором величины (дозы) вредного воздействия подземных вод достигли и превысили или временно превышают нормативные значения для данных природных и техногенных условий.

3.3 **потенциально подтопляемый объект:** Объект, на котором за рассматриваемый (расчетный) период времени доза вредного воздействия подземных вод может достигнуть и превысить нормативные значения для данных природных и техногенных условий.

3.4 **объект–реципиент опасности при подтоплении:** Объект, которому угрожает или может угрожать подтопление.

3.5 **опасность подтопления:** Существующая и/или возможная угроза наступления негативного события для определенного объекта, идентифицированного как реципиент опасности и характеризующаяся опасным воздействием (прямым или косвенным) на него подземных вод.

Примечание — Объектом – реципиентом опасности при подтоплении может быть любой объект технический и/или природный, градопромышленная территория, а также различные виды деятельности (в том числе строительной и хозяйственной и др.), на которые может быть оказано опасное воздействие подземных вод.

3.6 **восприимчивость (чувствительность) объекта к воздействию подтопления:** Способность объекта опасности негативно для себя реагировать на данное опасное воздействие (прямое или косвенное) подземных вод при подверженности его процессом подтопления.

3.7 **уязвимость объекта опасности при подтоплении:** Свойство объекта–реципиента опасности утрачивать полностью или частично способность выполнять свои функции при негативном воздействии процесса подтопления.

3.8 **риск подтопления:** Мера опасности подтопления, сочетающая опасность подтопления и его последствия в виде того или иного ущерба.

Примечание — В зависимости от вида ущерба риск может носить физический, социальный, экологический и экономический характер.

3.9 **фактор риска подтопления:** Показатель опасности и уязвимости объекта (территории), характеризующий (количественно и качественно) состояние объекта, природные и техногенные негативные воздействия и возможные ущербы от подтопления.

3.10 **доза вредного воздействия подтопления градопромышленной территории:** Количественная характеристика совокупного влияния вредного воздействия подземных вод на все составляющие градопромышленной территории с учётом реакции подземной и наземной экогидросферы на происходящие негативные процессы.

3.11 **зона приемлемого риска от подтопления:** Территория, на которой допускается любое строительство и размещение населения без проведения мероприятий по инженерной подготовке и защите территории от подтопления.

3.12 **зона условно-приемлемого риска от подтопления:** Территория, на которой допускается строительство и размещение новых жилых, социальных и промышленных объектов при условии обязательного выполнения комплекса предупредительных мероприятий по снижению риска от подтопления.

3.13 **зона повышенного риска от подтопления:** Территория, на которой допускается временное пребывание ограниченного количества людей, связанное с прямым выполнением служебных обязанностей.

Примечание — Новое жилищное и промышленное строительство допускается в исключительных случаях при условии обязательного выполнения комплекса специальных защитных мероприятий по снижению риска от подтопления до приемлемого уровня, проведения мониторинга за уровнем риска от подтопления и предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с подтоплением.

3.14 **зона недопустимого (неприемлемого) риска от подтопления:** Территория, на которой не допускается пребывание людей за исключением лиц, обеспечивающих проведение

соответствующего комплекса организационных, социальных и технических мероприятий (строительство специальных защитных сооружений от подтопления, проведение дополнительных мероприятий защитного характера, контроль, оповещение и т.д.), направленных на снижение риска от подтопления до допустимого уровня.

Примечание — Новое строительство не разрешено до выполнения мероприятий по снижению риска от подтопления до допустимого уровня, независимо от возможных экономических и социальных преимуществ того или иного вида хозяйственной деятельности. В плановом порядке осуществляется переселение людей в безопасные районы.

4 Сокращения

ГПТ — градопромышленная территория;
УГВ — уровень грунтовых вод.

5 Требования к расчету уровня безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий

Современные методические подходы к оценке уровня риска и ущерба от подтопления ГПТ предписывают необходимость определения эффективности защитных мероприятий на основе расчета предотвращённого ущерба от вредного воздействия.

Сравнение предотвращённого ущерба со стоимостью защитных сооружений дает возможность оценить эффективность мероприятий и окупаемость тех вложений, которые направлены на инженерную защиту.

5.1 Методологический подход к оценке уровня риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий

В общем виде процедура расчета эффективности мероприятий по инженерной защите от подтопления представлена в виде следующей алгоритмической схемы (рисунок 1).

С целью количественной оценки степени вредного воздействия (опасности) подтопления территории используется методология, основанная на принципе введения количественного «критерия близости к идеальной точке» [5]. Результатом такой оценки является величина дозы вредного воздействия подтопления.

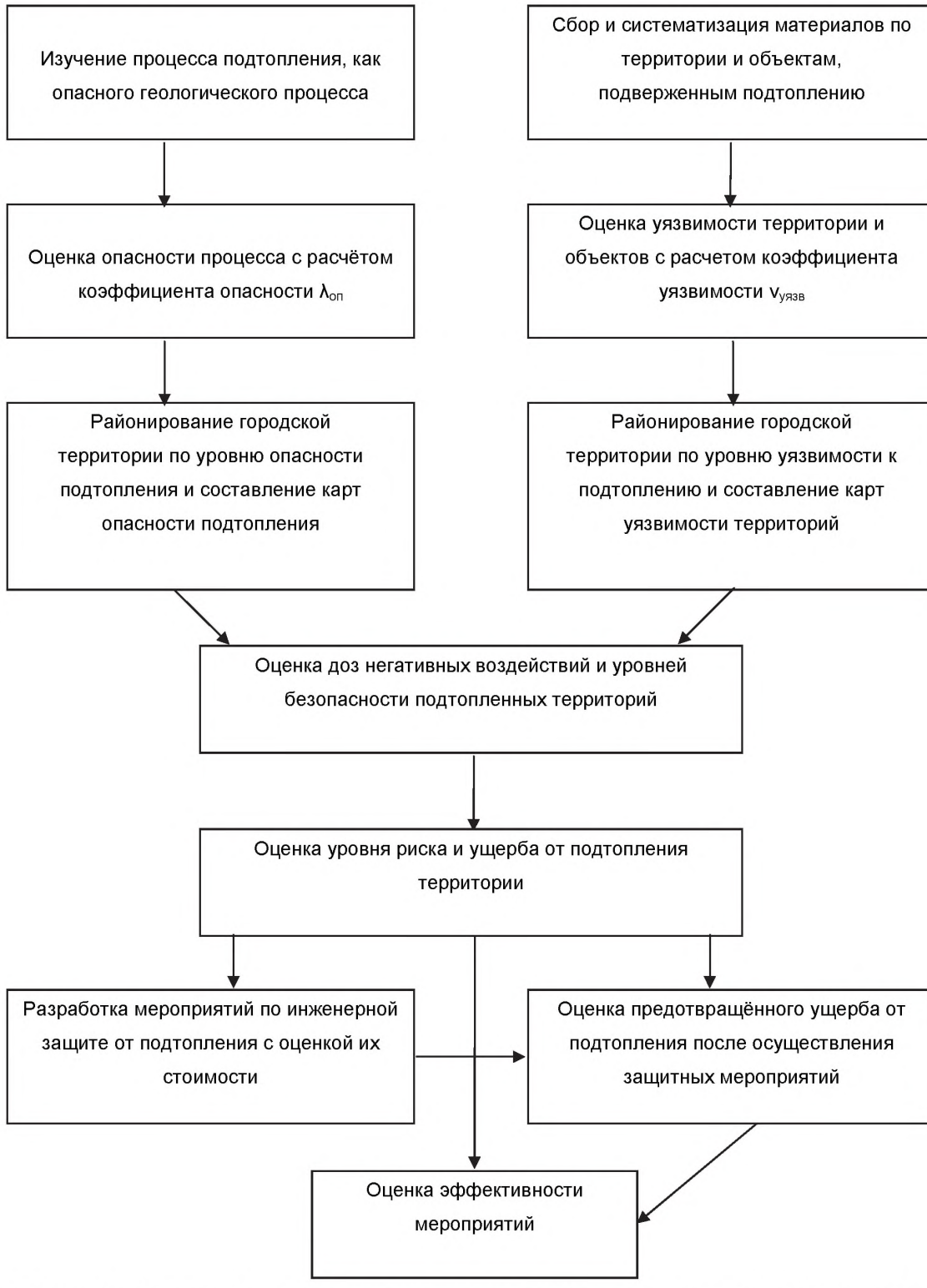


Рисунок 1 – Алгоритмическая схема процедуры оценки эффективности мероприятий по инженерной защите от подтопления.

5.2 Оценка уровня опасности подтопления градопромышленной территории

Оценка опасности подтопления является одной из задач гидрогеологических прогнозов, которые проводятся в соответствии с требованиями нормативных документов.

Для характеристики опасности процесса подтопления на ГПТ выделяются показатели опасности, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели опасности подтопления и виды вредных воздействий подтопления ГПТ

Показатели опасности подтопления	Виды вредных воздействий при подтоплении
1	2
α_1 (положение уровня грунтовых вод, влажность грунтов)	Вредные воздействия, определяющиеся положением УГВ и выраженные в затоплении заглубленных помещений, сырости и грибковых образованиях на стенах, осложнении условий содержания и ремонта подземных коммуникаций и конструкций, ускорении их износа, обводнении грунтов оснований и фундаментов, опасном гидравлическом взвешивании различных ёмкостей и продуктопроводов, переувлажнении территорий парков, скверов, газонов, заболачивании территории, переувлажнении или замачивании оснований дорожного полотна, асфальта.
α_2 (загрязнение грунтовых вод и грунтов)	– Загрязнение подземных вод и приземных слоёв воздуха; – повышение агрессивности грунтовых вод, заболачивание территорий канализационными стоками; загрязнение дренажным стоком поверхностных водоёмов; – повышение коррозионной активности грунтов по отношению к металлу и бетону заглублённых конструкций и коммуникаций, засоление благоустроенных территорий, замачивание свалок, полигонов бытовых и промышленных отходов.
α_3 (изменение свойств грунтов при замачивании и осушении)	Снижение прочностных и деформационных свойств грунтов, возникновение просадок и провалов в просадочных грунтах, подъём поверхности и горизонтальные деформации в набухающих грунтах с деформациями дорожных покрытий, зданий и сооружений, разрывом коммуникаций и т.п., неравномерность осадок оснований фундаментов, образование промоин в пылевато–глинистых и заторфованных грунтах, выщелачивание солей из засоленных грунтов.
α_4 (наведённые опасные процессы)	Активизация карстовых, суффозионных, оползневых и других опасных геологических процессов, повышение сейсмичности территорий.

По каждому показателю по отдельности определяется степень опасности подтопления, а совокупное влияние всех показателей опасности определяет уровень опасности подтопления.

Процесс формализации оценки уровня опасности подтопления состоит из нескольких этапов.

Во-первых, проводятся работы по сбору, анализу, обобщению материалов изысканий, прогнозных расчётов, позволяющие изучить вредные воздействия подтопления на данной территории и записать их в виде четырехзначного кода (α_1, α_2, α_3, α_4), где значения α_i присваиваются в соответствии со степенью опасности для каждого показателя по таблице 1.

Для численной оценки опасности используются следующие диапазоны значений показателей опасности подтопления:

- малая степень опасности (от 0 до 1);
- средняя степень опасности (от 1 до 2);
- большая степень опасности (от 2 до 3).

Значения показателей опасности подтопления определяются в результате изучения ГПТ в соответствии с теми видами вредного воздействия, которые указаны в таблице 1.

Для каждого из приведенных в таблице 1 видов воздействия присваивается соответствующий балл α_{ij} в зависимости от степени опасности.

В таблице А.1 приведены значения степени опасности подтопления территорий по первому показателю опасности (α_1) в зависимости от положения уровня грунтовых вод и категории ГПТ. Районирование территории по степени опасности подтопления по первому показателю производится на основе данных по режиму грунтовых вод (по картам гидроизогипс данной территории) с учётом категории застройки ГПТ.

Данные по степени опасности подтопления территории по второму признаку (α_2) – загрязнению грунтовых вод и грунтов – представлены в таблицах А.2 – А.4. По этим данным присваивается значение баллов α_{2i}.

При определении значения степени опасности подтопления α_{21} по таблице А.2 следует ориентироваться на предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК), а также показатели вредности веществ K_{max}. При определении этих показателей следует использовать данные, приведённые в СП 11-102-97 (таблицы 4.2–4.4).

Степень опасности подтопления ГПТ по второму признаку устанавливается и при оценке агрессивных свойств грунтов и грунтовых вод. В таблице А.3 приведены сведения, позволяющие оценить значение показателя α_{22}, используя данные о коррозионной агрессивности грунтов.

Также, производится оценка значения показателя α_{23} путем определения агрессивного воздействия грунтовых вод на бетон, арматуру железобетонных конструкций и механические конструкции по таблице А.4.

Величина рассчитывается как $\alpha_{2=}(\alpha_{21}+\alpha_{22}+\alpha_{23})/3$

Третий показатель опасности (α_3) характеризует изменения прочностных и деформационных свойств грунтов при колебаниях уровня грунтовых вод на подтапливаемых территориях (при их замачивании и осушении). В таблице А.5 приведены данные, позволяющие оценить значение α_3 на основании материалов инженерно-геологических изысканий

Четвертый показатель опасности подтопления (α_4) характеризует степень проявления наведенных опасных процессов, косвенно связанных с развитием процесса подтопления ГПТ. При оценках степени опасности подтопления по этому показателю следует ориентироваться на данные, приведённые в таблице А.6, оценивая по этим данным величину $\alpha_{3б}$.

Коэффициент опасности подтопления $\lambda_{оп}$ рассчитывается как совокупное воздействие всех показателей опасности:

$$\lambda_{\text{оп}} = \sum_{i=1}^{4} \delta_i \cdot \alpha_{i\text{б}} \cdot \lambda_0 \qquad (1)$$

где δ_i – коэффициент значимости i –го показателя опасности (таблица 2);

$\alpha_{iб}$ – значение i–го показателя опасности;

$\lambda_0 = \frac{1}{3}$ – нормирующий множитель.

Таблица 2 – Коэффициенты значимости показателей опасности

Показатель опасности подтопления	α_1	α_2	α_3	α_4
Коэффициент значимости δ_i	0,3	0,2	0,2	0,3

В таблице А.7 приведены результаты расчётов по формуле (1) для коэффициентов значимости, приведённых в таблице 2.

Полученные в результате данные используются для расчета коэффициентов опасности подтопления на всех участках разбиения подтопленной территории на расчётные элементы, а также

для построения карты интегральной (совокупной) степени опасности подтопления этой территории. Совокупная степень опасности определяет уровень интегральной опасности подтопления.

Выделяется четыре уровня интегральной опасности подтопления, по которым можно производить районирование подтопленной территории:

— приемлемый уровень опасности подтопления, $\lambda_{оп} \leq 0{,}3333$;

— условно приемлемый уровень опасности подтопления, $0{,}3333 < \lambda_{оп} \leq 0{,}50$;

— повышенный уровень опасности подтопления, $0{,}50 < \lambda_{оп} \leq 0{,}6667$;

— недопустимый уровень опасности подтопления, $0{,}6667 < \lambda_{оп}$.

5.3 Оценка уязвимости ГПТ при их подтоплении

Классификация факторов, влияющих на уязвимость ГПТ, проводится по четырем признакам, которые называются показателями уязвимости (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели уязвимости ГПТ и факторы, влияющие на уязвимость территории при подтоплении

Показатель уязвимости территорий при подтоплении	Факторы, влияющие на уязвимость ГПТ
1	2
b_1 урбанистический	Плотность населения, степень освоения подземного пространства, плотность застройки и водонесущих коммуникаций и т.п.
b_2, геотехнический	Типы фундаментов, категории сложности инженерно–геологических условий оснований фундаментов, результаты визуальных, инструментальных наблюдений, обследований, специальных работ по оценке состояния объектов, данные о степени амортизации объектов, в т.ч. водонесущих коммуникаций, оценке категории состояния объекта.
b_3, экологический	Создание благоприятной среды для развития комаров и заболеваний людей, возникновение сырости в подвальных помещениях, угнетение биоценозов, нарушение режима рекреационных зон, переувлажнение парковых территорий, воздействие на уникальные исторические ландшафты, создание взрывопожароопасной обстановки, ухудшение санитарно–гигиенических условий, обострение экологической и санитарно–эпидемиологической ситуации.
b_4, эксплуатационный	Укомплектованность штатов и квалификация персонала службы эксплуатации, укомплектованность необходимой техникой, механизмами, инструментами, расходными материалами, уровень финансового обеспечения, уровень аварийности на водонесущих коммуникациях, утечки на водонесущих коммуникациях, организация учёта и контроля расходования воды.

При известных значениях степени уязвимости по каждому из четырёх показателей уязвимости, перечисленных в таблице 4, каждый конкретный случай изучения ГПТ с точки зрения её уязвимости записывается в виде четырёхзначного кода (b_1, b_2, b_3, b_4), где значения присваиваются в соответствии со степенью уязвимости для каждого показателя по таблицам А.8 – А.11, и могут быть равными 1, 2 или 3, соответственно для слабоуязвимой (малая степень уязвимости), уязвимой (средняя степень уязвимости) и весьма уязвимой ГПТ (большая степень уязвимости) [1, 3, 4].

Урбанистическая характеристика ГПТ, геотехническая характеристика объектов, характеристика экологической обстановки и состояния эксплуатационных служб определяются по результатам выполнения специальных изыскательских или научно-исследовательских работ или же, в отдельных случаях, на основе экспертных оценок.

Оценка коэффициента уязвимости территории по всей совокупности показателей уязвимости рассчитывается по формуле:

$$v_{\text{уязв}} = \sum_{i=1}^{4} \varphi_i \cdot b_{i\text{б}} \cdot v_0 \qquad (2)$$

где φ_i – коэффициент значимости соответствующего показателя уязвимости;

$b_{i\text{б}}$ – значение соответствующего балла по четырёхзначному коду уязвимости;

v_0 – нормирующий множитель.

Коэффициенты значимости в общем случае рекомендуется принимать равными $\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_4 = 0{,}23, \cdot \varphi_2 = 0{,}31$. В особых случаях эти коэффициенты могут определяться методами экспертных оценок таким образом, что $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = 1$.

В таблице А.12 приведены результаты расчета коэффициента уязвимости $v_{уязв}$ по формуле (2) при вышеприведённых коэффициентах значимости каждого из показателей уязвимости.

Полученные значения коэффициента уязвимости позволяют проводить районирование подтапливаемой ГПТ по значению коэффициента уязвимости, определяя общий уровень уязвимости территорий (таблица 4).

Таблица 4 – Районирование подтапливаемой ГПТ по значению коэффициента уязвимости

Значение коэффициента уязвимости	Характеристика района
$v_{уязв} < 0{,}333$	слабоуязвимая территория
$0{,}333 \le v_{уязв} < 0{,}50$	умеренно уязвимая территория
$0{,}50 \le v_{уязв} < 0{,}667$	уязвимая территория
$0{,}667 \le v_{уязв}$	весьма уязвимая территория

5.4 Оценка дозы вредного воздействия и уровня безопасности при подтоплении градопромышленной территории

На основе полученных результатов исследований по определению уровня опасности развивающихся на данной территории процессов подтопления и уровня уязвимости этой территории вследствие её подтопления выполняется расчет дозы вредного воздействия подтопления ГПТ по формуле:

$$D_п = \lambda_{оп} \cdot \gamma_{уязв}, \qquad (3)$$

где $D_п$ – доза вредного воздействия на территорию при её подтоплении;

$\lambda_{оп}$ – коэффициент опасности подтопления данной территории;

$\gamma_{уязв}$ – коэффициент уязвимости этой территории вследствие её подтопления.

Оценка совокупного негативного воздействия подтопления выполняется на основе результатов районирования подтапливаемой ГПТ по уровню опасности подтоплении и по уровню уязвимости этой территории. Такая оценка проводится с использованием принципа пересечения событий, т.е. для каждой выделенной зоны с различными значениями коэффициентов опасности и уязвимости ГПТ, вычисляется значение дозы вредного воздействия.

Региональная оценка дозы вредного воздействия подтопления ГПТ площадью S_0 по результатам локальных оценок коэффициентов опасности подтопления и уязвимости территорий площадью $\Delta S_i = (i = 1, 2, \ldots k)$, на которые разбивается площадь S_0, выполняется по формуле:

$$D_п = \frac{1}{S_0} \cdot \sum_{i=1}^{k} \lambda_{опi} \cdot v_{уязв} \cdot \Delta S_i \ , \qquad (4)$$

В предельном случае, если число разбиений k достаточно велико, а ΔS_i достаточно мало по сравнению с S_0, формула (4) приобретает вид:

$$D_п = \frac{1}{S_0} \iint_{S_0} \lambda_{оп}(x;y) \cdot v_{уязв}(x;y) dx \cdot dy, \qquad (5)$$

где $\lambda_{оп}(x;y)$, $v_{уязв}(x;y)$ – соответствующие функции коэффициентов опасности подтопления и уязвимости территории внутри площади .

В зависимости от дозы вредного воздействия выделяются уровни безопасности на подтопленной ГПТ [2]:

— безопасный уровень $D_п$<0,1111;

— умеренный уровень безопасности при подтоплении территории,0,1111 ≤ $D_п$ <0,25;

— низкий уровень безопасности при подтоплении территории,0,25 ≤ $D_п$ < 0,4444;

— критический уровень безопасности при подтоплении территории, $D_п$ ≥ 0,4444.

Если процессы подтопления носят существенно нестационарный характер, то дозы вредного воздействия подтопления на каждом рассматриваемом участке территории являются также функцией времени. В связи с этим карты районирования подтапливаемой территории по уровню безопасности могут изменяться как в годовом, так и в многолетнем режимах.

5.5 Оценка уровней риска и ущерба от подтопления градопромышленной территории

Оценка уровней риска подтопления ГПТ осуществляется с целью выявления всех опасных зон на подтапливаемой территории.

Необходимо различать разные уровни ответственности ГПТ и отдельных сооружений. Характеристика ГПТ и сооружений по уровням ответственности представлена в таблице 5. Критерием выделения подтапливаемых ГПТ по уровням риска служит величина ежегодного ущерба, наносимого подтоплением данной ГПТ.

Таблица 5 – Уровень ответственности ГПТ в отношении негативного воздействия при их подтоплении

Уровень ответственности ГПТ	Характеристика территории
1	2
I уровень (повышенный)	Промплощадки АЭС, химкомбинатов, нефтеперерабатывающих заводов, городских ТЭЦ; памятники истории и культуры; опасные производства; хранилища высокотоксичных, взрывоопасных и ядовитых веществ; резервуары для нефти и нефтепродуктов ёмкостью более 1000 м^3; производственные здания с пролётами более 100м; сооружения связи, в т.ч. телевизионные башни высотой более 100 м; крытые спортивные сооружения с трибунами; жилые здания повышенной этажности (более 23 этажей); здания крупных торговых центров, в т.ч. крытых рынков; здания детских дошкольных и учебных учреждений; здания больниц и родильных домов; здания зрелищных учреждений и учреждений культурно–массового назначения (кинотеатры, театры, цирки и пр.); головные сооружения сетей теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и канализации, их подводящие и отводящие трубопроводы; канализационные коллекторы, водопроводные магистрали, общие коллекторы подземных коммуникаций и др. коммуникации жизнеобеспечения, проходящие под транспортными магистралями в жилой застройке; крупные наземные и подземные комплексы различного функционального назначения, в т.ч. гаражи, автостоянки; уникальные здания и сооружения; отдельностоящие подземные сооружения с количеством этажей более 3-х.
II уровень (нормальный)	Селитебная и промышленная территория городов стандартной застройки.
III уровень (пониженный)	Территория с 1-3 - этажной застройкой; здания и сооружения сезонного или вспомогательного назначения (теплицы, парники, торговые павильоны, небольшие склады и т.п.); временные здания и сооружения; ландшафтно-рекреационная территория городов; территория сёл и деревень.

Величина удельного ущерба (риска) от подтопления (тыс. руб./га·год) рассчитывается по формуле:

$$R_i(D) = \sigma_{ин} \cdot \delta_{рег} \frac{erfc\left[\left(arcerfc2P_{H_i}+3\right)\frac{lnD}{lnD_{H_i}}-3\right]}{erfc\left[\left(arcerfc2P_{H_i}+3\right)\frac{lnD_б}{lnD_{H_i}}-3\right]} \cdot R_i(D_б) \qquad (6)$$

где $\sigma_{ин}$ – инфляционный коэффициент за период от базовых значений ущербов $R_i(D_б)$ до расчётного момента;

$\delta_{рег}$ – региональный коэффициент, учитывающий специфику ценообразования в том регионе, в котором находится территория;

$erfc\ x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2}\, dx$ – вероятностная функция, значение которой приведено в таблице А.13;

arcerfc x – обратная функция для функции *erfcx*; *i*=1,2,3 для соответствующих уровней ответственности градопромышленных территорий (таблица 5);

P_{Hi} – нормативные значения годовых ущербов от подтопления в долях от максимальных (при D);

D_{Hi} – нормативные значения доз вредного воздействия подтопления, до значения которых не требуется проведение защитных мероприятий;

$D_б$ – доза вредного воздействия подтопления, называемая базовой, для которой известно базовое значение ущерба от подтопления для разных уровней ответственности территорий $R_i(D_б)$;

В таблице А.14 приведены значения D_{Hi} и P_{Hi} и допустимые значения доз вредного воздействия $D_{допi}$ для территорий разного уровня ответственности.

При оценке базовых ущербов от подтопления ГПТ следует различать оценки такого рода на трёх уровнях: федеральном, региональном и локальном. При расчёте ущербов от подтопления ГПТ на федеральном уровне следует использовать данные, приведённые в таблице А.15.

При расчётах риска от подтопления по федеральным округам в целом, без деления территорий по уровням ответственности, при разных дозах вредного воздействия следует использовать зависимость:

$$R_{П}(D) = 0{,}535 \cdot erfc(-2{,}38 \ln D - 3) \cdot \sigma_{ин} \cdot R_{б}; \quad (7)$$

где $\sigma_{ин}$ – инфляционный коэффициент к ценам 2006 года;

$R_б$ – базовая величина ущерба (таблица А.15).

Оценка уровней риска с учётом уровней ответственности территории производится по формуле:

$$R_i(D_б) = 0{,}535 \cdot erfc[-2{,}38 \ln D - 3] \cdot \sigma_{ин} \cdot \delta_{рег} \cdot R_{бi} \quad (8)$$

где $R_i(D_б) \cdot (i = 1,2,3)$ – базовое значение ущерба для территорий разного уровня ответственности (таблица А.16).

В таблице А.16 приведены базовые показатели ущерба от подтопления разных поселений и сооружений. В таблице А.17 приведены значения региональных коэффициентов, что позволяет учесть специфику ценообразования в разных регионах РФ.

При оценке ущерба от подтопления на локальном уровне производятся расчёты дозы вредного воздействия D_k на каждом участке площадью S_k, на которые разбивается подтапливаемая территория площадью S_0. Величина годового ущерба Y_k (тыс. руб./год) на площади S_k и общего ущерба $Y_{общ}$ на площади S_0 определяется по формулам:

$$Y_k = 0.535 \cdot erfc(-2.38 \ln D - 3) \sum_{i=1}^{3} S_{k_i} \cdot R_{бi} \quad (9)$$

$$Y_{общ} = \sum_{k=1}^{N} Y_k; \quad R_{общ} = \frac{Y_{общ}}{S_0}, \quad (10)$$

где N – число участков разного уровня ответственности, для которых рассчитываются дозы негативного воздействия D_k.

При оценке уровня риска подтопления ГПТ -го уровня ответственности выделяют:

$R_i(D) \le R_{\text{пр}_i}$ — приемлемый уровень риска;

$R_{\text{пр}i} \le R_i(D) \le R_{\text{упр}i}$ — условно приемлемый уровень риска;

$R_{\text{упр}i} \le R_i(D) \le R_{\text{пвр}i}$ — повышенный уровень риска;

$R_i(D) \ge R_{\text{пвр}i}$ — недопустимый уровень риска.

В таблице А.18 приведены результаты оценки уровней риска от подтопления территорий на федеральном уровне. В таблице А.19 приведена оценка, выполненная для различных поселений, которую можно использовать при расчётах уровней риска на региональном уровне (с учётом таблицы А.17).

В таблице А.20 приведены нормативные и допустимые значения риска для территорий разного уровня ответственности в разных поселениях. Порог геологической безопасности определяется как величина нормативной дозы вредного воздействия для территорий i–го уровня ответственности или величина риска от подтопления ГПТ i–го уровня ответственности при дозе вредного воздействия, равной нормативной дозе.

Приложение А
(обязательное)

Материалы для оценки уровня риска и ущерба от подтопления ГПТ

Таблица А.1 – Оценка степени опасности подтопления ГПТ по положению УГВ (α_1)

Категория ГПТ*	Степень опасности		
	большая	средняя	малая
	положение УГВ от поверхности земли, м		
1	до 3,5	3,5 – 5,0	5,0 – 8,0
2	до 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 6,0
3	до 2,5	2,5 – 3,5	3,5 – 5,5
4	до 2,2	2,2 – 3,2	3,2 – 5,2
5	до 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 5,0
6	до 1,5	1,5 – 2,5	2,5 – 4,5
7	до 1,2	1,2 – 2,2	2,2 – 4,2
8	до 1,0	1,0 – 1,8	1,8 – 3,4
9	до 0,8	0,8 – 1,5	1,5 – 3,1
10	до 0,7	0,7 – 1,4	1,4 – 2,8
11	до 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 5,0
12	до 1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 6,0
13	до 5,0	5,0 – 8,0	8,0 – 14,0
14	до 4,0	4,0 – 6,0	6,0 – 10,6
15	до 0,8	0,8 – 1,5	1,5 – 3,1

* Категории ГПТ, выделенные в соответствии с [3]: 1 – сверхкрупные города (более 3 млн. чел.); 2 – крупнейшие города (1–3 млн. чел.); 3 – крупные города (250 тыс. – 1 млн. чел.); 4 – большие города (100 – 250 тыс. чел.); 5 – средние города (50 тыс. – 100 тыс. чел.); 6 – малые города и посёлки (менее 50 тыс. чел.); 7 – крупные сельские поселения (более 5 тыс. чел.); 8 – большие сельские поселения (1–5 тыс. чел.); 9 – средние сельские поселения (200 чел. – 1 тыс. чел.); 10 – мелкие сельские поселения (менее 200 чел.); 11 – линейные инженерные сооружения; 12 – склады, фермы, хранилища; 13 – территориальные промышленные комплексы; 14 – городские промзоны, центры сверхкрупных, крупнейших, крупных и больших городов; 15 – территории зон рекреационного и защитного назначения, спортивно-оздоровительных объектов, учреждений обслуживания зон отдыха.

Таблица А.2 – Оценка степени опасности подтопления по загрязнению грунтов и грунтовых вод (α_{21})

Значение	Степень опасности подтопления	Загрязнение грунтовых вод*				Загрязнение грунтов*			
		нитраты, фенолы, тяжелые металлы, СПАВ, нефть, (ПДК)	хлор-органические соединения, канцерогенные – бенз(а)пирен, (ПДК)	минера-лизация, г/л	растворимый кислород, мг/л	неорганические вещества		органические вещества	
						класс опасности соединений			
						1 - 2	3	1 – 2	3
3	Большая	более 100	более 3	более 100	менее 1,0	более ПДК	более K_{max}	более 5 ПДК	более 10 ПДК
2	Средняя	10 – 100	1,5 – 3	10 – 100	4 – 1	от 2 фоновых значений до ПДК	от ПДК до K_{max}	от 2 до 5 ПДК	от 5 до 10 ПДК
1	Слабая	1 – 10	1 – 1,5	1 – 10	6 – 4	от 2 основных значений до 2 фоновых значений	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 1 до 5 ПДК

*В соответствии с СП 11–102–97; K_{max}– показатель вредности веществ (определяется по одному из четырех критериев эколого–токсикологического состояния: K_1, K_2, K_3, K_4)

Таблица А.3 – Оценка степени опасности подтопления по коррозионной агрессивности грунтов (α_{22})

Значение	Степень опасности подтопления	Коррозионная агрессивность грунтов						
		по отношению к углеродистой и низколегированной стали		по отношению к свинцовой оболочке кабеля			по отношению к алюминиевой оболочке кабеля	
		удельное электрическое сопротивление грунта, Ом/м	плотность катодного тока, $j_к$, А/м^2	pH	массовая доля компонентов*		массовая доля компонентов*	
					гумус	нитрат-ион	хлор-ион	ион железа
3	Большая	до 20	более 0,20	<5,0 и >9,0	более 0,02	более 0,001	более 0,005	более 0,01
2	Средняя	20–50	0,05–0,20	5,0–6,5 и 7,5–9,0	0,01–0,02	0,0001–0,001	0,001–0,005	0,002–0,01
1	Малая	более 50	до 0,05	6,5–7,5	до 0,01	до 0,0001	до 0,001	до 0,002

* Указана величина в % от массы воздушно-сухой пробы.

Таблица А.4 – Оценка степени опасности подтопления по коррозионной агрессивности грунтовых вод (α_{23})

Значение	Степень опасности подтопления	Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на бетон, арматуру и металлические конструкции	Коррозионная агрессивность грунтовых вод по отношению к свинцовой (1) и алюминиевой (2) оболочке кабеля						
			1				2		
			pH	общая жесткость, мг·экв./дм^3	массовая доля компонентов, мг/дм^3		pH	массовая доля компонентов, мг/дм^3	
					гумус	нитрат ион		хлор-ион	ион железа
3	Большая	Сильно-агрессивная*	до 5,0 и более 9,0	до 3,0	более 40	более 20	до 4,5 более 8,5	более 50	более 10
2	Средняя	Средне-агрессивная*	5,0-6,5 и 7,5-9,0	5,3-3,0	20-40	10-20	4,5-6,0 и 7,5-8,5	5,0-50	1,0-10
1	Малая	Слабо-агрессивная*	6,5-7,5	более 5,3	до 20	до 10	6,0-7,5	до 5,0	до 1,0

* Определяется по данным, приведенным в ГОСТ 9.602.

Таблица А.5 – Оценка степени опасности подтопления по возможному изменению прочностных и коррозионных свойств грунтов (α_3)

Значение	Степень опасности	Снижение несущей способности грунтов	Наличие особых пород		
			просадочные лессовидные грунты	набухающие глинистые грунты	пучинистые глинистые или пылеватые песчаные грунты
3	Большая	> 30 %	Величина просадки от собственного веса более 5 см (II тип)	Сильно–набухающие грунты (ε_{sw}*> 12)	Сильно–пучинистые грунты (ε_{fn} *> 0,07)
2	Средняя	10 – 30 %	Величина просадки от собственного веса до 5 см (I тип)	Средне–набухающие грунты (ε_{sw} = 0,084 – 0,12)	Средне–пучинистые грунты (ε_{fn} = 0,035 – 0,07)
1	Малая	< 10 %	Лессовидные породы, склонные к неравномерным деформациям	Слабо–набухающие грунты (ε_{sw} = 0,04 – 0,08)	Слабо–пучинистые грунты (ε_{fn} = 0,01 – 0,035)

* ε_{sw} и ε_{fn} – значение относительной деформации набухания и пучения соответственно.

Таблица А.6 – Оценка степени опасности подтопления ГПТ по данным об активизации наведенных опасных процессов (α_4)

Степень опасности подтопления	Значение	Опасные процессы, активизирующиеся при подтоплении				
		сейсмичность (при землетрясениях более 3 баллов)	карст	суффозия	разжижение пород	оползни
Большая	3	Увеличение сейсмичности территории на 1–2 балла	Техногенное воздействие подтопления (гидродинамическое, гидрохимическое, тепловое), вызывающее опасный или весьма опасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости I, II (A>0,1)*	Вероятность разрушения грунтов при техногенных динамических нагрузках, более 5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины K**
Средняя	2	Увеличение сейсмичности территории на 0,5–1 балл	Техногенное воздействие подтопления (гидродинамическое, гидрохимическое, тепловое), вызывающее умеренно опасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости III (0,05< A <0,1)*	Вероятность разжижения грунтов при техногенных динамических нагрузках, 0,5%–5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины* $K_{st} \leq K < 1.1 \cdot$
Малая	1	Увеличение сейсмичности территории до 0,5 балла	Техногенное воздействие подтопления (гидродинамическое, гидрохимическое, тепловое), вызывающее малоопасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости IV (0,01< A <0,05)*	Вероятность разжижения грунтов при техногенных динамических нагрузках меньше 0,5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины $K \geq 1.1 \cdot K_{st}$

* A – показатель интенсивности провалообразований, $\frac{\text{случай}}{\text{год}\cdot\text{км}^2}$.

***K* – коэффициент устойчивости склона.

K_{st} – нормированное значение: $i \cdot K;\cdot\ 1{,}1 \leq K_{st} \leq 1{,}25$ – для основного сочетания нагрузок; $1{,}05 \leq K_{st} \leq 1{,}2$ – для особого сочетания нагрузок, в зависимости от уровня ответственности инженерной защиты и состояния склона по СНиП 22-02-2003.

Таблица А.7 – Интегральная оценка коэффициента опасности $\lambda_{оп}$ подтопления градопромышленной территории

Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$
1111	0,3334	1211	0,4000	1311	0,4668	2111	0,4334	2211	0,5000	2311	0,5668	3111	0,5334	3211	0,6000	3311	0,6668
1112	0,4334	1212	0,5000	1312	0,5668	2112	0,5334	2212	0,6000	2312	0,6668	3112	0,6333	3212	0,7000	3312	0,7668
1113	0,5334	1213	0,6000	1313	0,6668	2113	0,6334	2213	0,7000	2313	0,7668	3113	0,7333	3213	0,8000	3313	0,8668
1121	0,4000	1221	0,4668	1321	0,5335	2121	0,5000	2221	0,5668	2321	0,6335	3121	0,6000	3221	0,6663	3321	0,7335
1122	0,5000	1222	0,5668	1322	0,6335	2122	0,6000	2222	0,6668	2322	0,7335	3122	0,7000	3222	0,7663	3322	0,8335
1123	0,6000	1223	0,6668	1323	0,7335	2123	0,7000	2223	0,7668	2323	0,8335	3123	0,8000	3223	0,8663	3323	0,9335
1131	0,4668	1231	0,5335	1331	0,6002	2131	0,5668	2231	0,6335	2331	0,7000	3131	0,6668	3231	0,7335	3331	0,8000
1132	0,5668	1232	0,6335	1332	0,7002	2132	0,6668	2232	0,7335	2332	0,8000	3132	0,7668	3232	0,8335	3332	0,9000
1133	0,6668	1233	0,7335	1333	0,8002	2133	0,7668	2233	0,8335	2333	0,9000	3133	0,8668	3233	0,9335	3333	1,0000

Таблица А.8 – Оценка степени уязвимости подтапливаемой ГПТ по урбанистическому показателю (b_1)

Степень уязвимости	Значение	Урбанистическая характеристика территории									
		плотность населения, чел/га							степень (глубина) освоения подземного пространства, м	совокупная плотность сети коммуникаций, м/га	
		микрорайонная застройка	жилой район для групп городов с числом жителей, тыс. чел							микрорайонная застройка	жилой район
			до 20	20 – 50	50 – 100	100 – 250	250 – 500	500 – 1000	свыше 1000		
Весьма уязвимая (большая)	3	свыше 370	100 – 130	160 – 165	165 – 185	185 – 200	200 – 210	210 – 220	св. 220	более 4,0	более 500	более 600
Уязвимая (средняя)	2	180 – 370	70 – 115	115 – 160	160 – 165	165 – 180	180 – 185	185 – 200	св. 200	2,5 – 4,0	400 - 500	500 – 600
Слабоуязвимая (малая)	1	до 180	до 70	до 115	до 160	до 165	до 180	до 185	до 200	до 2,5	менее 400	менее 500

Таблица А.9 – Оценка степени уязвимости подтапливаемых ГПТ по геотехническому показателю (b_2)

Степень уязвимости	Значение	Геотехническая характеристика объектов					
		геотехническая категория сложности объектов	основные типы фундаментов	категория состояния объекта при обследовании	степень износа объектов	степень износа водонесущих коммуникаций	соответствие проектных и строительных решений современным нормативным требованиям
Весьма уязвимая (большая)	3	Категория III (сложная)*	Фундаменты мелкого заложения	IV категория (предаварийное или аварийное состояние)**	более 40 %	более 50 %	Большая степень не соответствия (значительные отклонения от современных нормативных требований, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям при подтоплении)
Уязвимая (средняя)	2	Категория II (средней сложности)*	Свайные фундаменты	III категория (неудовлетворительное состояние)**	15 – 40 %	35 – 50 %	Средняя степень не соответствия (существенные отклонения от современных нормативных требова-ний, которые могут привести к нарушению нормативного режима эксплуатации при подтоплении)
Слабо-уязвимая (малая)	1	Категория I (простая)*	Комбинированный свайно-плитный фундамент	II категория (удовлетворительное состояние)**	до 15 %	до 35 %	Малая степень не соответствия (незначительные отклонения от современных нормативных требований)

* Геотехническая категория сложности объектов оценивается по [1] с учётом категории сложности инженерно-геологических условий.

** Определяется в соответствии с [3].

Таблица А.10 – Оценка степени уязвимости подтапливаемых ГПТ по экологическому показателю (b_3)

Степень уязвимости	Значение	Характеристики экологической обстановки		Степень пожаро-взрыво-опасности**
		Изменение среды обитания и здоровья человека*	Изменение природной среды и загрязнения естественных экосистем*	
		Экологическая обстановка по загрязнению атмосферного воздуха, загрязнению источников питьевого и рекреационного назначения, загрязнению почв оценивается как:	Экологическая обстановка деградации почв, истощение ресурсов растительного и животного мира, загрязнение водных ресурсов оценивается как:	
Весьма уязвимая	3	Критическая, кризисная или катастрофическая	Критическая, кризисная или катастрофическая	Высокая
Уязвимая	2	Напряженная	Напряженная	Средняя
Слабо–уязвимая	1	Относительно удовлетворительная	Относительно удовлетворительная	Низкая

* Оценивается по [3].

** Оценивается в соответствии с [4].

Таблица А.11 – Оценка степени уязвимости подтапливаемых ГПТ по эксплуатационному показателю (b_4)

Степень уязвимости	Значение	Характеристика надёжности эксплуатационных служб					
		Укомплектован-ность штатами и их квалификация	Техническая укомплектован-ность службы	Уровень финансового обеспечения	Аварийность на водонесущих коммуникациях (шт./100 км сетей в год)	Утечки на водонесущих коммуникациях (% от забираемой воды)	Организация учёта и контроля расходования воды
Весьма уязвимая (большая)	3	Низкий уровень квалификации и значительная недоукомплек-тованность штатов	Низкий уровень укомплектованности техникой, инструментами, материалами	Низкий	более 60	более 20	Низкий
Уязвимая (средняя)	2	Недостаточный уровень квалификации, недостаточная укомплектованность штатов	Недостаточный уровень укомплектованности техникой, инструментами, материалами	Недостаточный	45-60	15-20	Недостаточный
Слабо-уязвимая (малая)	1	Временная недоукомплектованность службы квалифицированными кадрами	Временная недоукомплектованность техникой, инструментами, материалами	Средний	до 45	до 15	Средний

Таблица А.12 – Интегральная оценка коэффициента уязвимости $v_{уязв}$ ГПТ при подтоплении

Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$	Код	$v_{уязв}$
1111	0,3333	1211	0,4367	1311	0,5400	2111	0,4100	2211	0,5133	2311	0,6167	3111	0,4867	3211	0,5900	3311	0,6934
1112	0,4100	1212	0,5133	1312	0,6167	2112	0,4867	2212	0,5900	2312	0,6934	3112	0,5634	3212	0,6667	3312	0,7700
1113	0,4867	1213	0,5900	1313	0,6934	2113	0,5634	2213	0,6667	2313	0,7700	3113	0,6400	3213	0,7434	3313	0,8467
1121	0,4100	1221	0,5133	1321	0,6167	2121	0,4867	2221	0,5900	2321	0,6934	3121	0,5634	3221	0,6667	3321	0,7700
1122	0,4867	1222	0,5900	1322	0,6934	2122	0,5634	2222	0,6667	2322	0,7700	3122	0,6400	3222	0,7434	3322	0,8467
1123	0,5634	1223	0,6667	1323	0,7700	2123	0,6400	2223	0,7434	2323	0,8467	3123	0,7167	3223	0,8200	3323	0,9234
1131	0,4867	1231	0,5900	1331	0,6934	2131	0,5634	2231	0,6667	2331	0,7700	3131	0,6400	3231	0,7434	3331	0,8467
1132	0,5634	1232	0,6667	1332	0,7700	2132	0,6400	2232	0,7434	2332	0,8467	3132	0,7167	3232	0,8200	3332	0,9234
1133	0,6400	1233	0,7434	1333	0,8467	2133	0,7167	2233	0,8200	2333	0,9234	3133	0,7934	3233	0,8967	3333	1,0000

Таблица А.13 – Значение функции $erfc\ x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2}\, dx$

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
$erfc\ x$	1,0000	0,9887	0,9774	0,9662	0,9549	0,9436	0,9324	0,9211	0,9099	0,8987
x	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
$erfc\ x$	0,8875	0,8764	0,8652	0,8541	0,8431	0,8320	0,8210	0,8100	0,7991	07882
x	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
$erfc\ x$	0,7773	0,7665	0,7557	0,7450	0,7343	0,7237	0,7131	0,7026	0,6921	0,6817
x	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
$erfc\ x$	0,6714	0,6611	0,6509	0,6407	0,6306	0,6206	0,6107	0,6008	0,5910	0,5813
x	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
$erfc\ x$	0,5716	0,5620	0,5525	0,5431	1,5338	0,5245	0,5153	0,5062	0,4973	0,4883
x	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
$erfc\ x$	0,4795	0,4621	0,4451	0,4284	0,4121	0,3961	0,3806	0,3654	0,3506	0,3362
x	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88
$erfc\ x$	0,3218	0,3086	0,2953	0,2825	0,2700	0,2579	0,2462	0,2349	0,2239	0,2133
x	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,1	1,2	1,3	1,4
$erfc\ x$	0,2031	0,1932	0,1837	0,1746	0,1658	0,1573	0,1198	0,0897	0,0660	0,0477
x	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6
$erfc\ x$	0,0339	0,0237	0,0162	0,0109	0,0072	0,0047	0,0029	0,0016	0,0007	0,0002

Таблица А.14 – Параметрическое обеспечение модели расчёта ущерба (риска)

Уровень ответственности территории	Нормативные значения доз вредного воздействия $D_{Н_i}$	Нормативные значения годовых ущербов от подтопления (в долях от максимальных) $P_{Н_i}$	Допустимые дозы вредного воздействия $D_{доп_i}$
I	0,111	0,001	0,140
II	0,133	0,005	0,180
III	0,144	0,01	0,200

Таблица А.15 – Базовая величина R_6 ежегодного ущерба, наносимого подтоплением, из расчета на 1 га территории (в ценах 2006 г.)

Федеральные округа	Ущерб, наносимый населенным пунктам, промышленным предприятиям, линейным инженерным сооружениям, тыс. руб./га·год	Ущерб, наносимый объектам сельского хозяйства:	
		складам, фермам, хранилищам, предприятиям (цехам) и другим производственным зданиям и сооружениям, тыс. руб./га·год	сельскохозяйственным угодьям, тыс. руб./га·год
Центральный	5475	1643	118
Северо-Западный	6114	1898	116
Южный	5475	1656	119
Приволжский	5522	1670	118
Уральский	6878	2144	131
Сибирский	7110	2062	148
Дальневосточный	7738	2597	159
В среднем по Российской Федерации	6330	1953	130

Таблица А.16 – Базовые показатели ущерба от подтопления для территорий разного уровня ответственности, различных поселений

№ п/п	Характеристика подтапливаемой территории	Ущерб от подтопления, тыс. руб./га в ценах 2006 г.		
		I (повышенный) уровень ответствен-ности ГПТ	II (нормальный) уровень ответствен-ности ГПТ	III (пониженный) уровень ответствен-ности ГПТ
1	Сверхкрупные города (более 3 млн. чел.)	70170	9550	2940
2	Крупнейшие города (1–3 млн. чел.)	64130	8730	2690
3	Крупные города (250 тыс. – 1 млн. чел.)	60410	8260	2540
4	Большие города (100 тыс. – 250 тыс. чел.)	59480	8100	2500
5	Средние города (50 тыс. – 100 тыс. чел.)	53440	7280	2240
6	Малые города и посёлки (менее 50 тыс. чел.)	39500	5380	1660
7	Крупные сельские поселения (более 5 тыс. чел.)	16220	2210	680
8	Большие сельские поселения (1– 5 тыс. чел.)	11640	1585	490
9	Средние сельские поселения (200 чел. – 1 тыс.чел.)	7080	965	300
10	Мелкие сельские поселения (менее 200 чел.)	2640	360	110
11	Линейные инженерные сооружения, промпредприятия	46470	6330	1950
12	Сельскохозяйственные объекты (склады, фермы, хранилища и пр.)	–	1950	–
13	Сельскохозяйственные угодья	–	130	–

Таблица А.17 – Значения региональных коэффициентов для расчетов ущерба от подтопления на территории субъектов РФ

Субъекты РФ	$\delta_{рег}$	Субъекты РФ	$\delta_{рег}$
1	2	3	4
Центральный		**Приволжский**	
Белгородская область	0,830	Республика Башкортостан	0,789
Брянская область	0,908	Республика Марий-Эл	0,840
Владимирская область	0,977	Республика Мордовия	0,807
Воронежская область	0,822	Республика Татарстан	0,854
Ивановская область	0,822	Удмуртская Республика	0,913
Калужская область	0,839	Чувашская Республика	0,797
Костромская область	0,813	Кировская область	1,090
Курская область	0,891	Нижегородская область	0,908
Липецкая область	0,882	Оренбургская область	0,946
Московская область	1,029	Пензенская область	0,828
Орловская область	0,727	Пермская область	0,745
Рязанская область	0,934	Самарская область	0,934
Смоленская область	0,735	Саратовская область	0,827
Тамбовская область	0,952	Ульяновская область	0,937
Тверская область	0,943	**Уральский**	
Тульская область	0,804	Курганская область	1,109
Ярославская область	0,804	Свердловская область	0,935
г. Москва	1,038	Тюменская область	1,242
		Челябинская область	1,078
		Ханты-Мансийский АО	1,028
		Ямало-Ненецкий АО	1,123

Окончание таблицы А.17

Субъекты РФ	$\delta_{рег}$	Субъекты РФ	$\delta_{рег}$
1	2	3	4
Северо-Западный		**Сибирский**	
Республика Карелия	1,006	Республика Алтай	1,054
Республика Коми	0,855	Республика Бурятия	1,270
Архангельская область	1,182	Республика Тыва	1,0847
Вологодская область	0,760	Республика Хакасия	1,076
Калининградская область	1,040	Алтайский край	1,088
Ленинградская область	0,995	Красноярский край	1,196
Мурманская область	1,018	Иркутская область	1,309
Новгородская область	0,984	Кемеровская область	1,161
Псковская область	1,004	Новосибирская область	0,907
г. Санкт-Петербург	0,980	Омская область	1,110
Южный		Томская область	1,046
Республика Адыгея	0,831	Читинская область	1,174
Республика Дагестан	0,809	**Дальневосточный**	
Республика Ингушетия	0,883	Республика Саха (Якутия)	1,040
Кабардино-Балкарская Республика	0,765	Приморский край	1,425
Республика Калмыкия	1,016	Хабаровский край	1,149
Карачаево-Черкесская Республика	0,954	Амурская область	1,230
Респ. Северная Осетия – Алания	0,873	Камчатская область	1,464
Чеченская Республика	1,047	Магаданская область	1,222
Краснодарский край	0,877	Сахалинская область	1,530
Ставропольский край	0,742	Еврейская АО	1,180
Астраханская область	0,771	Корякский АО	1,003
Волгоградская область	0,867	Чукотский АО	0,978
Ростовская область	0,814		

Таблица А.18 – Оценка уровней риска от подтопления ГПТ на федеральном уровне (по федеральным округам)

Федеральные округа	Уровень ответственности территории	Риск (ущерб) от подтопления, млн. руб./год га в ценах 2006 г.			
		приемле-мый уровень	условно-приемлемый уровень	повышен-ный уровень	недопус-тимый уровень
Централь-ный	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,043 менее 0,003 менее 0,001	0,043 – 14,34 0,003 – 1,96 0,001 – 0,60	14,34 – 40,20 1,96 – 5,48 0,60 – 1,67	более 40,20 более 5,48 более 1,67
Северо-Западный	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,048 менее 0,004 менее 0,001	0,048 – 16,02 0,004 – 2,19 0,001 – 0,68	16,02 – 45,85 2,19 – 6,11 0,68 – 1,88	более 45,85 более 6,11 более 1,88
Южный	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,043 менее 0,003 менее 0,001	0,043 – 14,34 0,003 – 1,96 0,001 – 0,60	14,34 – 40,20 1,96 – 5,48 0,60 – 1,67	более 40,20 более 5,48 более 1,67
Привол жс-кий	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,045 менее 0,003 менее 0,001	0,043 – 14,46 0,003 – 1,98 0,001 – 0,61	14,34 – 41,13 1,98 – 5,52 0,61 – 1,70	более 41,13 более 5,52 более 1,70
Уральс кий	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,054 менее 0,004 менее 0,001	0,054 – 21,50 0,004 – 2,46 0,001 – 0,76	21,50 – 51,23 2,46 – 6,87 0,76 – 2,12	более 51,23 более 6,87 более 2,12
Сибирс кий	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,056 менее 0,004 менее 0,001	0,056 – 18,62 0,004 – 2,55 0,001 – 0,79	18,62- – 52,18 2,55 – 7,11 0,79 – 2,19	более 52,18 более 7,11 более 2,19
Дальне восточн ый	I (повышенный) II (нормальный) III(пониженный)	менее 0,061 менее 0,005 менее 0,002	0,061 – 20,26 0,005 – 2,77 0,002 – 0,86	20,26 – 56,79 2,77 – 7,74 0,86 – 2,38	более 56,79 более 7,74 более 2,38

Таблица А.19 – Оценка уровней риска от подтопления ГПТ для различных поселений

Вид поселения	Уровень ответственности территории	Риск (ущерб) от подтопления, млн. руб./год га в ценах 2006 г.			
		приемлемый уровень	условно-приемлемый уровень	повышенный уровень	недопустимый уровень
Сверхкрупные города (более 3 млн.чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,076 менее 0,006 менее 0,003	0,076 – 25,04 0,006 – 3,43 0,003 – 1,06	25,04 – 70,17 3,43 – 9,55 0,06 – 2,94	более 70,17 более 9,55 более 2,94
Крупнейшие города (1 – 3 млн. чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,069 менее 0,006 менее 0,002	0,069 – 22,88 0,006 – 3,13 0,002 – 0,97	22,88 – 64,13 3,13 – 8,73 0,97 – 2,69	более 64,13 более 8,73 более 2,69
Крупные города (250 тыс. – 1 млн. чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,065 менее 0,005 менее 0,002	0,065 – 21,55 0,005 – 2,95 0,002 – 0,91	21,55 – 60,41 2,95 – 8,26 0,91 – 2,54	более 60,41 более 8,26 более 2,54
Большие города (100 – 250 тыс. чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,064 менее 0,005 менее 0,002	0,064 – 21,22 0,005 – 2,90 0,002 – 0,90	21,22 – 59,48 2,90 – 8,10 0,90 – 2,50	более 59,48 более 8,10 более 2,50
Средние города (50 – 100 тыс. чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,058 менее 0,004 менее 0,001	0,058 – 19,07 0,004 – 2,61 0,001 – 0,80	19,07 – 53,44 2,61 – 7,28 0,80 – 2,24	более 53,44 более 6,87 более 2,24
Малые города и посёлки гор. типа (менее 50 тыс. чел.)	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,042 менее 0,003 менее 0,001	0,042 – 14,09 0,003 – 1,93 0,001 – 0,60	14,09-39,50 1,93 – 5,38 0,60 – 1,66	более 39,50 более 5,38 более 1,66
Сельские поселения	I(повышенный) II(нормальный) III(пониженный)	менее 0,008 менее 0,001 менее 0,001	0,008 – 2,52 0,001 – 0,34 0,001 – 0,11	2,52 – 7,06 0,34 – 0,96 0,11 – 0,30	более 7,06 более 0,96 более 0,30

Таблица А.20 – Нормативные и допустимые значения риска от подтопления ГПТ для различных поселений

Вид поселения	Уровень ответственности территории	Нормативное значение риска, тыс. руб./год·га (в ценах 2006 г.)	Допустимое значение риска, тыс. руб./год·га (в ценах 2006 г.)
Сверхкрупные города (более 3 млн.чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	76 51 32	76 – 660 51 – 640 32 – 360
Крупнейшие города (1 – 3 млн. чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	69 47 29	69 – 600 47 – 580 29 – 330
Крупные города (250 тыс.– 1 млн. чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	65 44 27	65 – 565 44 – 550 27 – 310
Большие города (100 – 250 тыс. чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	64 44 27	64 – 555 44 – 540 27 – 305
Средние города (50 – 100 тыс. чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	58 39 24	58 – 500 39 – 485 24 – 275
Малые города и посёлки гор. типа (менее 50 тыс. чел.)	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	42 29 18	42 – 370 29 – 360 18 – 200
Сельские поселения	I (повышенный) II (нормальный) III (пониженный)	8 5 3	8 – 65 5 – 60 3 – 35

Приложение Б
(справочное)

Примеры расчётов уровней риска при подтоплении

Пример 1

Постановка задачи

Определить уровень безопасности при подтоплении территории площадью 5 га в городе с населением 150 тыс. чел., если глубина залегания уровня грунтовых вод на этой территории достигает 1,5 м.

Порядок выполнения расчётов

В первую очередь для всей подтапливаемой территории производится сбор, получение и обработка информации по показателям опасности, представленным в таблице Б.1. На основании систематизированных данных проводится разбиение рассматриваемой территории на участки, для каждого из которых показателям опасности подтопления могут быть присвоены четырёхзначные коды опасности (таблица Б.1) и определена степень опасности по каждому из четырёх показателей.

Таблица Б.1 – Результаты исследований по показателям опасности.

Площадь подтопления, га	S_1^o	S_2^o	S_3^o	S_4^o	S_5^o	S_6^o
	0,5	1,5	0,5	1,0	1,0	0,5
Код опасности подтопления	3311	3221	3321	3231	3121	3133
Баллы по показателям опасности	a_1=2,8 a_2=2,5 a_3=1,0 a_4=0,5	a_1=2,8 a_2=1,7 a_3=1,6 a_4=0,5	a_1=2,8 a_2=3,0 a_3=1,6 a_4=0,5	a_1=3,0 a_2=2,0 a_3=2,5 a_4=0,5	a_1=3,0 a_2=0,8 a_3=1,8 a_4=0,5	a_1=3,0 a_2=0,8 a_3=2,8 a_4=2,5
Коэффициент опасности подтопления $\lambda_{оп}$	0,5633	0,5500	0,6367	0,6500	0,5233	0,7900

После этого производится более детальное изучение процессов подтопления в пределах выделенных площадей с целью определения баллов по каждому показателю опасности (таблица Б.1). Оценка в баллах того или иного показателя опасности должна соответствовать кодовой записи опасности подтопления на данной территории, например, a_2=2,5 соответствует большой степени (код 3) опасности подтопления по второму показателю, в то время как a_4=0,5 соответствует малой степени опасности (код 1) по четвёртому показателю опасности.

Аналогично осуществляется сбор и обобщение информации по показателям уязвимости территории, представленным в таблице 4.

На основании собранных данных также производится разбиение подтопленной территории на участки, которым можно присвоить четырёхзначные коды уязвимости (таблица Б.2) и определить баллы уязвимости.

Таблица Б.2 – Результаты исследований по показателям уязвимости

Площадь подтопления, га	S_1^y	S_2^y	S_3^y	S_4^y
	2,0	0,5	1,0	1,5
Код уязвимости территории	2323	2313	3233	1221
Баллы по показателям уязвимости территории	$b_1 = 1{,}9$ $b_2 = 2{,}7$ $b_3 = 1{,}5$ $b_4 = 2{,}5$	$b_1 = 1{,}9$ $b_2 = 2{,}7$ $b_3 = 0{,}8$ $b_4 = 2{,}5$	$b_1 = 2{,}5$ $b_2 = 1{,}6$ $b_3 = 2{,}4$ $b_4 = 3{,}0$	$b_1 = 0{,}8$ $b_2 = 1{,}6$ $b_3 = 1{,}8$ $b_4 = 0{,}8$
Коэффициент уязвимости территории $v_{уязв}$	0,7313	0,6547	0,7710	0,4260

На основании выполненного количественного (в баллах) анализа процессов подтопления территории рассчитываются коэффициенты опасности подтопления $\lambda_{оп}$ по формуле (1) с использованием полученных баллов (таблица Б.1). Результаты расчётов записаны в последней строке таблицы Б.1. Они получены с учётом коэффициентов значимости, представленных в таблице 2.

Пример расчёта коэффициента опасности для площади :

$$\lambda_{оп} = (0{,}3 \cdot 2{,}8 + 0{,}2 \cdot 3{,}0 + 0{,}2 \cdot 1{,}6 + 0{,}3 \cdot 0{,}5) \cdot \frac{1}{3} = 0{,}6367$$

Результаты расчётов показывают, что на участках $S_1^o \cdot - \cdot S_5^o$ уровень опасности подтопления является повышенным $(0{,}5 \le \lambda_{оп} \le 0{,}6667)$, а на площади $\cdot S_6^o$ – недопустимым $(\lambda_{оп} > 0{,}6667)$.

Расчёты коэффициента уязвимости $v_{уязв}$ по данным таблицы Б.2 проводятся по формуле (2), результаты расчётов приведены в таблице Б.2.

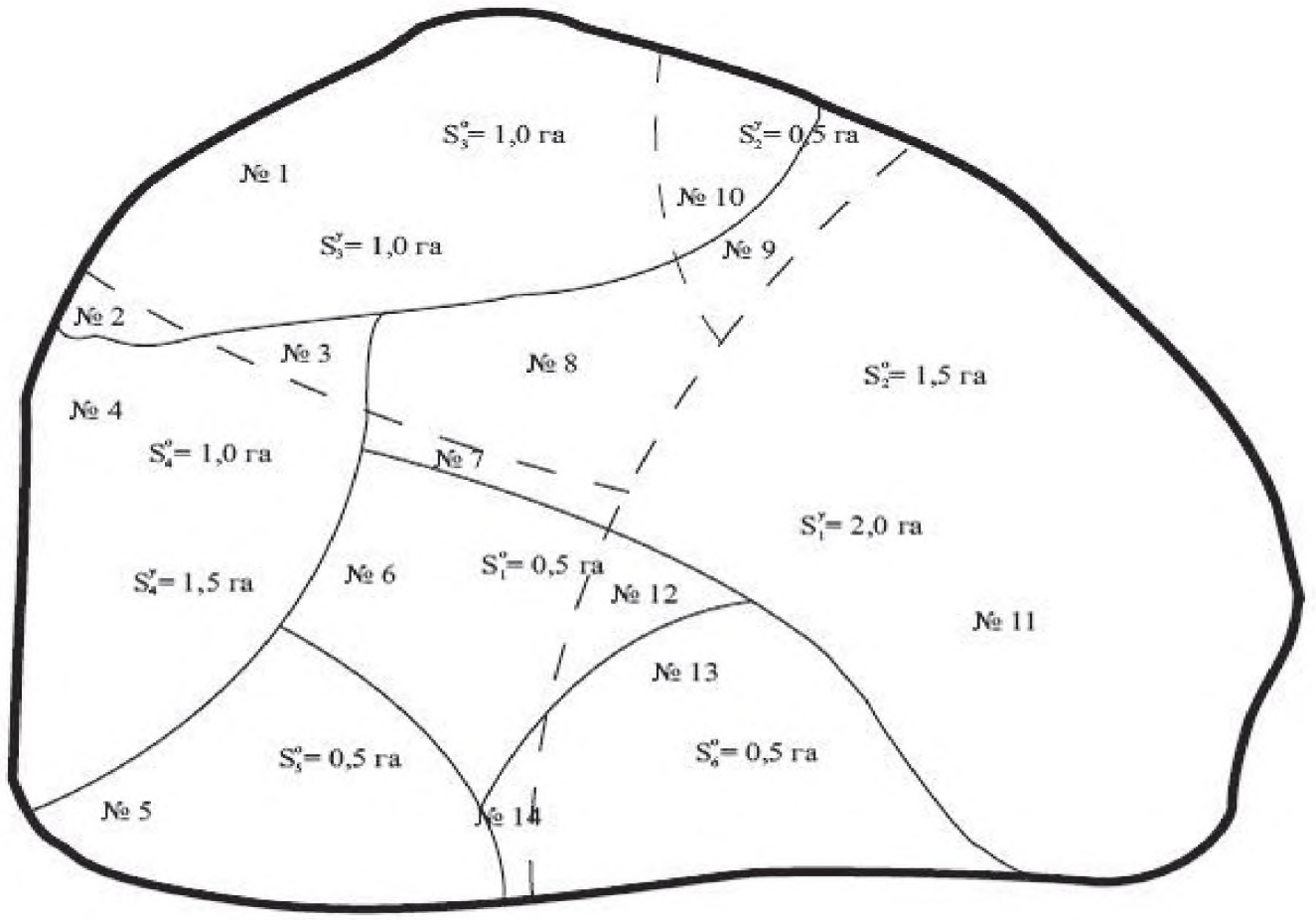
Пример расчёта коэффициента уязвимости для площади :

$$v_{уязв} = (0{,}23 \cdot 2{,}8 + 0{,}31 \cdot 1{,}6 + 0{,}23 \cdot 2{,}4 + 0{,}23 \cdot 3{,}0) \cdot \frac{1}{3} = 0{,}771$$

Результаты расчётов показывают, что уровень уязвимости данной территории изменяется от умеренно уязвимого $(v_{уязв} < 0{,}5)$ до весьма уязвимого $\cdot(v_{уязв} > 0{,}6667)$.

На рисунке Б.1 показана схема расположения участков $\cdot S_1^o \cdot - \cdot S_6^o$ и $S_1^y \cdot - \cdot S_3^y$, выделенных на подтопленной городской территории. Границы участков, выделенных по показателям уязвимости, показаны пунктирной линией, а участков, выделенных по показателям опасности – сплошной линией. Поскольку эти участки пересекаются, то вся подтопленная территория площадью S_0=5 га может быть суммарно представлена непересекающимися участками 1–14, каждый из которых характеризуется своими значениями коэффициентов опасности и уязвимости (таблица Б.3).

По значениям коэффициентов опасности подтопления и уязвимости территории рассчитываются по формуле (3) дозы вредного воздействия $D_п$ (таблица Б.3).



Условные обозначения:

———	границы подтопленной территории площадью 5 га;
— — —	границы участков, выделенных по показателям опасности;
— — —	границы участков, выделенных по показателям уязвимости;
№ 1	номера выделенных участков;
S_3^o	площадь участка, выделенного по показателю опасности;
S_3^y	площадь участка, выделенного по показателю уязвимости.

Рисунок Б.1 – Схема расположения выделенных участков подтопленной территории

Таблица Б.3 – Расчет дозы вредного воздействия для выделенных участков

№ участка	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент опасности подтопления $\lambda_{оп}$	0,6367	0,6367	0,6500	0,6500	0,5233	0,5633	0,5500
Коэффициент уязвимости $v_{уязв}$	0,7710	0,4260	0,7710	0,4260	0,4260	0,4260	0,4260
Доза вредного воздействия $D_п$	0,4909	0,2712	0,5012	0,2769	0,2229	0,2400	0,2343
Коэффициент опасности подтопления $\lambda_{оп}$	0,5500	0,5500	0,6367	0,5500	0,5633	0,7900	0,7900
Коэффициент уязвимости $v_{уязв}$	0,7710	0,6547	0,6547	0,7313	0,7313	0,7313	0,4260
Доза Вредного воздействия $D_п$	0,4240	0,3601	0.4168	0,4022	0,4119	0,5777	0,3365

Анализ полученных результатов показывает, что на участках 1 и 13 уровень безопасности оценивается как критический, D>0,4444. На участках 5, 6, 7 – как умеренный, 0,1111 ≤ D < 0,25. На остальных участках уровень безопасности оценивается как низкий 0,25 < D < 0,4444. Полученные данные учитываются при разработке программы мероприятий по инженерной защите от подтопления.

Пример 2

Постановка задачи Определить уровни риска и оценить ущербы от подтопления городской территории, рассмотренной в примере 1, если подтопленный участок территориально относится к Свердловской области. Расчёты вести в ценах 2006 г.

Порядок выполнения расчётов

Вначале проводится комплекс работ по аналогии с описанным в примере 1. Полученное распределение доз вредного воздействия подтопления по участкам разбиения территории 1–14 (в соответствии с рисунком Б.1) приведено в таблице Б.3.

На следующем этапе работ с целью оценки ущербов от подтопления каждый из выделенных участков разбивается на зоны, в пределах которых устанавливается уровень ответственности подтапливаемой территории (по данным таблицы 4). Полученные результаты приведены в таблице Б.3.

Расчёты ущерба от подтопления проводятся в соответствии с (9). При этом принимаем: $\sigma_{ин}$=1 (в ценах 2006 г.); $\delta_{рег}$=0,935 (для Свердловской обл., см. табл. А-17).

По таблице А.16 для большого города с населением 100–250 тыс. чел. определим базовые показатели ущерба для территорий трёх разных уровней ответственности:

Rб$_1$ = 59480 тыс. руб./га·год,

Rб$_2$ =8100 тыс. руб./га·год ,

Rб$_3$=2500 тыс. руб./га·год .

Полученные результаты приведены в таблице Б.2. Расчёт ущерба от подтопления на примере участка 11 приведён ниже:

$$У_{11} = 0.935 \cdot 0.535 \cdot erfc(-2.38 \ln 0{,}4022 - 3)[0.4 \cdot 59480 + 0{,}3 \cdot 8100 + 0{,}3 \cdot 2500] = -0.935 \cdot 0.535 \cdot 1{,}76 \cdot 26972 = 23746 \text{ тыс. руб./год}$$

Риск от подтопления:

$$R_{11} = \frac{\gamma_{11}}{S_{11}} = \frac{23746 \text{ тыс. руб.}}{1 \text{ га}} = 23746 \text{ тыс. руб.}/\text{год} \cdot \text{га}$$

Остальные результаты получены аналогичным путём.

Анализ полученных результатов показывает (таблица А.19), что на всей подтопленной территории уровень риска выше приемлемого. При этом условно приемлемый уровень риска имеет место на участках 5, 6, 7 общей площадью 1,0 га, на остальных участках уровень риска повышенный и недопустимый. Этот факт требует принятия немедленных мер по защите территории от подтопления.

Ситуация в пределах данной подтопленной территории должна рассматриваться как чрезвычайная ситуация регионального характера.

Результаты расчётов, представленные в таблице Б.4, наглядно иллюстрируют общую ситуацию на подтопленной городской территории и определяют сроки и очерёдность выполнения работ по инженерной защите от подтопления.

Общий ущерб от подтопления: $Y_{общ}$ = 74123 тыс. руб./год

Риск (ущерб) от подтопления 1 га всей территории в среднем:

$R_{общ}$ = 14825 тыс. руб./га·год

Таблица Б.4 – Результаты расчетов риска (ущерба) от подтопления с учётом уровня ответственности потопленной территории

№ участка	1		2	3	4		5	6	7
Зоны по уровню ответственности	а	б			а	б			
Площадь участка S_i, га	0,2	0,5	0,1	0,1	0,3	0,6	0,5	0,4	0,1
Уровень ответственности территории	I	II	II	II	II	III	II	II	II
Доза вредного воздействия, $D_п$	0,4909		0,2712	0,5012	0,2769		0,2229	0,2400	0,2343
Ущерб от подтопления $Y_к$,тыс.руб./год	15428		352	788	1828		932	932	211
Риск от подтопления $R_п$, тыс. руб./га·год	61607	8390	3520	7880	4073	1257	1864	1864	2110
Уровень риска от подтопления	Недопустимый		Повышенный	Недопустимый	Условно приемлемый		Условно приемлемый	Условно приемлемый	Условно приемлемый

Окончание таблицы Б.4

№ участка	8	9	10	11			12	13		14
Зоны по уровню ответственности				а	б	в		а	б	
Площадь участка S_i, га	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
Уровень ответственности территории	I	I	I	I	II	III	II	II	III	II
Доза вредного воздействия $D_п$	0,4240	0,3601	0,4168	0,4022			0,4119	0,5777		0,3365
Ущерб от подтопления Y_k тыс.руб./год	16263	4858		23746			789	2099		582
Риск от подтопления $R_п$, тыс. руб./га·год	54211	48580	53730	56006	7627	2354	7290	5248		5820
Уровень риска от подтопления	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный			Повышенный	Недопустимый		Повышенный

Библиография

[1] МГСН 2.07-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения»

[2] Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г № 304 «О класси-фикации ЧС природного и техногенного характера»

[3] СНиП 22–02–2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения»

[4] Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[5] Методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении территорий. Под редакцией Куранова Н.П. –М.: ЗАО «ДАР/ВОДГЕО», 2001. – 60 с.

УДК 699.8: 614.8: 006.354 ОКС 13.200

Ключевые слова: подтопление, риск, ущерб, опасность, уязвимость, градопромышленная территория, чрезвычайная ситуация

Подписано в печать 12.01.2015. Формат 60х84 1/8.

Усл. печ. л. 5,12. Тираж 35 экз. Зак. 140.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru