ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
ГОССТРОЙ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ -
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ
(ФГУП НИИ ВОДГЕО)
ДАР/ВОДГЕО
Гос. регистрационный № 1403
Лицензия ФЛЦ № 003547-2 от 15 сентября 2000г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ

РИСКА АВАРИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ

СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ И

НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Москва, 2002 г.

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
ГОССТРОЙ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ –
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ
(ФГУП НИИ ВОДГЕО)

Д А Р / В О Д Г Е О
Гос регистрационный № 1403
Лицензия ФЛП № 003547-2 от 15 сентября 2000 г

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ РИСКА АВАРИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ И НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

МОСКВА 2002

Настоящие методические рекомендации предназначены для экспертной оценки риска аварий ГТС водохозяйственного и промышленного назначения при декларировании их безопасности, экспертизе декларации безопасности, страховании рисков аварий и формировании Российского регистра ГТС.

Реализация разработанных рекомендаций позволяет в достаточно простой и ясной форме дать сопоставительную оценку риска аварий подпорных ГТС на основе экспертного анализа всей совокупности факторов, влияющих на надежность и безопасность их работы, включая возможный ущерб при аварии

Методические рекомендации разработаны в ФГУП НИИ ВОДГЕО авторским коллективом под научным руководством д.т.н., Розанова Н.Н., д.т.н., профессора Куранова Н.П. (к.т.н. Верменко В.В., к.т.н. Витенберг М.В., к.т.н. Волохова М.Н., к.т.н. Тейтельбаум А.И., с.н.с. Верле С.В.).

Научные редакторы: д.т.н., проф., Алексеев В.С., к.т.н. Хохлатов Э.М

Согласовано МЧС России (№9-4/02-644 от 14.08.2001 г.)

Замечания и предложения просьба направлять по адресу:

119826 Москва, Комсомольский проспект, 42, ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»,

ФАКС 245-9562,

E-MAIL. gost.e-ecolog.ru

Авторские права на настоящий документ принадлежат ФГУП НИИ ВОДГЕО. Полное или частичное его копирование (в том числе в электронном виде) без разрешения правообладателя является нарушением авторского права и может иметь юридические последствия в соответствии с действующим законодательством

Содержание

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ 4

ВВЕДЕНИЕ 5

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 9

II. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ АВАРИИ ГТС 12

III. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ГТС 21

IV. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РИСКА АВАРИИ ГТС 32

V. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РИСКА АВАРИЙ ГТС 35

1. ПЛОТИНА ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ 35

2. БЕТОННЫЙ ВОДОСБРОС 37

ЛИТЕРАТУРА 39

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГО- гражданская оборона,

ГТС - гидротехнические сооружения,

КИА - контрольно измерительная аппаратура,

МРОТ - минимальный размер оплаты труда;

ПДЗ - предельно допустимые значения,

УВ - уровень воды;

НПУ - нормальный подпорный уровень,

ФПУ – форсированный подпорный уровень,

ЧС — чрезвычайная ситуация

ВВЕДЕНИЕ

При разрушении подпорных гидротехнических сооружений (далее ГТС) в зоне прохождения волны прорыва причиняется огромный вред населению, хозяйственным объектам и природе. Особую опасность представляют прорывы сооружения напорного фронта накопителей промышленных отходов, которые могут привести к загрязнению местности радиоактивными, токсичными и другими вредными веществами.

Основная цель всех работ, проводящихся на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации напорных ГТС, заключается в том, чтобы исключить возможность прорыва напорного фронта с катастрофическими последствиями. Тем не менее, риск аварий на ГТС неизбежен и подлежит оценке, анализу и регулированию.

В подавляющем большинстве случаев прорыв напорного фронта происходит в результате разрушений плотин и дамб из грунтовых материалов. К числу основных причин, которые могут вызвать разрушения грунтовых плотин, относятся:

- стихийные бедствия — землетрясения, ураганы, горные обвалы, наводнения, ливни, сели и др ;
- недостаточный объем изыскательских работ и неправильная оценка инженерно-геологических, гидрологических, климатических условий строительства;
- ошибки в проектировании, некачественное производство работ (особенно при строительстве сравнительно небольших сооружений, когда не обеспечен должный геотехнический контроль с участием инженеров-гидротехников);
- неправильная эксплуатация сооружения; низкая квалификация эксплуатационного персонала, отсутствие или недостаточный объем мероприятий по обеспечению готовности объекта к локализации и ликвидации аварийной ситуации; отсутствие своевременных ремонтных работ.

По статистическим данным[1] повреждения и аварии имели место на 6,6% зарегистрированных плотин из грунтовых материалов; при этом повреждения основания составили 25%, тела плотины — 47%, водосбросов — 23% и прочие повреждения — 5%.

В большинстве случаев аварии плотин происходят в период их строительства или в начальный период эксплуатации — в течение 5-7 лет после наполнения водохранилища. За это время полностью проявляются дефекты производства работ, устанавливается фильтрационный режим и деформации сооружения. Затем наступает длительный период — около 40 — 50 лет, когда состояние сооружения стабилизируется, и аварии маловероятны. После этого опасность аварий вновь увеличивается в результате развития анизотропии свойств, старения материалов и пр. Так, из 600 грунтовых плотин, обследованных в Калифорнии после 40 — 50 лет эксплуатации, 105 нуждались в ремонтных работах [2]

За последние 10 — 15 лет на водохозяйственных объектах России отмечалось значительное снижение уровня надежности и увеличение опасности возникновения аварийных ситуаций в связи с общим снижением уровня надзора за их безопасностью, сокращением объемов и снижением качества ремонтных работ. Результаты проведенного в июле 1994 г. МЧС России совместно с Роскомводом обследования ГТС в Пермской, Свердловской и Челябинской областях показали, что в аварийном и предаварийном состоянии находятся плотины 12% водохранилищ и 20% накопителей стоков вследствие повреждения ответственных элементов водосбросов, затворов, усиленной фильтрации, переполнения и других причин.

В связи с изложенным, в последние годы в значительной степени сформирована новая нормативно-правовая база по обеспечению безопасности ГТС, прежде всего:

Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.97 г. № 117-ФЗ;

Постановление Правительства РФ «Об организации государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений» от 16.10.97 г. № 1320;

Постановление Правительства РФ «О порядке формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений» от 23.05.98 г. № 490;

---

[1] Grannet E Harards in Dam Operation J «World Dams Today», Tokyo, 1976

[2] Проектирование и строительство больших плотин Материалы IX Международного конгресса по большим плотинам М , «Энергия», 1973, вып 4

Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений» от 06.11.98 г № 1303.

Целый ряд нормативных документов, правил и рекомендаций разработан и утвержден органами государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений (минтопэнерго РФ, МПР РФ, Госгортехнадзор РФ), получают развитие работы в направлении страхования рисков аварий ГТС.

Настоящие методические рекомендации предназначены для экспертной оценки риска аварий ГТС водохозяйственного и промышленного назначения при декларировании их безопасности, экспертизе декларации безопасности и страховании рисков аварий.

Реализация разрабоганных рекомендаций позволяет в достаточно простой и ясной форме дать сопоставительную оценку риска аварий подпорных ГТС на основе экспертного анализа всей совокупности факторов, влияющих на надежность и безопасность их работы, включая возможный ущерб при аварии.

Экспертный анализ влияющих на риск аварии ГТС факторов проводится на основании рассмотрения следующих основных материалов:

- утвержденный рабочий проект, включая все внесенные в него изменения и данные об инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических, топографических и природно-климатических условиях строительства;
- исполнительная документация, включая акты на скрытые работы;
- правила использования водных ресурсов водохранилищ,
- инструкция по эксплуатации с регламентацией должностных обязанностей обслуживающего персонала, технологической схемы заполнения накопителя промышленных отходов и пр.;
- инструкция по проведению натурных наблюдений, данные о соответствии проекту состава и состояния КИА, материалы контроля состояния ГТС;
- материалы геотехнического контроля в процессе строительства, наблюдений в период эксплуатации, имеющиеся данные о фактических на момент оценки риска аварии ГТС физико-механических и фильтрационных характеристиках материалов сооружения и основания;
- акты инспекторских проверок и комиссионных обследований состояния ГТС, расследований имевших место повреждений и аварий;
- результаты расчетов волны прорыва и оценки возможного ущерба;

- данные о службе эксплуатации ГТС и уровне культуры эксплуатации ГТС (укомплектованность и квалификация штатов, наличие необходимых методических материалов, средств измерений и контроля, регулярность обследований состояния ГТС и проведения текущих ремонтов, привлечение к анализу данных натурных наблюдений специализированных организаций и пр.);
- данные о готовности объекта к локализации и ликвидации аварийных ситуаций (наличие плана ликвидации аварий по возможным сценариям, укомплектованность и оснащенность аварийных бригад и привлекаемых в случае необходимости формирований Го инструментами и техникой, наличие и достаточность противоаварийного запаса материалов, регулярность противоаварийных тренировок, наличие и состояние средств связи и системы оповещения и т.п.).

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Применительно к опасным природным и техногенным процессам понятия «опасность» и «риск» относятся соответственно к возможным воздействиям на объект и его реакции на эти воздействия («уязвимости») Графически рассматриваемое соотношение представлено на рис 1.

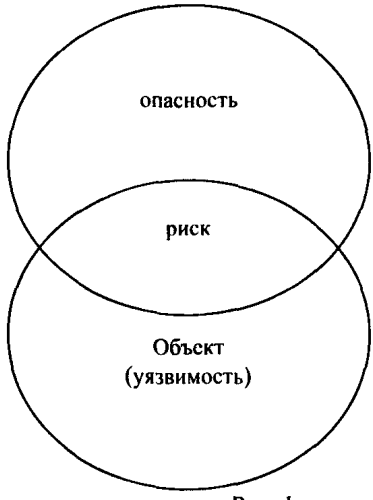

Рис 1

СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РИСКА ОТ ВНЕШНЕЙ ОПАСНОСТИ

Из рисунка видно, что риск возникает только в области пересечения опасности с объектом и не существует без них, т е. риск при существующей опасности для технически неуязвимого объекта отсутствует (равен нулю), как и риск для весьма уязвимого объекта при отсутствии опасности. Отсюда вытекают общие определения понятий.

- **Опасность** при оценке возможности аварий гидротехнических сооружений — процессы, протекающие в гидротехнических сооружениях и зоне их влияния и представляющие угрозу для жизни или условий жизнедеятельности людей, объектов хозяйства или окружающей среды.

- **Уязвимость** — свойство гидротехнических сооружений терять способность к выполнению заданных функций в результате негативных воздействий.
- **Риск** аварий гидротехнических сооружений — вероятностная мера опасности, установленная для гидротехнического сооружения определенной уязвимости в виде возможных потерь.

Оценки риска представляют собой вероятностные меры опасности, устанавливаемые для ГТС в виде возможных потерь за определенное время в экономической, социальной и экологической сферах.

Комплексной характеристикой объекта становится оценка суммарного риска, позволяющая произвести сравнительную оценку ситуации с позиций возможных потерь для существующих или проектируемых объектов.

Оценка риска основывается на результатах контроля и анализа факторов безопасности, наиболее существенных для данного сооружения, и условий его эксплуатации.

Под факторами безопасности понимаются количественные и качественные характеристики состояния сооружения, природных воздействий и ожидаемого ущерба от аварии или разрушения гидротехнических сооружений.

Понятие риска является универсальной количественной мерой потенциальной опасности, позволяющей:

- провести корректировку исходных целей и стратегии решения задач анализа риска;
- провести сравнение опасностей различной природы и механизмов действия;
- провести классификацию и ранжирование потенциальных источников опасности по их вкладу в интегральные показатели риска;
- изучить механизм и исследовать причинно-следственную логику возникновения и развития аварий, а также влияние на показатели риска различных факторов технологического, природного и социального характера;
- обеспечить направленное снижение рисков за счет оптимального управления технологическими (техническими) и организационно-методическими факторами воздействия (снижение вероятности, уменьшение величины ущерба).

Использование и расчеты меры риска в качестве оценки безопасности эксплуатируемого ГТС требует совместного учета характеристик состояния

сооружения, которые непосредственно связаны с вероятностью аварии, и характеристик ущерба от возможной аварии.

Безопасность ГТС

Безопасность гидротехнического сооружения (ГТС) — свойство ГТС, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и интересов человека, окружающей среды и объектов экономики на основе реализации мер по предупреждению аварийных состояний и аварий.

Аварийное состояние ГТС

Это состояние ГТС, при котором вследствие развития опасных процессов его дальнейшая эксплуатация в проектном режиме недопустима, а промедление с реализацией противоаварийных мероприятий неизбежно приводит к аварии (разрушению) ГТС или влечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Переходя к количественным оценкам опасности, уязвимости, риска, следует иметь в виду, что каждое из них является достаточно сложной функцией многих переменных — факторов. Для получения количественных характеристик указанных понятий необходимо определить полный набор таких факторов. Их объединение по совокупностям будем называть ***показателями*** (*показателями* уязвимости, опасности, риска). В зависимости от величин показателей строится градация по степеням опасности, уязвимости, риска. Такой подход позволяет работать уже с достаточно ограниченным числом переменных и выполнять количественную оценку, которую можно назвать интегральной.

За основу количественной оценки опасности, уязвимости, риска аварий ГТС принят широко известный подход [1,2] получения нормирующих коэффициентов, характеризующих долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной ситуации, принимаемой за единицу. Указанный подход количественной оценки риска аварий ГТС реализован ниже.

II. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ АВАРИИ ГТС

Опасность аварии ГТС определяется следующими показателями.

1. Опасность превышения принятых при обосновании конструкции сооружения природных нагрузок и воздействий.
2. Обоснованность и соответствие проектных решений современным нормативным требованиям.
3. Соответствие проекту конструкции сооружения, условий его эксплуатации и свойств материалов сооружения и основания.
4. Возможные последствия и ущерб при аварии ГТС.

Степень опасности по каждому из показателей устанавливается отдельно на том или ином уровне на основании экспертных оценок с учетом приведенных ниже рекомендаций.

Показатель опасности 1

Степень опасности превышения принятых при расчетном обосновании конструкции сооружения природных нагрузок и воздействий (сейсмические, волновые, температурные воздействия, нагрузки от наносов, гидростатические, ветровые и ледовые, опасность превышения расчетных расходов через водосбросные сооружения, опасность обрушения в водохранилище береговых склонов и др.) принимается по экспертной оценке на одном из трех уровней, каждый из которых имеет соответствующий код, с учетом указаний действующих нормативных документов по определению нагрузок и воздействий на сооружения, данных натурных наблюдений за период эксплуатации ГТС и отличительных признаков, приведенных ниже в таблице 1

Таблица 1

Степень опасности по показателю 1	Код	Отличительные признаки
1	2	3
Малая	1	Возможны лишь локальные повреждения элементов конструкций и сооружений (крепления откосов и т.п.), которые могут быть устранены в ходе текущих (плановых) ремонтных работ
Средняя	2	Возможно разрушение элементов конструкций (бетонных плотин, водосбросов, водовыпусков, пульпопроводов и т п.) или отдельных сооружений, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации. Требуется проведение неотложных ремонтных работ, изменения режима эксплуатации объекта.
Большая	3	Возможны разрушения конструкций и сооружений, приводящие к прорыву напорного фронта (прежде всего, если установлена возможность превышения расчетных сейсмических воздействий или паводковых расходов)

Показатель опасности 2

Степень опасности по показателю 2 устанавливается по одному из 4-х уровней в соответствии с таблицей 2.

При экспертной оценке обоснованности и соответствия проектных решений современным нормативным требованиям принимаются во внимание следующие основные факторы:

1. достаточность инженерно-геологических изысканий, выполненных при проектировании ГТС;
2. надежность и обоснованность методов определения и назначения расчетных характеристик (физико-механические, фильтрационные и пр.) материалов сооружений и их оснований;
3. достаточность расчетного обоснования конструкций сооружений, оснащения КИА, обоснованность и соответствие современным нормативным требованиям применявшихся расчетных методов.

Таблица

Степень опасности по показателю 2	Код	Отличительные признаки
1	2	3
Отсутствует	0	Полное соответствие современным нормативным требованиям по всем оцениваемым факторам
Малая	1	В проекте имеются незначительные отклонения от современных нормативных требований
Средняя	2	В проекте имеются значительные ошибки по одному из оцениваемых факторов или существенные отклонения от современных нормативных требований по двум факторам.
Большая	3	В проекте имеются грубые ошибки или существенные отклонения от современных нормативных требований по всем трем основным оцениваемым факторам

Типичные примеры

Средняя степень опасности

- геологическое строение основания не соответствует данным изысканий, принятые проектные решения по сопряжению сооружения и основания недостаточно надежны, не исключена возможность развития суффозионных процессов и др.;
- недостаточен объем инженерно-геологических изысканий, применялись устаревшие методы расчета (либо по тем или иным причинам вызывают сомнения результаты определения расчетных характеристик грунтов в теле запроектированной плотины и др.).

Большая степень опасности:

- грубые ошибки в гидравлических расчетах водосбросных сооружений или расчетах устойчивости откосов плотин из грунтовых материалов и др.

Показатель опасности 3

Степень опасности по этому показателю, так же как для показателя опасности 2, устанавливается на одном из четырех уровней, характеризуемых отличительными признаками, приведенными в таблице 3.

При экспертной оценке соответствия проекту конструкции ГТС, условий его эксплуатации, а также свойств материалов сооружения и основания подлежат учету следующие основные факторы:

1. — наличие изменений проектных конструкций ГТС и компоновочных решений;
2. — наличие изменений в режиме эксплуатации ГТС (изменение в водохранилище или накопителе промышленных отходов проектных УВ, скоростей наполнения или сработки, переключение ГТС на работу в каскаде гидроузлов или накопителей и др.);
3. — данные геотехнического контроля качества материалов при строительстве ГТС, а также данные инженерно-геологических работ по определению фактических характеристик материалов ГТС и основания в период эксплуатации (при их наличии).

Таблица 3

Степень опасности по показателю 3	**Код**	**Отличительные признаки**
1	2	3
Отсутствует	0	Полное соответствие современным нормативным требованиям по всем оцениваемым факторам
Малая	1	Незначительные отклонения от проекта, которые не могут привести к нарушению нормальной работы сооружений, конструкций и элементов
Средняя	2	Существенные отклонения от проекта, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации; требуется оценка возможности дальнейшей эксплуатации ГТС в проектном режиме и необходимости проведения тех или иных мероприятий по обоснованию нормативной прочности и устойчивости конструкций и сооружений, пропускной способности водосбросов и водоспусков и др.
Большая	3	Значительные отклонения от проекта по оцениваемым факторам, которые могут привести к аварии ГТС и прорыву напорного фронта

Типичные примеры

Средняя степень опасности:

- несоответствие проекту физико-механических, прочностных, деформативных, фильтрационных характеристик грунтов или материалов техногенного происхождения в теле или основании плотин и дамб, обусловливающее необходимость проведения поверочных расчетов устойчивости, фильтрационной прочности и др.;
- несоответствие проекту очертаний откосов плотины или дамбы, что требует проведения поверочных расчетов устойчивости;
- несоответствие проекту условий эксплуатации плотины (по гребню плотины открыто движение большегрузного транспорта; вблизи плотины производятся взрывные работы и др.);
- несоответствие проекту регламента намыва накопителя промышленных отходов, объемов подаваемых стоков, уровня воды в прудке;
- несоответствие проекту водного баланса водохранилища (повышение НПУ, ФПУ, ускоренная сработка);
- возможность развития химической суффозии грунтов (шламов или других техногенных материалов) тела и основания плотины или дамбы вследствие изменения химического состава накапливаемых отходов или стоков.

Большая степень опасности:

- не полностью соответствуют проекту параметры водосбросных сооружений, при максимальных расчетных паводковых расходах возможно превышение ФПУ, перелив воды через гребень плотины, ее размыв и образование волны прорыва и др.;
- значительное несоответствие проекту материалов сооружений и основания;
- повышен по каким-либо причинам класса капитальности сооружения, но не проведены работы по оценке соответствия его конструкций новым требованиям.

Показатель опасности 4.
Возможные последствия при аварии ГТС

В соответствии с «Положением о классификации чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера», утвержденным постановлением Правительства РФ от 13.09.96 г., масштаб ЧС, возникающей при аварии ГТС и затоплении в нижнем бьефе территорий при прохождении волны прорыва, определяется в зависимости от количества пострадавших людей, количества людей, у которых оказались нарушены условия жизнедеятельности, размера материального ущерба и границ зоны распространения поражающих факторов.

Код показателя 4 принимается по таблице 4 в зависимости от масштаба возможной ЧС при аварии рассматриваемого ГТС.

Таблица 4

			Отличительные признаки				
Степень опасности по показателю 4	**Код**	**Масштаб возможной ЧС**	**Число пострадавших, чел.**	**Нарушены условия жизнедеятельности, чел.**	**Материальный ущерб, МРОТ**	**Зона распространения ЧС**	**Силы и средства, привлекаемые для ликвидации ЧС**
1	2	3	4	5	6	7	8
Малая	1	Локальная	Не более 10	Не более 100	Не более 1 тыс.	Не выходит за пределы территории объекта	Собственника или эксплуатирующей организации
Средняя	2	Местная	Выше 10, но не более 50	Свыше 100, но не более 300	Свыше 1 тыс., но не более 5 тыс	Не выходит за пределы города, района	Органов местного самоуправления
Большая	3	Территориальная	Свыше 50, но не более 500	Свыше 300, но не более 500	Свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн	Не выходит за пределы субъекта РФ	Органов исполнительной власти субъектов РФ

1	2	3	4	5	6	7	8
Очень большая	4	Региональная	Свыше 50, но не более 500	Свыше 500, но не более 1000	Свыше 0,5 млн , Но не более 5 млн	Охватывает территорию 2-х субъектов РФ	Органов исполнительной власти субъектов РФ, оказавшихся в зоне ЧС
Очень большая	4	Федеральная	Свыше 500	Свыше 1000	Свыше 5 млн	Выходит за пределы более 2-х субъектов РФ	То же
Очень большая	4	Трансграничная	–	–	–	Поражающие факторы выходят за пределы РФ	По решению Правительства РФ, в соответствии с нормами международного права

Интегральная количественная оценка опасности ГТС напорного фронта водохранилищ и накопителей промышленных отходов, включая возможный ущерб при аварии и образовании волны прорыва, характеризуется коэффициентом опасности λ, который представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки (сочетания показателей опасности) на объекте.

При наиболее неблагоприятном сочетании уровней четырех рассмотренных показателей опасности (интегральный код 3334) коэффициент опасности равен $\lambda=1$, в остальных случаях $0 < \lambda < 1$.

Численные значения коэффициента опасности λ в зависимости от установленного интегрального кода показателей опасности получены на основе экспертной оценки коэффициентов значимости или «удельного веса» каждого из показателей опасности, а также оценки относительной роли (весовых коэффициентов) каждой из степеней опасности по тому или иному показателю. Количественные оценки этих величин приведены в таблице 5

Таблица 5

№№ п/п	Показатели опасности	Степень опасности	Код	Коэффициент значимости показателя опасности
1.	Опасность превышения природных нагрузок и воздействий	Малая Средняя Большая	1 2 3	0,2
2.	Обоснованность и соответствие проектных решений современным нормативным требованиям	Отсутствует Малая Средняя Большая	0 1 2 3	0,2
3.	Соответствие проекту конструкции сооружения, условий его эксплуатации и свойств материалов сооружения и основания	Отсутствует Малая Средняя Большая	0 1 2 3	0,2
4.	Возможные последствия и ущерб при аварии ГТС	Малая Средняя Большая Очень Большая	1 2 3 4	0,4

При этом коэффициент опасности определен из соотношения

$$\lambda = \sum_{i=1}^{4} \delta_i \cdot a_i \cdot \lambda_0 , \quad (1)$$

где

δ_i – коэффициент значимости i-го показателя опасности;

a_i — значение кода i-го показателя опасности;

λ_0 — нормируюший множитель.

Расчеты значений коэффициента опасности для каждого события, определяемого соответствующим кодом, приведены в таблице 6

Таблица 6

Значения коэффициентов опасности

ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ	ККод	λ
1001	„ 176	1101	,235	1201	,294	1301	,353	2001	,235	2101	,235	2201	,353	2301	,412	3001	,294	3101	,353	3201	,412	3301	471
1002	,294	1102	353	1202	,412	1302	,471	2002	,353	2102	,412	2202	,471	2302	,529	3002	,412	3102	,471	3202	,529	3302	,588
1003	,412	1103	471	1203	,529	1303	,588	2003	,471	2103	,529	2203	,588	2303	,647	3003	,529	3103	,588	3203	647	3303	,706
1004	,529	1104	,588	1204	,647	1304	,706	2004	,588	2104	,647	2204	,706	2304	,765	3004	,647	3104	,706	3204	,765	3304	,823
1011	,235	1111	,294	1211	,353	1311	,412	2011	,294	2111	,353	2211	,412	2311	,471	3011	,353	3111	,412	3211	471	3311	,529
1012	,352	1112	412	1212	,471	1312	,529	2012	412	2112	471	2212	,529	2312	,588	3012	,471	3112	,529	3212	,588	3312	,647
1013	,470	1113	,528	1213	,588	1313	,647	2013	,529	2113	,588	2213	,647	2313	,706	3013	,588	3113	,647	3213	,706	3313	,765
1014	,588	1114	,647	1214	,706	1314	,765	2014	647	2124	,706	2214	,765	2314	,823	3014	,706	3114	,765	3214	,823	3314	,882
1021	,294	1121	,353	1221	,412	1321	,474	2021	,353	2121	,412	2221	,471	2321	,529	3021	,412	3121	471	3221	,529	3321	,588
1022	,412	1122	,471	1222	,529	1322	,588	2022	,471	2122	,529	2222	,588	2322	647	3022	,529	3122	,588	3222	,647	3322	,706
1023	,529	1123	,588	1223	,647	1323	,706	2023	,588	2123	,647	2223	,706	2323	,765	3023	,647	3123	,706	3223	,765	3323	,823
1024	,647	1124	,706	1224	,765	1324	,823	2024	,706	2124	,765	2224	,823	2324	,882	3024	,765	3124	,823	3224	,882	3324	,941
1031	,353	1131	,412	1231	,471	1331	,529	2031	,412	2131	,471	2231	,529	2331	,588	3031	471	3131	,529	3231	,588	3331	,647
1032	,471	1132	,529	1232	,588	1332	,647	2032	,529	2132	,588	2232	,706	2332	,706	3032	,588	3132	,647	3232	,706	3332	765
1033	,588	1133	,647	1233	,706	1333	,765	2033	,647	2133	,706	2233	,823	2333	,823	3033	,706	3133	,765	3233	,823	3333	,882
1034	,706	1134	,765	1234	,823	1334	,852	2034	,765	2134	,823	2234	,941	2334	,941	3034	,823	3134	,882	3234	,941	3334	**1,00**

III.ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ГТС

Степень уязвимости ГТС определяется их восприимчивостью к воздействию факторов опасности.

Приняты следующие основные показатели уязвимости ГТС.

1. Состояние сооружения (по данным инструментальных наблюдений и визуального контроля).
2. Организация эксплуатации ГТС (соблюдение требований безопасной эксплуатации).
3. Готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС.

Показатель уязвимости 1

Степень уязвимости ГТС по показателю I устанавливается на одном из 4-х уровней в соответствии с таблицей 7.

Экспертная оценка уязвимости ГТС по показателю I производится на основе анализа результатов контрольных инструментальных наблюдений и комиссионных обследований состояния сооружения и его основания с учетом установленных нарушений конструктивных элементов, влияющих на их прочность и устойчивость, и соответствия контролируемых параметров их предельно допустимым значениям (ПДЗ).

ПДЗ параметров состояния принимаются равными расчетным значениям для основного и особого сочетания нагрузок или значениям, уточненным в процессе строительства и эксплуатации.

Таблица 7

Степень уязвимости по показателю 1	Код	Отличительные признаки
1	2	3
Отсутствует	0	Отсутствие каких-либо нарушений конструктивных элементов сооружений и превышения предельно допустимых значений (ПДЗ) контролируемых параметров состояния сооружений и их оснований.

1	2	3
Малая	1	Наличие локальных повреждений элементов конструкций и сооружений, которые могут быть устранены в ходе текущих (плановых) ремонтных работ, отсутствие превышения ПДЗ контролируемых параметров состояния.
1	2	3
Средняя	2	Существенные разрушения элементов конструкций или отдельных сооружений и) или) превышение ПДЗ контролируемых параметров состояния , которые могут привести к возникновению аварийной ситуации. Невозможна работа сооружения в экстремальных условиях, предусмотренных проектом, требуется проведение неотложных ремонтных работ, временное изменение режима эксплуатации объекта.
Большая	3	Наличие разрушений конструкций и сооружений и (или) превышение ПДЗ контролируемых параметров состояния, обусловливающих возникновение на объекте аварийной ситуации и угрозу прорыва напорного фронта. Дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме невозможна и должна быть приостановлена для проведения ремонтно-восстановительных работ, либо гидроузел подлежит ликвидации

ПРИМЕЧАНИЕ: При прочих равных условиях степень уязвимости по показателю 1 плотин (дамб) из грунтовых материалов, находящихся в эксплуатации более 40 – 50 лет, повышается на один уровень (если отсутствуют данные полевых исследований по определению фактических физико-механических характеристик грунтов основания и тела плотины или дамбы)

Типичные примеры

Малая степень уязвимости·

- повреждения отдельных участков крепления верхового откоса плотин и дамб, образование локальных пустот под бетонными плитами крепления,
- локальные просадки гребня плотины, смещений относительно друг друга секций парапета, появление на гребне и низовом откосе продольных трещин;
- отдельные нарушения работы дренажных устройств зарастание дренажной канавы, кольматация обратных фильтров, сопровождающаяся плавным

изменением расхода дренажных вод, появлением на откосе и в нижнем бьефе отдельных очагов болотной растительности и др.;

- образование на поверхности бетонных конструкций волосяных трещин, нарушения защитного слоя бетона,
- появление в зонах пазов затворов, на бычках и устоях трещин раскрытия, локальные нарушения уплотнений затворов;
- локальные повреждения на участках подводящих каналов, рисбермы и др.

Средняя степень уязвимости

- наличие на гребне плотин и дамб поперечных трещин или продольных трещин значительной протяженности;
- наличие на откосах плотин и дамб локальных выпоров грунта, значительных размывов поверхностными водами;

размывы креплений откосов плотин из каменной наброски, нарушения бетонных креплений, сопровождающиеся разрушением уплотнений швов, смещением плит, образованием под плитами значительных пустот;

- нарушения работы дренажных устройств, сопровождающиеся скачкообразным изменением расходов и уровней воды, заиление дренажей;
- периодическое появление на низовых откосах, в нижнем бьефе и на контакте с бетонными сооружениями выходов фильтрационных вод;
- наличие на низовом откосе и в пойме нижнего бьефа значительных площадей с ходами землеройных животных и просадками грунта;
- неравномерные осадки и смещения бетонных сооружений, мостовых опор;
- образование пустот под облицовками каналов, рисбермы и пр.;
- превышение установленных сроков эксплуатации гидромеханического оборудования, основных и аварийно-ремонтных затворов и не создающие аварийной ситуации их неисправности (нарушения уплотнений и пр.) и систем защиты затворов от обледенения в зимний период.

Большая степень уязвимости:

- превышение ПДЗ контролируемых параметров состояния сооружения и основания (осадки и смещения, уровни воды в водохранилище или накопителе, положение депрессионной кривой в плотинах, дамбах и пр.), вызывающие аварийную ситуацию,

- наличие трещин закола, оползневых деформаций на гребне и откосах плотин и ограждающих дамб;
- превышение расчетных контролируемых расходов в дренажных системах, сопровождающиеся суффозионными явлениями;
- наличие на низовых откосах и у подошвы плотин и дамб сосредоточенных выходов фильтрационных вод (грифонов) или появление сосредоточенных токов мутной воды с выходом в нижний бьеф по контакту с бетонными сооружениями (устоями водосбросов, водоприемников, водопропускные трубы);
- разрушения элементов конструкций и сооружений (бетонных плотин, водосбросов, водоспусков, пульпопроводов и др.), повреждения гидромеханического оборудования, создающие аварийную ситуацию и др.;
- аварийное состояние водосбросных колодцев на накопителях промышленных отходов.

Показатель уязвимости 2

Степень уязвимости по показателю 2 устанавливается в соответствии с таблицей 8 на одном из 4-х уровней.

Экспертная оценка уязвимости ГТС в зависимости от организации его эксплуатации (уровня культуры эксплуатации) производится на основе анализа следующих основных факторов.

1. Укомплектованность штатов и квалификация персонала службы эксплуатации
2. Наличие необходимой документации и нормативно-методических материалов:

- правила использования водных ресурсов водохранилища;
- инструкция по эксплуатации ГТС с регламентацией должностных обязанностей обслуживающего персонала, схемы заполнения накопителя промышленных отходов, вопросов техники безопасности и охраны окружающей среды;
- инструкция по проведению контрольных наблюдений и материалы контроля состояния ГТС;

- ежегодные графики планово-предупредительных ремонтов сооружений, сетей и оборудования;
- материалы геотехнического контроля в процессе строительства, обобщенные материалы наблюдений в период эксплуатации (годовые отчеты, заключения и рекомендации специализированных организаций), а также материалы инспекторских проверок, обследований состояния ГТС, расследований аварий и повреждений, предписаний органов государственного надзора и авторского надзора.

3. Наличие, соответствие проекту и состояние КИА.
4. Регулярность контрольных наблюдений и комиссионных обследований состояния ГТС.
5. Уровень и регулярность технического обслуживания и ремонта оборудования (механизмов) и сооружений.
6. Соблюдение правил эксплуатации (режима наполнения и сработки водохранилища, маневрирования затворами, схема и интенсивность заполнения накопителя и др.).

Таблица 8

Степень уязвимости по показателю 2	**Код**	**Отличительные признаки**
1	*2*	3
Отсутствует	0	Полное соответствие требованиям безопасной эксплуатации по всем оцениваемым факторам
Малая	1	Незначительные отступления от требований безопасной эксплуатации
Средняя	2	Значительные нарушения требований безопасной эксплуатации
Большая	3	Грубые нарушения требований безопасной эксплуатации

Типичные примеры

Малая степень уязвимости

- временная недоукомплектованность штатов,
- частичный выход из строя и необходимость ремонта и замены КИА;
- выполнение не в полном объеме планово-предупредительных ремонтных работ в установленный срок и др.

Средняя степень уязвимости

- недоукомплектованность и недостаточный уровень квалификации персонала службы эксплуатации (на ГТС I, II классов отсутствие в штатах инженеров-гидротехников),
- недостаточный объем и нерегулярность проведения контрольных наблюдений;
- отсутствие в полном объеме или выход из строя большей части предусмотренной проектом КИА;
- задержки в проведении планово-предупредительных ремонтных работ, техническом обслуживании гидромеханического оборудования;
- эпизодические нарушения правил эксплуатации и др.

Большая степень уязвимости

- низкий уровень квалификации и недоукомплектованность штатов службы эксплуатации;
- отсутствие необходимой документации (инструкция по эксплуатации и др.);
- отсутствие предусмотренной проектом КИА и регулярных контрольных наблюдений за состоянием ГТС;
- систематические нарушения правил эксплуатации;
- значительные задержки в проведении планово-предупредительных ремонтных работ и др.

Показатель уязвимости 3

Экспертная оценка готовности объекта к локализации и ликвидации ЧС производится с учетом следующих основных факторов.

1. Наличие типовых решений по локализации и ликвидации аварийных ситуаций по возможным сценариям их развития на ГТС объекта, плана оперативных действий персонала при возникновении ЧС, плана эвакуации персонала и населения из зоны возможного затопления волной прорыва.
2. Наличие и укомплектованность аварийно-ремонтных и аварийно-спасательных бригад, регулярность их тренировок.
3. Оснащенность аварийно-ремонтных бригад и привлекаемых в случае необходимости для ликвидации ЧС формирований ГО инструментом, оборудованием и механизмами для выполнения аварийно-спасательных работ.
4. Наличие и достаточность аварийного запаса строительных материалов.
5. Состояние дорог, мостов и подъездов к ГТС в районе гидроузла и на его территории.
6. Наличие и состояние аварийных средств связи, системы оповещения.

Степень уязвимости ГТС по показателю 3 устанавливается на одном из 4-х уровней в соответствии с отличительными признаками, приведенными в таблице 9.

Таблица 9

Степень уязвимости по показателю 3	**Код**	**Отличительные признаки**
1	2	3
Отсутствует	0	Полное соответствие предъявляемым требованиям по всем оцениваемым факторам
Малая	1	Незначительные отступления от предъявляемых требований
Средняя	2	Значительные нарушения
Большая	3	Грубые нарушения

Типичные примеры

Малая степень уязвимости·

- недоукомплектованность или неполное оснащение аварийно-ремонтных бригад;
- плохое состояние дорог на объекте и др.

Средняя степень уязвимости:

- отсутствие на объекте достаточного количества оборудования и механизмов для экстренного проведения аварийно-восстановительных работ;
- отсутствие подъездов к резервам строительных материалов и ГТС; недостаточный объем аварийного запаса материалов;
- неустойчивое функционирование систем оповещения и др.

Большая степень уязвимости

- отсутствие или несоответствие плана ликвидации аварий реальным сценариям возможного развития аварийных ситуаций на объекте;
- отсутствие аварийного запаса материалов, средств и механизмов для выполнения аварийно-восстановительных и спасательных работ, неподготовленность персонала;
- разрушение мостов и подъездов к ГТС;
- отсутствие надежной системы оповещения, плана эвакуации персонала и населения из зоны ЧС и др.;
- не проводятся регулярно тренировки и проверки знаний дежурного персонала и невоенизированных формирований ГО, а также штабные тренировки по организации управлениями силами и средствами при локализации и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

Перечень факторов, характеризующих уязвимость ГТС по рассмотренным показателям уязвимости, может дополняться и корректироваться с учетом особенностей рассматриваемого сооружения.

Каждый их рассмотренных показателей уязвимости может проявляться независимо от других, а степень уязвимости ГТС зависит от их комплексного воздействия.

Интегральная количественная оценка уязвимости ГТС характеризуется коэффициентом уязвимости v_y, который также как коэффициент опасности λ, представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки на объекте по сочетанию показателей уязвимости.

Принятый за единицу коэффициент уязвимости v_y соответствует наиболее неблагоприятному сочетанию показателей уязвимости на объекте и характеризуется интегральным кодом 333.

Численные значения коэффициента уязвимости в зависимости от интегрального кода могут изменяться в диапазоне $0 < v_y \leq 1$.

В результате экспертной оценки значимости показателей уязвимости ГТС получены значения коэффициентов, которые приведены в таблице 10.

Таблица 10

№№ п./п.	Показатели уязвимости	Степень (уровни) уязвимости по показателю	Код	Коэффициент значимости показателя уязвимости φ_i
1	2	3	4	5
1.	Состояние ГТС по данным инструментальных и визуальных наблюдений	Отсутствует	0	0,5
		Малая	1	
		Средняя	2	
		Большая	3	
3.	Организация эксплуатации ГТС (соблюдение требований безопасной эксплуатации)	Отсутствует	0	0,3
		Малая	1	
		Средняя	2	
		Большая	3	
4.	Готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС	Отсутствует	0	0,2
		Малая	1	
		Средняя	2	
		Большая	3	

Оценка коэффициентов уязвимости v_y выполнена по формуле:

$$v_y = \sum_{i=1}^{3} \varphi_i \cdot a_i \cdot v_0 , (2)$$

где:

φ_i — коэффициент значимости i-го показателя уязвимости;

a_i — значение кода i -ого показателя уязвимости;

v_0 — нормирующий множитель.

Результаты расчетов приведены в таблице 11.

Таблица 11

Значения коэффициентов уязвимости

Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3	Код	v_3
000	0,0	010	0,099	020	0,201	030	0,300	100	0,168	110	0,267	120	0,366	130	
001	0,066	011	0,168	021	0,267	031	0,366	101	0,234	111	0,333	121	0,432	131	0,534
002	0,132	012	0,234	022	0,333	032	0,432	102	0,300	112	0,399	122	0,501	132	0,600
003	0,201	013	0,300	023	0,339	033	0,501	103	0,366	113	0,468	123	0,567	133	0,666
200	0,333	210	0,432	220	0,534	230	0,633	300	0,501	310	0,600	320	0,699	330	0,801
201	0,399	211	0,501	221	0,600	231	0,699	301	0,567	311	0,666	321	0,768	331	0,867
202	0,468	212	0,567	222	0,666	232	0,768	302	0,633	312	0,732	322	0,834	332	0,933
203	0,534	213	0,633	223	0,732	233	0,834	303	0,699	313	0,801	323	0,900	333	1,00

IV. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РИСКА АВАРИИ ГТС

Оценка риска аварии производится на основании экспертного анализа степени опасности аварии и степени уязвимости ГТС. Степень риска аварии оценивается по принципу пересечения этих событий и количественно выражается коэффициентом риска аварии:

$$R_a = \lambda \cdot \nu_y \text{ , (3)}$$

где λ — коэффициент опасности аварии.

ν_y — коэффициент уязвимости аварии ГТС.

Физический смысл коэффициента R_a состоит в том, что он представляет собой долю от риска, который имеет место на ГТС при наиболее неблагоприятных сочетаниях показателей опасности (код 3334, λ =1) и уязвимости (код 333, ν_y = 1).

Степень риска аварии оценивается по величине коэффициента риска аварии R_a в соответствии с данными таблицы 12 .

Таблица 12

Степень риска аварии	R_a
Малая (нормальный уровень безопасности)	Не более 0,15
Умеренная (пониженный уровень безопасности)	Свыше 0,15, но не более 0,3
Большая (неудовлетворительный уровень безопасности)	Свыше 0,3, но не более 0,5
Аварийная ситуация (опасный уровень)	Свыше 0,5

Диапазоны изменения коэффициента R_a в таблице 12 назначены таким образом, чтобы была возможность практически увязать степень риска аварии с качественными характеристиками уровня безопасности, регламентированными «Инструкцией о ведении Российского регистра гидротехнических сооружений», утвержденной Министерством природных ресурсов Российской Федерации, Министерством топлива и энергетики Российской Федерации, Министерством транспорта Российской Федерации, Федеральным горным и промышленным надзором России 12 июля 1999 г. №№ 144, К-3357, К-14/367-ис, 01/229а, зарегистрированной в Минюсте РФ 5 августа 1999 г. Регистрационный номер № 1858

В области значений $R_a \leq 0,15$ (малая степень риска аварии) уровень безопасности ГТС оценивается как ***нормальный***.

Сооружение удовлетворяет всем проектным требованиям по назначению и конструктивной надежности, а также современным нормативным требованиям; эксплуатация осуществляется в соответствии с действующими законодательными актами, нормами и правилами.

Дальнейшая эксплуатация сооружений и оборудования возможна без проведения каких-либо технических или организационных мероприятий по повышению безопасности при обеспечении мониторинга безопасности и своевременном выполнении плановых ремонтно-профилактических работ.

В области значений $0,15 < R_a \leq 0,30$ (умеренная степень риска аварии) уровень безопасности ГТС оценивается как ***пониженный.***

Имеются те или иные отклонения от правил безопасной эксплуатации, не устраненные своевременно в ходе плановых мероприятий по обеспечению нормального уровня безопасности, которые, однако, не препятствуют возможности выполнения сооружением заданных эксплуатационных функций.

Дальнейшая безопасная эксплуатация сооружения в проектном режиме возможна при обязательном выполнении в согласованные (установленные) органами государственного надзора сроки мероприятий по повышению уровня безопасности, конкретный перечень которых вытекает из анализа факторов, обусловливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

При большой степени риска аварии ($0,30 < R_a \leq 0,50$) уровень безопасности ГТС оценивается как ***неудовлетворительный.***

Имеются отклонения от проектного состояния и нарушения правил безопасной эксплуатации, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации.

Дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме недопустима без проведения в установленные органами государственного надзора сроки тех или иных технических (вплоть до капитального ремонта, замены оборудования и др.) и организационных мероприятий по снижению риска аварии и восстановлению нормального уровня безопасности на основе анализа факторов, обусловливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

К проведению такого анализа и разработке мероприятий по повышению уровня безопасности, как правило, должны привлекаться специализированные научно-

исследовательские и проектные организации; в случае необходимости по специальным программам предусматриваются полевые исследования физико-механических характеристик грунтовых материалов, бетонных конструкций и др., проводится дополнительное расчетное обоснование прочности и устойчивости сооружений и конструкций, корректируются ПДЗ контролируемых параметров состояния и пр.

Значения коэффициента риска аварии $R_a > 0{,}50$ свидетельствуют о возникновении аварийной ситуации, уровень безопасности ГТС оценивается как ***опасный.***

Дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме по условиям риска аварии недопустима и должна осуществляться в соответствии с требованиями «Положения об эксплуатации гидротехнического сооружения и обеспечения безопасности гидротехнического сооружения, разрешение на строительство и эксплуатацию которого аннулировано, а также гидротехнического сооружения, подлежащего консервации, ликвидации либо не имеющего собственника», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 27 февраля 1999 г. № 237. Необходимо незамедлительно информировать органы государственного надзора и в соответствии с полученным предписанием ввести ограничения на режим эксплуатации (снижение уровня верхнего бьефа и др.), разработать и утвердить временные правила эксплуатации.

Мероприятия по восстановлению нормального уровня безопасности должны выполняться на основании анализа факторов, обусловливающих возникновение аварийной ситуации, с обязательным привлечением специализированных организаций. После проведения необходимых мероприятий перевод сооружений вновь в проектный режим эксплуатации должен быть согласован с органами государственного надзора за безопасностью ГТС.

Если при оценке риска аварии ГТС, вне зависимости от конечной величины R_a , установлены максимальные значения тех или иных показателей опасности и уязвимости с кодом 3 (кроме показателя опасности, характеризующего возможные последствия и ущерб при аварии ГТС), собственник (эксплуатирующая организация) обязан информировать об этом органы государственного надзора за безопасностью ГТС и принять меры по устранению причин, вызывающих повышенную опасность или уязвимость сооружения по конкретному показателю в сроки, установленные соответствующим предписанием органов государственного надзора.

V. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РИСКА АВАРИЙ ГТС

1. Плотина из грунтовых материалов

Интегральная оценка опасности аварии плотины проводится в соответствии с рекомендациями главы 2 по форме, представленной в таблице 13.

Таблица 13

Показатель опасности	Степень опасности	Код	Отличительные признаки, на основании которых экспертом установлена степень (уровень) опасности по рассматриваемому показателю опасности
1	2	3	4
1	Большая	3	Ввиду изменения нормативной сейсмичности района расположения плотины с 8 баллов (принято при проектировании) до 9 баллов возможно превышение расчетного сейсмического воздействия, разрушение плотины и прорыв напорного фронта
2	Малая	1	В проекте имеются лишь незначительные отклонения от современных нормативных требований по всем оцениваемым факторам (помимо природных нагрузок и воздействий)
3	Малая	1	Установлены лишь такие отклонения от проекта, которые не могут повлиять на нормальную работу плотины: - вместо бетонного монолитного крепления верхового откоса выполнено железобетонное сборное крепление; — низовой откос выполнен без промежуточной бермы при сохранении среднего расчетного заложения.
4	*Средняя*	2	В расчетной зоне затопления волной прорыва возможно возникновение ЧС местного масштаба (зона затопления не выходит за пределы района, в котором расположена плотина); могут быть нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, возможный материальный ущерб не превышает 5000 МРОТ

Интегральный код показателей опасности в соответствии с данными таблицы 13 составляет 3112.

Коэффициент опасности λ определяется согласно установленному коду по таблице 6: $\lambda = 0{,}529$.

Интегральная оценка уязвимости плотины производится аналогично оценке опасности в табличной форме (см. таблицу 14).

Таблица 14

Показатель уязвимости	**Степень уязвимости**	**Код**	**Отличительные признаки, на основании которых экспертом установлена степень (уровень) уязвимости по рассматриваемому показателю уязвимости**
1	2	3	4
1	Малая	1	Имеются локальные нарушения бетонного крепления верхового откоса, которые предусмотрено устранить в ходе плановых ремонтных работ.
2	Малая	1	Установленные в последнем акте обследования состояния плотины планово-предупредительные ремонтные работы выполнены в срок не в полном объеме: не завершен ремонт швов бетонного крепления верхового откоса на участке ПК 2+20 – ПК 3+50.
3	Большая	3	На объекте отсутствует локальная система оповещения и аварийный запас строительных материалов.

В соответствии с данными таблицы 14 интегральный код показателей уязвимости 113; коэффициент уязвимости определяется по таблице 11: $v_y = 0{,}468$. Таким образом, согласно выражению (3) коэффициент риска аварии $\mathbf{R_a} = 0{,}247$, и риск аварии в соответствии с данными таблицы 12 оценивается как умеренный.

3. Бетонный водосброс

Интегральные оценки опасности аварии и уязвимости водосброса представлены соответственно в таблицах № 15,16.

Таблица 15.

Показатель опасности	Степень опасности	Код	Отличительные признаки
1	2	3	4
1	Малая	1	Не предполагается превышения принятых при расчетном обосновании сооружения природных нагрузок и воздействий
2	Средняя	2	Недостаточный объем инженерно-геологических изысканий; проектом не предусмотрена установка КИА
3	Средняя	2	Не соответствуют проекту плотность и качество грунтов засыпки пазух водосброса. В ходе эксплуатации повышен класс капитальности с III до II без проработки необходимых аспектов соответствия сооружения новому статусу
4	Очень большая	4	Возможна ЧС с числом пострадавших более 50 человек и нарушением жизнедеятельности свыше 500 человек

Интегральный код показателей опасности составит 1224, что соответствует коэффициенту опасности $\lambda = 0,773$.

Таблица 16

Показатель уязвимости	Степень уязвимости	Код	Отличительные признаки
1	2	3	4
1	Средняя	2	В месте сопряжения плотины с подводящим каналом обнаружена полость размером 0,5 х 0,5 м с фильтрационным ходом в тело плотины; в месте сопряжения бетонного левобережного устоя с земляной плотиной в районе ремонтных шандор обнаружены два провала размером 1,0 х 1,0 м глубиной 0,5 м. На правобережном береговом устое наблюдались небольшие разрушения бетона — каверны, трещины, фильтрация воды через бетон; полностью разрушены уплотнения затворов, на быстротоке и в водобойном колодце обнаружены места разрушения бетона с обнажением арматуры, трещины, повреждения железобетонный плит крепления водоотводящего канала, в районе быстротока и водобойного колодца из засыпки пазух отмечается фильтрация, гидромеханическое оборудование выработало свой ресурс.
2	Большая	3	Низкий уровень квалификации и недоукомплектованность штатов (нет специалистов-гидротехников), отсутствует инструкция по эксплуатации.
3	Большая	3	Отсутствует план ликвидации аварий и необходимый аварийный запас материалов для выполнения аварийно-восстановительных работ; неподготовленность персонала к локализации и ликвидации аварии

Таким образом, интегральный код показателя уязвимости по таблице 16 составляет 233 Коэффициент уязвимости v_y в соответствии с табл. 11 составляет 0,834.

Коэффициент риска аварии (формула 3) равен:

$\mathbf{R_a} = 0{,}773 \cdot 0{,}834 = 0{,}664$

Согласно таблице 12 степень риска аварии для рассматриваемого водосброса принимается как «критическая ситуация».

ЛИТЕРАТУРА

РАГОЗИН А. Л. Теория и практика оценки геологических рисков. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. М., 1997.

КОФФ Г. Л., ГУСЕВ А. А., ВОРОБЬЕВ Ю. Л., КОЗМЕНКО С. Н. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М. Изд-во РЭФИА. 1997.

Д А Р / В О Д Г Е О

119992, Москва ГСП-2,
Комсомольский пр , 42,
строение 2, ком. 71
Тел /FAX 245-9562, 2459781,
2459786, 5220802, 5221298

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ
(ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО)

Генеральный директор, доктор технических наук, профессор КУРАНОВ Николай Петрович
E-mail vodgdar(@ropnet ru, dar vodgeo(@relcom ru, http //www ropnet ru/darvodg/

Фирма "ДАР/ВОДГЕО" при ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО существует с 1993 г. (Гос. регистрационный №1403), имеет опыт работы во всех регионах России, странах СНГ, в ряде стран дальнего зарубежья.

Мы владеем:

1. *М*етодами оценки воздействия техногенных источников загрязнения (накопителей промышленных отходов, полигонов ТБО, нефтеперерабатывающих заводов и др) на подземные и поверхностные воды, включая оценку риска и ущерба, технологиями защиты подземных и поверхностных вод от загрязнения, в том числе и уникальным опытом проектирования сооружений по ликвидации подземных линз нефтепродуктов
2. *Т*ехнологиями и оборудованием для очистки природных и сточных вод, в том числе технологиями очистки бурильных растворов и подготовки воды для ее закачки в пласт
3. *С*овременными, на уровне мировых стандартов, технологиями обоснования проектирования защитных сооружений от подтопления и других опасных геологических процессов, включая оценку эффективности различных видов дренажей и реконструкции и строительства ливневои канализации, водонесущих коммуникаций, оценку ущерба от подтопления территорий населенных пунктов и др
4. *О*ригинальной технологиеи утилизации осадков сточных вод и содержащих нефтепродукты шламов
5. *Т*ехнологиями построения специализированных карт для оценки экологического состояния территорий и реализации мероприятии по их реабилитации
6. *М*етодами расчета производительности водозаборов подземных вод, работающих в сложных гидрогеологических условиях
7. *М*етодами прогноза изменения качества подземных вод на водозаборных сооружениях, методами расчета миграции загрязнений в водоносных горизонтах
8. *М*етодикой и методами расчета размеров зон санитарной охраны водозаборов подземных вод
9. *С*овременными экологически чистыми технологиями восстановления производительности водозаборных скважин
10. *Т*ехнологиями обезжелезивания подземных вод в пласте и стабилизации очищенной воды

За разработку, испытание и внедрение универсальной технологии защиты от подтопления и загрязнения урбанизированных территорий присуждена премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники 1997 г.

По всем перечисленным видам работ мы готовы выступить Генподрядчиком на проведение полного комплекса работ со сдачей объекта «под ключ».

Наши разработки за последние 3–4 года:

Обоснование, проектирование, защита от подтопления и загрязнения грунтовых вод комплекса объектов в г. Москве и Московской области:

*Т*еатральная площадь и здания Большого и Малого театров,

*К*омплекс сооружений «Москва-Сити»,

*М*ногофункциональный городской центр по ул Б Грузинская,

*К*орейско-Российский торговый центр на Мичуринском проспекте,

*З*дание Генеральной прокуратуры России,

*А*дминистративно-научный корпус ВЗФИ,

*Н*ефтемаслозавод,

*З*авод по переработке отходов ТБО в Ногинском районе,

*П*олигон по складированию ТБО в Солнечногорском районе,

*Р*екультивация полигона промышленных и бытовых отходов «Щербинка»,

*К*ладбище в Ногинском районе,

*Т*ерритория Московского зоопарка,

*Г*ородок ОМОНа в Строгино,

*А*куловский гидроузел и др

Обоснование, проектирование, защита от подтопления и загрязнения подземных и поверхностных вод территорий и объектов Волжского бассейна

г *Астрахань* (ТЭО по инженерной защите города, инженерная защита от подтопления территории АГК и рек Ахтуба и Берекет от загрязнения)

Каспийский трубопроводный консорциум–КТК (рекультивация почв и грунтов в зоне влияния объектов нефтепроводной системы КТК на территории Астраханской области)

г *Саратов* (ТЭО по инженерной защите города от подтопления, ТЭО по инженерной защите от оползневых *процессов, Федеральная целевая программа инженерной защиты от опасных геологических и техногенных* процессов Проектирование и строительство системы инженерной защиты микрорайона в Кировском и Волжском районах, Музея Радищева и др , Инженерная защита поверхностных водотоков от загрязнений с территории Саратовского НПЗ и Энгельсских складов ГСМ)

г *Новокуибышевск* (инженерная защита поверхностных водотоков от загрязнения нефтепродуктами, поступающими с территории НКНПЗ)

г *Тольятти* (система инженерной защиты, прогнозирование качества дренажных вод территории АО «АвтоВАЗ», комплекс исследований по безопасной эксплуатации зданий и сооружений в условиях подтопления и загрязнения грунтовых вод на промплощадке ВАЗа и др)

В рамках Федеральной целевой программы "Возрождение Волги" выполнен комплекс исследований по обоснованию Первоочередных мероприятий по инженерной защите городов Поволжья

Кроме того, выполнены или выполняются следующие работы:

*О*боснование, проектирование, защита от подтопления и загрязнения территорий, объектов и водозаборов в г г Атырау (Гурьев), Рязань, Новочеркасск, Омск, Магнитогорск, Ярославль, Ульяновск

*Р*азработка региональных программ обеспечения питьевой водой населения Оренбургской и Вологодской областей

*С*истемы очистки и повторного использования промстоков, обезвоживания и сушки осадка на предприятиях г г Орска, Астрахани, Луганска, Ярославля , Серпухова и др

*С*истемы автоматизации линии обезвреживания хромсодержащих стоков на ПО "Ижмаш" и "Корвет" (г Курган)

*П*о инженерной защите и очистке дождевого стока в жилых микрорайонах г Саратова, дренажного стока саратовского НПЗ, Тульской нефтебазы,

*П*о разработке ГИС «ВАЗ»,

*П*о наладке очистных сооружений предприятий г Астрахани, Ярославля, Рязани,

*П*о проектированию систем очистки питьевой воды в г г Ноябрьске, Нижневартовске,

*П*о составлению проектов лимитов размещения отходов, томов ПДВ и ПДС, деклараций безопасности различных предприятий

В настоящее время ведутся работы по более чем пятидесяти объектам, в том числе в Тунисе, предпроектные проработки – в Нигерии и Аргентине.

Применяемые в фирме компьютерные технологии базируются на программных средствах, представленных в таблице

Название	*Назначение*	*Разработчики*
MODFLOW	Моделирование трехмерной фильтрации	Геологическая служба США
MT3D	Моделирование трехмерного массопереноса и массообмена	Popadopulas Corp , США
PEST	Автоматическая калибровка моделей, выбор оптимальных параметров	Watermark, Австралия
Lens2	Программа для MODFLOW позволяет моделировать образования техногенных линз, залегающих на слабопроницаемых слоях со сложным рельефом	НИИ ВОДГЕО
Lens-OIL	Моделирование совместного течения двух несмешивающихся жидкостей разной плотности (вода-нефтепродукты)	НИИ ВОДГЕО
RO	Моделирование фильтрации, массопереноса и массообмена перемешивающихся жидкостей разной плотности	НИИ ВОДГЕО
ZONE	Расчет зон санитарной охраны подземных вод	НИИ ВОДГЕО
MapInfo	Геоинформационная система (ГИС), предназначенная для построения карт и создания географических баз данных	MapInto Corp , США
Access	База данных	Microsoft Corp , США

Помимо программ, указанных в таблице, мы занимаемся разработкой специализированного программного обеспечения под системы MS DOS и WINDOWS-95, 98

Сотрудники фирмы принимали участие в составлении ряда действующих нормативных документов и справочников, в частности

1. СНиП 2 06 15-85 Инженерная защита территории от затопления и подтопления
2. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях Справочное пособие к СНиП 2 06 15-85 Стройиздат, М , 1991
3. СНиП 2 04 02-84 Водоснабжение Наружные сети и сооружения
4. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2 04 02-84) Стройиздат, М , 1989
5. Инженерное оборудование зданий и сооружений Энциклопедия/Гл редактор С В Яковлев - М Стройиздат, 1994 - 512с ил.

ФИЛИАЛЫ

г. Астрахань

414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 43, к. 208
Директор КУРАНОВ Сергей Геннадьевич,
Тел/факс: (8512)25-2677, Тел. (8512)25-2723, E-mail dar_astr@astranet ru

г. Тольятти

Тольятти, ул. Белорусская, 6
Директор ЛЕВЕРТОВ Игорь Акивович, Тел/факс: (8482)234581

Представительства

г. Саратов

410026 Саратов, ул. Б. Садовая, 158, к. 324
Директор ЧУНОСОВ Дмитрий Валерьевич
Тел/факс: (8452)521058, E-mail sardar@overta ru

г. Тверь

Директор ШУЛЬГИН Владимир Денисович
Тел/факс: (0822)295040

gost.e-ecolog.ru