СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Методика

ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ОАО «НИИЭС»
Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»
(ОАО «НИИЭС»)

СТП НИИЭС

СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ОАО «НИИЭС»
Москва 2004

СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Введен впервые

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений

Утвержден и введен в действие Приказом №14 от 1 июня 2004 г.
Срок действия стандарта — 31.12.2008 г.

Дата введения 1 июня 2004 г.

Настоящий стандарт разработан впервые и устанавливает порядок, методику, терминологию применительно к оценке уровня безопасности гидротехнических сооружений различных типов и классов в период эксплуатации, а также позволяет в детерминированной форме оценить уровень риска аварии гидротехнического сооружения

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений. Стандарт предприятия. /Под ред. И.Н. Иващенко. М.: ОАО «НИИЭС», 2004. — 24 с.

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений разработана в ОАО «НИИЭС» в соответствии с требованиями Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» на основе рекомендаций Международной комиссии по большим плотинам (СИГБ) и практических разработок, выполненных сотрудниками Центра безопасности и натурных наблюдений сооружений электростанций в последние годы.

В Методике установлен порядок, сформулирована терминология и основные методические положения оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений различных типов и классов в период эксплуатации.

Методика предназначена для эксплуатационного персонала предприятий топливно-энергетического комплекса РФ, в ведении, собственности или эксплуатации которых имеются гидротехнические сооружения, научно-исследовательских и проектных организаций, экспертных центров, органов Госэнргонадзора, Госгортехнадзора, Министерства транспорта, Министерства природных ресурсов, Министерства по чрезвычайным ситуациям России, осуществляющих надзор за безопасностью гидротехнических сооружений, а также страховых компаний.

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений распространяется на все виды гидротехнических сооружений.

Научный руководитель разработки — д.т.н. Иващенко И.Н.

В разработке методики приняли участие сотрудники инженеры Блинов И.Ф., Лавров Б.А., Комельков Л.В., к.т.н. Лобач А.А., к.т.н. Дидович М.Я., к.т.н. Желанкин В.Г., к.т.н. Чернилов А.Г., а также сотрудники НТЦ Энергонадзора Минэнерго России (инж. Радкевич Д.Б., инж. Зайцев Н.Н.

Методика дополнена предложениями поступившими от ведущего инженера гидроцеха ОАО «Воткинская ГЭС» Фисенко В.Ф., коллектива авторов ОАО «Институт Гидропроект» и других организаций.

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений утверждена приказом в качестве стандарта предприятия.

Срок действия стандарта — 31.12.2008 г.

ОАО «НИИЭС», 125362, Москва, а/я 393, Строительный проезд, д. 7а
Телефон: 493 51 32 Факс: (095) 363 56 51
e-mail: obnnivasch@mtu-net ru.
©ОАО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений», 2004
© Иващенко И.Н., 2004.

Содержание

Введение 5
1. Термины и определения 5
2. Общие положения методики 6
3. Структура факторов безопасности гидротехнических сооружений . 10
4. Таблицы для ранжированной оценки факторов безопасности и уровня безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений 17
Литература .....
Приложение А. Определение приоритетности и количественных значений факторов безопасности на основе применения метода попарных сравнений 20
22

ВВЕДЕНИЕ

Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений предназначена для детерминированной оценки возможного риска аварий и состояния гидротехнических сооружений в период эксплуатации и может применяться при составлении деклараций безопасности ГТС, а также при проведении обследований ГТС.

Методика разрабатывалась на основе Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] с учетом ряда нормативных документов [3,4] , а также рекомендаций Международной комиссии по большим плотинам (СИГБ) [5] и была апробирована в ходе декларирования безопасности на многих гидроузлах, работающих в системе РАО «ЕЭС России» в период с 1998 -2003 гг.

Основной целью создания методики было обеспечение оперативности и воспроизводимости получаемых оценок уровня безопасности, а также учета количественных и качественных факторов при проведении анализа состояния эксплуатируемого сооружения.

Все учитываемые факторы безопасности разделены на 9 групп. Первые 6 групп характеризуют состояние эксплуатируемого гидротехнического сооружения, а последние 3 группы характеризуют значимость ущерба от возникновения возможной аварии. Таким образом, уровень безопасности сооружения определяется в зависимости от факторов, оказывающих наибольшее влияние на возникновение и последствия возможной аварии гидротехнического сооружения.

Авторы методики выражают благодарность всем оказавшим помощь по разработке «Методики» и будут признательны за любые предложения и замечания.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] определены следующие понятия, имеющие непосредственное отношение к данной «Методике»:

Чрезвычайная ситуация [1] — обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или ущерб окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Безопасность гидротехнических сооружений [1] — свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечить защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйствующих субъектов.

1.2. В «Методике» используются также следующие понятия:

Авария гидротехнического сооружения (далее ГТС) — разрушение или повреждение ГТС, вызванное непредвиденными (не предусмотренными проектом и правилами безопасности) ситуациями и сопровождаемое неконтролируемым сбросом воды или жидких стоков из хранилища.

Уровень безопасности ГТС — детерминированный показатель, в обобщенной форме определяющий степень отклонения состояния эксплуатируемого сооружения от положений проекта и требований действующих нормативов.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ

2.1. В случае оценки риска аварии или текущего состояния эксплуатируемых сооружений при отсутствии необходимых исходных данных для проведения расчетов прочности, устойчивости или вероятностных расчетов риска возможной аварии, а также сложности учета качественных факторов, оказывающих значительное влияние на безопасность сооружения, следует оценить уровень безопасности ГТС в детерминированной форме, используя данную методику. Для эксплуатируемого ГТС детерминированные оценки уровня безопасности определяют текущее состояние сооружения и могут использоваться для уточнения окончательного значения уровня риска аварии. Оценки уровня безопасности ранжируются в диапазоне значений от «нормального» до «недопустимого».

2.2. Оценку уровня безопасности в детерминированной форме следует проводить для эксплуатируемых гидротехнических объектов и отдельных гидротехнических сооружений с использованием всей доступной количественной и качественной информации. Количественная оценка уровня безопасности является формализованным и оперативным способом оценки, позволяющим учесть в едином показателе влияние большого числа качественных и количественных факторов, имеющих не только разную природу и значимость, но и разные масштабы [2].

2.2.1. Рекомендуемый перечень факторов безопасности представлен в виде иерархической структуры на рис. 1. Эта структура факторов безопасности, также как перечень факторов и степень детализации их структуры может уточняться с учетом особенностей эксплуатируемого ГТС.

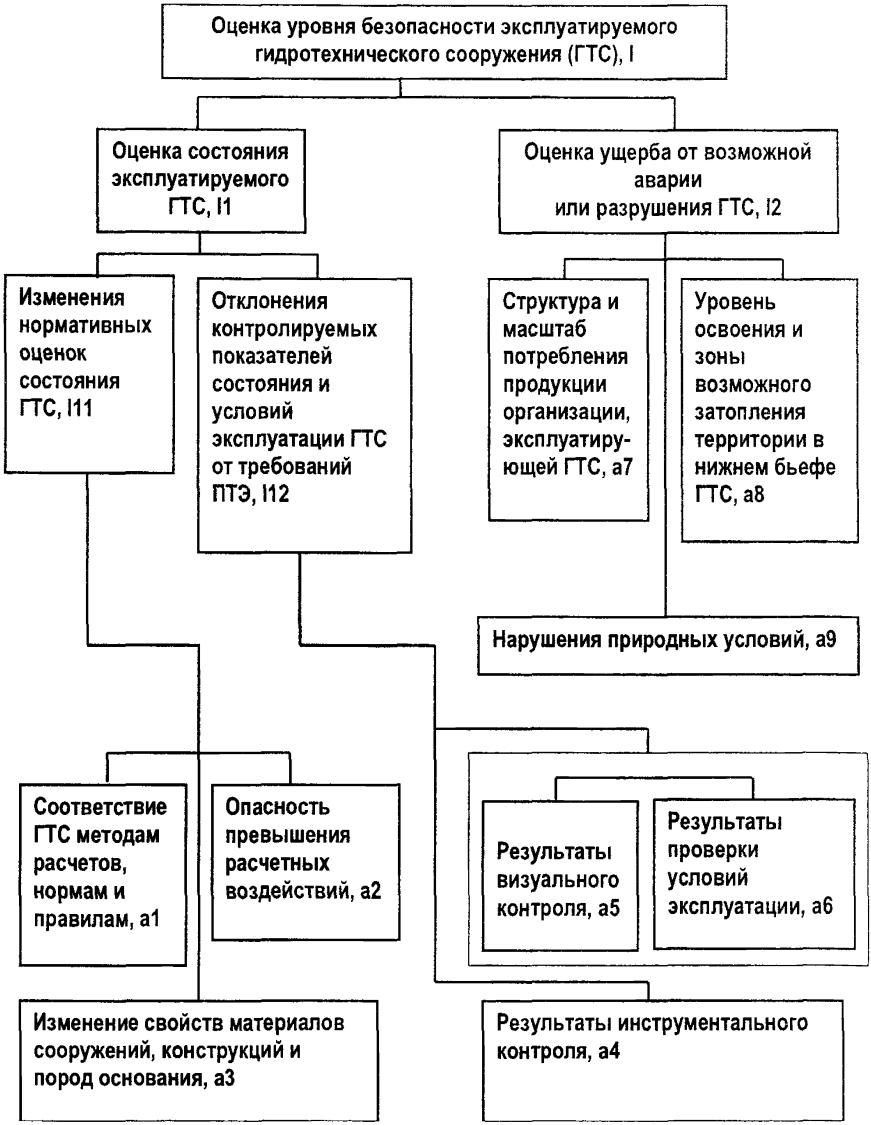


Рис. 1. Структура факторов безопасности и схема оценки их влияния на безопасность эксплуатируемых ГТС.

2.2.2. Приведение факторов к единому масштабу (ранжирование) осуществляется на основе единой непрерывной шкалы, значения которой изменяются от 0 до 6. Итоговая оценка уровня безопасности представляется в том же масштабе. Ранжирование качественных значений отдельных факторов, как и уровня безопасности I для сооружения в целом, осуществляется на основе таблиц Раздела 4.

2.2.3. После процедуры ранжирования факторов безопасности следует уточнить их количественные оценки с учетом приоритета факторов для данного сценария аварии на основе какого-либо из известных методов обработки экспертных оценок (например, на основе метода попарных сравнений факторов, представленного в Приложении А).

2.2.4. Оценка уровня безопасности гидротехнического сооружения включает следующие этапы:

определение «сценариев» возможных аварий;

определение факторов безопасности, соответствующих выбранным «сценариям»;

построение иерархической структуры факторов безопасности;

учет взаимовлияния факторов безопасности;

оценку уровня безопасности ГТС в целом.

Нормальное состояние сооружения и условий эксплуатации определяется количественными значениями итоговой оценки уровня безопасности от 0 до 3. В ряде случаев количественные значения факторов не могут быть установлены ниже трех, а именно:

для факторов группы a1:

величины коэффициентов устойчивости и прочности ГТС ниже нормальных;

заложения откосов напорных грунтовых сооружений меньше установленных в проекте;

при изменении класса ответственности сооружения коэффициенты запаса устойчивости и прочности становятся меньше нормативных значений,

для факторов группы a2:

увеличение расчетных максимальных расходов воды, превышающих пропускную способность водосбросов;

превышение расчетных сейсмических и статических воздействий, которые приводят к снижению коэффициентов запаса устойчивости и прочности ниже нормативных,

для факторов группы a4, a5:

превышение диагностическими показателями состояния установленных критериев безопасности уровня К1[3];

при превышении уровня К2 количественное значение фактора безопасности не может быть ниже 4-ех,

для факторов группы а6:

неудовлетворительные условия эксплуатации гидромеханического и подъемного оборудования, основных затворов паводковых водосбросов;

отсутствие плана противоаварийных мероприятий;

грубые отступления от проектных режимов эксплуатации и ПТЭ (например, превышение ФПУ, не предусмотренное проектом; эксплуатация ГТС с превышением нормативных нагрузок и режимов).

2.2.5. Количественную оценку факторов безопасности более высокого уровня (и в том числе оценку уровня безопасности I) следует осуществлять с учетом взаимовлияния различных (приведенных к единому масштабу) факторов безопасности более низкого уровня. Такой учет необходимо выполнять в соответствии с иерархической структурой факторов, представленной на рисунке 1, на каждом уровне иерархии. При этом используются следующие формулы:

$$I = (I_{max} + q) - \prod_{i}^{n} [(I_{max} + q) - I_i] / [(I_{max} + q) - I_{min}]^{n-1}, \qquad (2.1)$$

$$I = \max I_i \ (i = 1, 2, \ldots, n \qquad (2.2)$$

$$I = \left(\sum_{1}^{n} I_i \right) / n, \qquad (2.3)$$

где: I_i — значения факторов безопасности одного иерархического уровня; I_{max}, I_{min} — максимальное и минимальное количественные значения интервала в таблице 4.1 (раздел 4), в который попадают качественные оценки факторов; q — величина, вводимая на экспертной основе, которую следует принимать $q = 0{,}1$; П — знак произведения.

2.2.6. Итоговая количественная и качественная оценка безопасности сооружений производится в соответствии с таблицей 4.4 .

2.2.7. При вычислениях по формулам (2.1), (2.2) и (2.3) оценку на каждом уровне иерархии следует осуществлять по факторам, попавшим в интервал (поддиапазон) количественной шкалы, который соответствует наиболее опасному состоянию сооружения. Вычисления ведутся в следующем порядке:

1) среди факторов, находящихся на одном уровне иерархии, выбираются те факторы, которые имеют наиболее «опасные» качественные значения (таблицы Раздела 4);

2) для независимых факторов (из числа выбранных по п. 1) выполняются вычисления по формуле (2.1);

3) для факторов, которые не могут считаться независимыми, применяется формула (2.2);

4) осреднение оценок по формуле (2.3) применяется главным образом на самых низких уровнях иерархии, например в случае оценки отклонения показателей состояния ГТС от требований ПТЭ (группа факторов I) по датчикам, установленным в локальной зоне контроля.

2.2.8. После завершения расчетов для всех уровней иерархии (рис. 1) и определения уровня безопасности ГТС в целом следует:

выполнить анализ вклада отдельных факторов и групп факторов;

в случае необходимости внести коррективы в набор учитываемых факторов, их иерархию, ранжирование, оценку факторов низших уровней иерархии, выбор расчетных формул;

повторить процедуру оценки уровня безопасности с использованием уточненных исходных данных и локальных характеристик безопасности;

сформулировать (в случае необходимости) выводы о причинах низкого уровня безопасности, необходимые для разработки мер организационно-технического характера по предотвращению аварий и разрушения эксплуатируемого гидротехнического сооружения.

2.2.9. В общем случае вычисление значения фактора «Оценка состояния эксплуатируемого ГТС» следует выполнять на основе оценок этого фактора, полученных для различных «сценариев» аварий или разрушения. При этом итоговая оценка вычисляется по формуле (2.1).

3. СТРУКТУРА ФАКТОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. Рекомендуемый для использования при обследованиях и оценке уровня безопасности ГТС перечень факторов безопасности представлен в виде иерархической структуры на рис. 1.

3.2. По аналогии с классической схемой оценки риска при оценке уровня безопасности I эксплуатируемого ГТС следует учитывать две основные группы факторов безопасности, характеризующих:

состояние эксплуатируемого ГТС (фактор I1);

ущерб от возможной аварии или разрушения ГТС (фактор I2).

3.3. Оценка состояния эксплуатируемого ГТС зависит от изменения оценок состояния сооружения I1.1, выполненных в соответствии с требованиями действующих норм (по сравнению с нормативными оценками, положенными в основу первоначального проекта), а также от отклонений контролируемых показателей состояния и условий эксплуатации сооружения I1.2 от требований правил технической эксплуатации (ПТЭ).

3.4. Оценку состояния эксплуатируемых гидротехнических сооружений (фактор I1) необходимо выполнять с учетом следующих количественных и качественных показателей:

a1 — *соответствия конструктивно-компоновочных решений и условий эксплуатации положениям действующих норм и правил, а также современным методам расчетов и методам оценки состояния гидротехнических сооружений;* указанное соответствие определяется влиянием показателей более низкого уровня иерархии:

a1.1 — изменениями положений норм, методов расчета и методов оценки состояния сооружений, а также изменениями нормативных требований к уровню безопасности сооружений в связи с хозяйственным освоением территорий в нижнем бьефе и повышением ответственности сооружений напорного фронта (оценивается с учетом показателей a7, a8, a9);

a1.2 — изменениями принятых в проекте конструктивно-компоновочных решений (как согласованных, так и несогласованных с проектной организацией);

a1.3 — изменениями условий работы гидроузла (работа в составе каскада, особенности комплексного использования гидроузла, организация транспортных потоков и т.д.);

a1.4 — наличием ошибок, допущенных в процессе строительства и эксплуатации, и других факторов (кроме природных воздействий), неучтенных в первоначальном проекте.

Кроме того, для ГТС тепловых станций:

a1.5 — повышением класса капитальности шлакозолоотвала (в связи с увеличением высоты ограждающей дамбы сверх ранее установленной для данного класса капитальности, увеличением выхода шлакозоломатериалов, повышением степени ответственности сооружения и др.);

a1.6 — изменением химического состава осветленных вод и их влиянием на поверхностные и грунтовые воды прилегающих территорий.

a2 — *опасности превышения принятых в проекте расчетных уровней возможных природных воздействий:*

a2.1 — расчетных максимальных расходов воды (как в связи с изменением гидрологических характеристик водотока, так и в связи с изменением методов их назначения);

a2.2 — расчетных сейсмических воздействий (как вследствие более глубокого понимания природы землетрясений, так и накопления данных сейсмологических и сейсмометрических наблюдений, в т.ч. в связи с проявлением «возбужденной» сейсмичности);

a2.3 — селевой опасности;

a2.4 — гидростатических, ветроволновых и температурных воз-

действий, фильтрационных сил, нагрузок ото льда и наносов (с учетом данных наблюдений за период эксплуатации) и других нагрузок, а также в связи с изменением методов определения и назначения указанных величин (оценивается с учетом показателей а5.4, а5.9, а5.11, а5.14);

а3 — *изменения расчетных значений механических и фильтрационных характеристик материалов сооружений, а также свойств оснований, которое определяется:*

а3.1 — изменением методов определения и назначения расчетных значений указанных характеристик;

а3.2 — обнаружением в основании или в береговых примыканиях: открытых трещин, трещин, заполненных эродируемым материалом, тектонических нарушений, слоев (зон) сильно растворимых или сильно деформируемых пород и т.п., а также иных изменений, связанных, в частности, с воздействием на основание нагрузок от сооружения и водохранилища (оценивается с учетом показателей а3.5 и а5.8);

а3.3 — установленной в период эксплуатации возможностью «разжижения» рыхлых несвязных или слабо связных водонасыщенных грунтов тела плотин, дамб и их основания при интенсивных динамических воздействиях;

а3.4 — наличием выявленных в процессе эксплуатации дефектов конструкции, как следствия применения некачественных материалов или недостаточного контроля за производством работ (оценивается с учетом показателя а5.11);

а3.5 — неблагоприятным изменением во времени («старением») строительных материалов напряженных элементов сооружений, а также изменением пород в основании вследствие физических (в т.ч. длительных вибрационных и других динамических техногенных нагрузок) и химических процессов, эрозионного или растворяющего действия воды, солнечной радиации, многократного повторения циклов «замерзания-оттаивания» (оценивается с учетом показателей а5.8 и а5.10).

Кроме того, для ГТС тепловых станций:

а3.6 — изменением рода топлива и системы золошлакоудаления, изменением теплосодержания гидросмеси на выходе из пульповода.

а4 — *соответствия критериям безопасности показателей состояния, контролируемых средствами измерений:*

а4.1 — изменения методов определения критериальных значений диагностических показателей;

а4.2 - фактических значений параметров напряженно-деформированного состояния сооружения и его основания (осадок, перемещений, деформаций, усилий, напряжений, поровых давлений);

а4.3 — фактических значений параметров фильтрационного режима (величин противодавления, градиентов напора и фильтрационных нагрузок, положения кривой депрессии, фильтрационных расходов, мутности дренажных вод и наличия механических выносов из дренажей).

Кроме того, для ГТС тепловых станций:

а4.4 — фактических значений положения уреза и уровня воды в отстойном пруду;

а4.5 — фактических значений расхода и мутности осветленной воды, поступающей в систему оборотного водоснабжения.

а5 — *соответствия критериям безопасности показателей состояния, оцениваемых на экспертной основе (в том числе контролируемых визуально); при оценке данного фактора безопасности, имеющего важное значение в особенности для «старых» ГТС, должны быть учтены следующие факторы более низкого уровня иерархии:*

а5.1 — засорение (блокировка) подходов к водосбросным сооружениям (вследствие, например, оползания склонов или смыва ливнем грунта берегового откоса водохранилища, перемещения наносов от неразобранной грунтовой перемычки к водосбросу, разрушения крепления подводящего канала, и т.п.); уменьшение пропускной способности водосбросных и водопропускных сооружений (вследствие, например, выхода из строя гидроагрегатов, неблагоприятного изменения подпора со стороны нижнего бьефа, значительной осадки сооружений напорного фронта, низкого уровня заливки вертикальных шпонок температурно-осадочных швов секций бетонных сооружений и т.п.);

а5.2 — повреждения затворов (деформации обшивки и других элементов конструкции, разрушения опорно-ходовых частей, уплотнений, порогов и пазов затворов, заметной коррозии обшивки и т.п.); неисправности гидромеханического и электрического оборудования, обеспечивающего работу водосбросных и водопропускных отверстий;

а5.3 — возможность перелива воды через гребень плотины, дамбы из-за обрушения крупных массивов пород (или ледников, селевых потоков) в водохранилище или отстойный пруд золошлакоотвала; наличие потенциально опасных оползневых зон по бортам водохранилища, появление опасных трещин на склоне и уступов в зоне переменного уровня, в том числе как следствие гидрогеологических изменений;

а5.4 — возможность превышения расчетных нагрузок на ГТС, как следствие дефектов и повреждений основания, некачественной обратной засыпки, дефектов горизонтального и (или) вертикального дренажа бетонных сооружений и потерн, элементов противофильтрационного контура, размещенных за и под бетонными сооружениями;

а5.5 — дефекты и повреждения оснований бетонных и грунтовых сооружений;

а5.6 — дефекты соединений и уплотнений, конструкций противофильтрационных устройств температурно-осадочных швов секций бетонных сооружений, раскрытие трещин;

а5.7 — повреждения бетонных конструкций вследствие физических и химических воздействий (кавитация, абразивное и иное механическое повреждение поверхности водным потоком, льдом, абразивными материалами; многократное воздействие циклов «замерзания-оттаивания», воздействие сульфатов на цементный камень, щелочная реакция заполнителя; неравномерные осадки секций, трещины на поверхности бетона);

а5.8 — нарушения в теле грунтовых плотин, дамб и на пойме (наличие зон рыхлого или слабо уплотненного грунта в примыканиях к бетонным конструкциям и в береговых примыканиях, а также усадочных трещин, вызванных длительными перерывами в укладке связных грунтов; неравномерные осадки в зонах контакта с бетоном и скальными бортами, а также на границе зон, выполненных из разных грунтов; просадки, воронки, трещины; нарушения структуры и засорение фильтров; неблагоприятные изменения фильтрационного режима - увеличение или уменьшение (скачком) фильтрационных расходов, выход фильтрующей воды на откос, развитие суффозии, выветривание каменной наброски в упорных призмах грунтовых плотин при «замораживании-оттаивании» и т.п.);

а5.9 — разрушения крепления верховых откосов и гребня грунтовых плотин и дамб (смещения элементов крепления, вынос составляющих фильтра и грунта основания крепления, разрушение шовных уплотнений плитных креплений , появление трещин на плитах);

а5.10 — дефекты и повреждения устройств дренажа плотин, дамб, водоводов и водосбросных сооружений (кольматация обратного фильтра, просадки и смещения откоса в зоне дренажа, смещения секций дренажных галерей или трубчатого дренажа, заиление рабочего сечения трубы дренажа, промерзание в зимний период и т. п.);

а5.11 — разрушения, повреждения и опасные деформации крепления нижнего бьефа (водобоя, транзитной части быстротока, рисбермы, ковша), облицовок каналов и туннелей, а также чрезмерные размывы русла и берегов реки в нижнем бьефе, опасные с точки зрения как устойчивости сооружения, так и надежной работы водосбросных и водопропускных сооружений;

а5.12 — коррозионные, кавитационные, вибрационные и иные механические повреждения стальных конструкций (затворов, трубопроводов и т.п.);

а5.13 — повреждения асфальтобетона, резины, пластмасс под воздействием солнечной радиации, колебаний температур и уровня воды в водохранилище с последующей потерей упругости и нарушением сплошности;

Кроме того, для ГТС тепловых электростанций:

а5.14 — низкая надежность ограждающих дамб золошлакоотвалов (ЗШО);

а5.15 — неисправность водосбросных колодцев на ЗШО;

а5.16 — низкая надежность системы технического водоснабжения (оборудования насосных станций, водозаборов, водоводов подачи технической воды и др.)

а6 — *нарушения необходимых условий эксплуатации вследствие:*

а6.1 — неудовлетворительного выполнения общих мер безопасности (невыполнение графика декларирования безопасности, отсутствие необходимых лицензий; отсутствие утвержденного перечня или неполной комплектации необходимой технической и нормативно-методической документации, отсутствие или неудовлетворительное качества утвержденных местных инструкций по эксплуатации сооружений и механического оборудования, неудовлетворительная организация охраны сооружений и территории, неудовлетворительное обслуживание контрольных и эксплуатационных систем и т. п.);

а6.2 — отступлений (ошибок) от установленных режимов работы ГТС и их элементов (создание неблагоприятных гидравлических режимов работы водосбросных сооружений, нарушение регламентированной интенсивности опорожнения и наполнения водохранилища, длительная форсировка подпорного уровня воды в водохранилище или превышение форсированного уровня и т.д.);

а6.3 — неудовлетворительной организации режима работы водосбросных, водопропускных и дренажных сооружений и устройств, в т.ч. в зимних условиях (неблагоприятные гидравлические режимы работы, нецелевое использование сооружений, отсутствие запаней, отсутствие полыней перед сооружениями, не рассчитанными на давление льда, ненадежная работа систем обогрева и утепления аэрационных отверстий в зимний период, ошибки в управлении принудительным дренажом, низкая надежность систем автоматического удаления дренажных вод, а также водомерных приспособлений на дренажных устройствах, систем обогрева, освещения и вентиляции смотровых галерей, неэффективная работа очистных механизмов и устройств на подходе к водосбросным сооружениям, а также низкая надежность систем контроля (и сигнализации) перепада на сороудерживающих решетках и т.п.);

а6.4 — неудовлетворительных условий эксплуатации затворов, подъемно-транспортного и электрооборудования(эксплуатация устройств и ме-

ханизмов, выработавших нормативный ресурс, несоблюдение графика профилактических мероприятий, отсутствие дублирующих источников питания, отсутствие или неисправность контрольных устройств и т.п.);

а6.5 — плохой оснащенности сооружения средствами контроля, в т.ч. и несоответствие состава КИА проекту (состав и типы КИА не позволяют обеспечить надежный контроль за состоянием сооружений);

а6.6 — отсутствия утвержденных в установленном порядке или неудовлетворительного качества критериев безопасности ГТС;

а6.7 — неудовлетворительной организации контроля за состоянием ГТС и недостаточного состава и квалификации персонала (в частности из-за отсутствия систематической тренировки к действиям в экстремальных ситуациях и в непривычной обстановке), недостаточного объема проводимых наблюдений, неполной обработки данных наблюдений, отсутствия первичной оценки состояния сооружений, оценки достоверности показаний и работоспособности КИА;

а6.8 — неудовлетворительной организации технического обслуживания и ремонта сооружений (ремонтные работы не ведутся в объеме, опережающем процесс «старения» сооружений; отсутствует подразделение, обеспечивающее контроль за документацией и технологию ремонта; не выполняется план реконструкции сооружений);

а6.9 — низкого уровня (или отсутствия) плана противоаварийных мероприятий и плана действий в условиях аварии; отсутствие сил и средств, предназначенных для предотвращения аварии, ликвидации ее последствий и защиты людей; отсутствия надежной схемы оповещения об аварийных и чрезвычайных ситуациях и службы медицинского обеспечения в случае аварийной или чрезвычайной ситуации;

Кроме того, для ГТС тепловых электростанций:

а6.10 — превышения заданной проектом интенсивности намыва в золошлакоотвал (ЗШО) и сокращения продолжительности технологических процессов «отдыха-укладки» отдельных слоев складируемого материала;

а6.11 — низкой надежности ограждающих дамб ЗШО;

а6.12 — нарушения требуемого режима положения уреза и уровня воды в отстойном пруду ЗШО;

а6.13 — неисправного состояния водосбросных колодцев на ЗШО, снижения фактической пропускной способности водосбросных и водоотводящих элементов в связи с их обрастанием солями, заилением и засорением;

а6.14 — нарушения нормальной работы дренажных систем ЗШО;

а6.15 — недостаточного объема свободной емкости для складирования золошлаковых материалов;

а6.16 — отсутствия резервного (аварийного) сброса на ЗШО;

а6.17 — низкой надежности системы технического водоснабжения

(оборудования насосных станций, водозаборов, водоводов подачи технической воды и др.).

3.5. Оценка ущерба от возможной аварии (фактор I2) осуществляется с учетом следующих показателей:

a7 — последствий нарушения эксплуатации ГТС с учетом структуры и масштаба потребления продукции (энергии, воды) организации, использующей ГТС;

a8 — уровня освоения зоны возможного затопления в нижнем бьефе при прорыве напорного фронта;

a9 — возможного в результате аварии нарушения природных условий.

3.6. Приведенный перечень контролируемых количественных и качественных показателей состояния, уровня внешних воздействий и условий эксплуатации гидротехнических сооружений, а также детализация их структуры должны уточняться с учетом особенностей обследуемого сооружения.

4. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАНЖИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ И УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Таблица 4.1

***Ранжирование** уровня безопасности сооружения (фактор I); оценок состояния сооружения (фактор I1); оценок ущерба от возможной аварии сооружения (фактор I2); изменений нормативных оценок состояния сооружения (фактор I1.1); отклонений контролируемых показателей состояния сооружения и (или) условий его эксплуатации от требований правил технической эксплуатации (фактор I1.2).*

Количественная шкала	**Качественные значения факторов**			
	I	**I1**	**I2**	**I1.1, I1.2**
0 ≤ I < 1	Нормальный	Нормальное	Малый	Отсутствуют
1 ≤ I < 2	Нормальный	Нормальное	Малый	Незначительные
2 ≤ I < 3	Пониженный	Нормальное	Малый	Слабые
3 ≤ I < 4	Допустимый (Низкий)*	Потенциально опасное	Большой	Средние
4 ≤ I < 5	Предельный (Низкий)*	Потенциально опасное	Очень большой	Сильные
5 ≤ I < 6	Недопустимый (Опасный)*	Предварийное	-	Очень сильные

(*) Примечание. В скобках приведены определения состояния ГТС в соответствии с Правилами декларирования безопасности ГТС [4]. Соответствие для определений состояния ГТС согласно различным документам приведено в таблице 4.5.

Таблица 4.2

***Ранжирование** факторов группы I1.1 (а1— соответствие конструктивно-компоновочных решений и условий эксплуатации современным методам расчетов и методам оценки состояния сооружений, а также положениям действующих норм и правил; а2— опасность превышения принятых в проекте расчетных уровней возможных природных воздействий: сейсмических, гидрологических, метеорологических,оползней в водохранилище и др.; а3— неблагоприятное изменение свойств материалов сооружений и пород основания).*

***Ранжирование** факторов группы I1.2 (а4— соответствие критериям безопасности показателей состояния, контролируемых средствами измерений; а5 — соответствие критериям безопасности показателей состояния, оцениваемых на экспертной основе, в том числе контролируемых визуально; а6 - нарушения условий эксплуатации сооружения).*

Количественная шкала	**Качественные значения факторов**					
	а1	**а2**	**а3**	**а4**	**а5**	**а6**
0 ≤ а < 1	Полное	Очень низкая	Отсутствует	Полное	Полное	Отсутствуют
1 ≤ а < 2	Практически полное	Низкая	Незначительное	Практически полное	Практически полное	Незначительные
2 ≤ а < 3	Приемлемое	Низкая	Слабое	Приемлемое	Приемлемое	Слабые
3 ≤ а < 4	Допустимое	Средняя	Среднее	Допустимое	Допустимое	Средние
4 ≤ а < 5	Предельное	Средняя	Сильное	Предельное	Предельное	Сильные
5 ≤ а < 6	Несоответствие	Высокая	Очень сильное	Несоответствие	Несоответствие	-

Примечание к таблице 4.2: значения (а4 или а5) < 3 соответствуют условиям непревышения первого (предупреждающего) уровня (К1) контролируемых показателей состояния, тогда как значения (а4 или а5) < 5 — условиям непревышения второго уровня (К2), соответствующего достижению допустимого уровня риска аварии. Превышение К1 и К2 свидетельствует о наступлении потенциально опасного и предаварийного состояния, соответственно.

Таблица 4.3

***Ранжирование** факторов группы I2 (а7 — последствия нарушения эксплуатации сооружения с учетом структуры и масштаба потребления продукции эксплуатирующей организации; а8 — уровень освоения зоны возможного затопления в нижнем бьефе при образовании волны прорыва; а9 — возможные нарушения природных условий.*

Количественная	Качественные значения факторов		
шкала	а7	а8	а9
$0 \le a < 1$	Незначительные	Необжитая зона	Отсутствуют
$1 \le a < 2$	Малые	Малые населенные пункты (до 1000 жителей), сельское хозяйство	Практически отсутствуют
$2 \le a < 3$	Средние	Малые города (до 50000 жителей),сельское хозяйство	Малые
$3 \le a < 4$	Большие	Средние города (от 50000 до 100000 жителей), промышленность	Средние
$4 \le a < 5$	Очень большие	Большие города (свыше 100000 жителей), крупные промышленные предприятия, химическая промышленность, ядерные установки	Большие

Примечание. Факторы а6, а7, а8, а9 следует учитывать при оценке уровня безопасности сооружения в случае их значительного изменения (изменения диапазона их качественной оценки) по сравнению с проектными предположениями.

Таблица 4.4

Итоговая ранжированная оценка уровня безопасности эксплуатируемого ГТС

Количественная шкала оценки уровня безопасности	Качественная шкала оценки уровня безопасности	Оценка безопасности гидротехнического сооружения. Рекомендации эксплуатационному персоналу
1	2	3
$0 < I \le 3$	Нормальный	Безопасность сооружения полностью соответствует требованиям современных норм и правил. Следует проанализировать факторы безопасности, имеющие оценки более 2, а также факторы, оценки которых имеют тенденцию к увеличению.

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
$3 < I \leq 4$	Допустимый (Низкий)	Безопасность сооружения находится на уровне, отвечающем границе нормативных требований. Следует проверить правильность оценок факторов безопасности, для которых получена оценка 3,5. Необходимо привлечь экспертов для анализа безопасности сооружения.
$4 < I \leq 5$	Предельный (Низкий)	Безопасность сооружения не обеспечена. Необходимо: ввести ограничения на режим эксплуатации; перейти на учащенный график визуальных и инструментальных наблюдений и контроль факторов, имеющих оценки более 4; привлечь экспертов. Главный инженер лично контролирует ситуацию и принимает решение о необходимости выполнения аварийных работ.
$5 < I \leq 6$	Недопустимый (Опасный)	Главный инженер принимает решение о предотвращении аварии.

Примечание. Соответствие уровня безопасности (определяемого по данной методике) эксплуатационным состояниям ГТС, приведенным в действующей «Методике определения критериев безопасности гидротехнических сооружений.» [3], а также уровням безопасности, приведенным в Правилах декларирования безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении, собственности или эксплуатации организаций топливно-энергетического комплекса Российской Федерации [4] рекомендуется устанавливать на основе следующей таблицы:

Таблица 4.5

Уровень безопасности ГТС (Раздел 4)	Уровень безопасности ГТС	Эксплуатационное состояние ГТС (РД 153-34.2-21.342-00.)
Нормальный	Нормальный; Пониженный	Нормальное
Допустимый; Предельный	Неудовлетворительный	Потенциально опасное
Недопустимый	Опасный	Предаварийное

ЛИТЕРАТУРА

1. **Федеральный закон** «О безопасности гидротехнических сооружений» (в ред. от 21.07.97 № 117-ФЗ).

2. **Золотов Л.А., Иващенко И.Н., Радкевич Д.Б.** Оперативная количественная оценка уровня безопасности эксплуатируемых сооружений. Гидротехническое строительство. №2, 1977, №2, с.40-43.

3. **Методика о**пределения критериев безопасности гидротехнических сооружений. РД 153-34.2-21.342-00.М.: 2001.
4. **Инструкция о ведении** Российского регистра гидротехнических сооружений. Утверждена 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. Зарегистрирована в Минюсте РФ 5 августа 1999 г. Регистрационный №1858.
5. **Automated** observation for the safety control of dams. Paris: ICOLD, 1982.

Приложение А

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНОСТИ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПОПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ

Ранжированные оценки факторов безопасности при проведении анализа назначаются с учетом их влияния на развитие сценария аварии. Первоначально часто бывает сложно оценить, какой из факторов является более приоритетным, поэтому применяется метод попарных сравнений, и приоритетность отдельных факторов определяется последовательным приближением экспертных оценок.

Факторы, имеющие более высокий приоритет при попарном сравнении, помещаются в квадратичную матрицу на пересечении соответствующих строк и столбцов (таблица А.1). Здесь же приводится суммарное количество пар (приоритет) по каждому фактору и «вес» фактора, при этом большим значениям приоритета и «веса» соответствует большая значимость данного фактора.

Таблица А.1

Пример матрицы приоритетов факторов при попарном сравнении.

фактор	a1.1	a1.2	a5.7	a6.3	a6.5	a6.6	a6.7
a1.1	a1.1	a1.2	a1.1	a6.3	a6.5	a6.6	a6.7
a1.2		a1.2	a1.2	a1.2	a1.2	a1.2	a1.2
a5.7			a5.7	a6.3	a6.5	a6.6	a6.7
a6.3				a6.3	a6.5	a6.3	a6.3
a.6.5					a6.5	a6.5	a6.5
a6.6						a6.6	a6.6
a6.7							a6.7
Кол-во пар (приоритет)	2	7	1	5	6	4	3
«Вес»	0,5	1,75	0,25	1,25	1,5	1	0,75

Оценку приоритетности факторов безопасности рекомендуется проводить в следующем порядке.

1. Проводится попарное сравнение факторов по выбранному сценарию в соответствии с квадратной матрицей-таблицей А.1. Пара факторов выбирается на пересечении столбца и строки матрицы-таблицы и проводится экспертное сравнение этих двух факторов между собой по значимости для данного сценария аварии. Если по мнению эксперта один из факторов является предпочтительнее другого, то он заносится в ячейку таблицы. Если влияние факторов представляется одинаковым, то в ячейку заносится знак (=). Не допускается выбирать равным влияние более чем половины факторов.

2. В случае, если возникают серьезные сомнения в приоритетности того или иного фактора, следует собрать дополнительную информацию о влиянии данного фактора на состояние ГТС (например провести поиск аналогичных ситуаций на ГТС, проанализировать расчетные зависимости, определяющие влияние этого фактора, уточнить соответствие нормам, ПТЭ или принятым критериям безопасности и т.д.). Также следует привлечь дополнительных экспертов для оценки влияния данных факторов.

4. В заполненной матрице-таблице попарного сравнения подсчитывается количественное значение приоритета каждого из факторов (т.е. суммарное количество появления данного фактора в матрице). В случае равенства влияния факторов (знак [=]) в данной ячейке таблицы значение влияния принимается равным 0,5.

5. Вычисляется значение относительного «веса» для каждого из факторов, что поможет определиться с величиной ранга при оценке уровня безопасности. Для определения «веса» факторов рассматривается верхний угол матрицы, включая главную диагональ.

Стандарт предприятия.
Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений.
ОАО «НИИЭС». М.: 2004. 32 с.

Подписано в печать 07. 06. 2004
Формат 60x90/16. Гарнитура Таймс
Бумага офс.№1. Печать офсетная
Объем 1,5 п.л.

Лицензия ИД № 06483 от 19 декабря 2001 г.
ОАО «НИИЭС»
125362 г. Москва Строительный проезд, д. 7а.
тел: 8(095)492-71-31; факс: 8(095)363-56-51

Отпечатано в ООО «ГЕО-ТЭК»

г. Красноармейск, Московской области.

Тел.: 584-16-23.

gost.e-ecolog.ru