ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57793— 2017

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Мониторинг и оценка технического состояния в процессе эксплуатации

Основные положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией организаций и работников гидроэнергетики «Гидроэнергетика России» (Ассоциация «Гидроэнергетика России») совместно с Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева») и Публичным акционерным обществом «Федеральная гидрогенерирующая компания — РусГидро» (ПАО «РусГидро»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2017 г. № 1432-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 2
4 Сокращения . . . 4
5 Основные нормативные требования по мониторингу и оценке технического состояния гидротехнических сооружений . . . 5
6 Организация мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации . . . 6
7 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений . . . 7
7.1 Выбор объектов (элементов) диагностирования . . . 7
7.2 Выбор диагностических показателей . . . 7
7.3 Назначение критериев безопасности гидротехнических сооружений . . . 9
8 Требования по организации и составу контрольных наблюдений и обследований в системе мониторинга гидротехнических сооружений . . . 10
8.1 Общие требования к наблюдениям . . . 10
8.2 Организация наблюдений и обследований гидротехнических сооружений . . . 11
8.3 Состав инструментальных наблюдений в режиме мониторинга . . . 12
8.4 Состав визуальных наблюдений на гидротехнических сооружениях в режиме мониторинга . . . 13
8.5 Обследования гидротехнических сооружений . . . 14
9 Требования по оснащению эксплуатируемых гидротехнических сооружений техническими средствами мониторинга . . . 15
9.1 Контрольно-измерительная аппаратура . . . 15
9.2 Информационно-диагностические системы мониторинга гидротехнических сооружений . . . 16
9.3 Автоматизированные системы диагностического контроля гидротехнических сооружений . . . 18
10 Требования по периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) гидротехнических сооружений . . . 20
11 Требования по обработке и интерпретации данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений . . . 21
12 Анализ и оценка технического состояния гидротехнических сооружений по данным мониторинга . . . 22
13 Требования к отчетной документации результатов мониторинга гидротехнических сооружений . . . 27
14 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений в условиях стихийных явлений и предаварийных ситуаций . . . 28
15 Мониторинг окружающей среды в границах влияния гидротехнических сооружений . . . 29
16 Порядок ввода в эксплуатацию технических средств системы мониторинга . . . 29
17 Требования по использованию данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации . . . 29
Приложение А (рекомендуемое) Форма контрольного листа выполнения мероприятий по ликвидации повреждения, дефекта, опасного процесса или явления на гидротехническом сооружении. Форма масштабной карты-развертки (пример) . . . 31
Приложение Б (рекомендуемое) Формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния сооружения по данным инструментальных (Ф.1) и визуальных (Ф.2) наблюдений количественных и качественных диагностических показателей . . . 35
Библиография . . . 37

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1].

Настоящий стандарт имеет целью формирование единых для гидроэлектростанций организационных и технических требований по проведению мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в процессе их эксплуатации. В настоящий стандарт включены апробированные многолетним опытом и широко используемые на практике организационные, методические и технические требования к средствам контроля, наблюдениям, оценке технического состояния гидротехнических сооружений всех классов.

Требования настоящего стандарта базируются на основных положениях Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] и соответствуют требованиям нормативных документов федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных в области безопасности гидротехнических сооружений. При разработке настоящего стандарта использованы требования нормативных технических документов, действовавших в области его применения; указанные требования актуализированы применительно к современным условиям реализации задач мониторинга и оценки технического состояния гидротехнических сооружений гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций.

Необходимые изменения и дополнения в настоящий стандарт, обусловленные вводом в действие новых технических регламентов и национальных стандартов, развитием научно-технической базы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, вносятся в установленном порядке.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Мониторинг и оценка технического состояния в процессе эксплуатации

Основные положения

United power system and isolated power systems. Hydraulic and pumped storage power stations. Hydraulic engineering structures. Monitoring and assessment of technical condition during operation. Main provisions

Дата введения — 2018—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает нормы и требования по организации и проведению регулярных наблюдений (мониторинга) за диагностическими показателями гидротехнических сооружений, за нагрузками и воздействиями на них и по оценке технического состояния гидротехнических сооружений гидроэлектростанций в процессе их эксплуатации.

1.2 Требования и нормы настоящего стандарта распространяются на следующие гидротехнические сооружения I—IV классов:

- плотины и дамбы;
- здания гидроэлектростанций;
- устои и подпорные стены, входящие и не входящие в состав напорного фронта;
- водоприемники и водозаборные сооружения;
- водосбросы, водоспуски и водовыпуски;
- каналы;
- туннели;
- трубопроводы (водоводы);
- напорные бассейны, уравнительные резервуары и аэрационные шахты;
- рыбопропускные и судоходные гидротехнические сооружения, входящие в состав напорного фронта;
- гидротехнические сооружения, входящие в состав комплексов инженерной защиты населенных пунктов и предприятий.

1.3 Требования настоящего стандарта распространяются на приборные средства измерений, автоматизированные и информационно-диагностические системы, применяемые при мониторинге гидротехнических сооружений гидроэлектростанций.

1.4 Настоящий стандарт предназначен для применения гидрогенерирующими компаниями (эксплуатирующими организациями), а также специализированными проектными и научно-исследовательскими организациями, строительными и монтажными организациями, привлекаемыми компаниями (организациями) для выполнения работ (услуг) в области, связанной с мониторингом гидротехнических сооружений и контрольно-измерительной аппаратурой и устройствами, системами диагностического контроля технического состояния гидротехнических сооружений гидроэлектростанций.

1.5 Настоящий стандарт устанавливает основные нормы и требования, относящиеся:

Издание официальное

- к организации мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации;
- составу контролируемых диагностических показателей сооружений и критериям их безопасности;
- составу инструментальных и визуальных наблюдений и обследованиям сооружений в период эксплуатации;
- оснащению гидротехнических сооружений техническими средствами контроля их состояния;
- периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) сооружений;
- методам обработки и анализа данных мониторинга, оценке технического состояния сооружений;
- использованию данных мониторинга гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации;
- объемам и формам контроля за сооружениями со стороны собственника или эксплуатирующей организации.

1.6 Настоящий стандарт не учитывает все особенности средств измерений, измерительных устройств и технических систем мониторинга, примененных на разных гидроэлектростанциях. В развитие настоящего стандарта гидрогенерирующие компании (эксплуатирующие организации) могут в установленном порядке разрабатывать, утверждать и применять собственные стандарты гидроэлектростанций, учитывающие конструктивные особенности и условия эксплуатации гидротехнических сооружений, не противоречащие действующим нормативным документам и не снижающие уровень требований настоящего стандарта и проектной документации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и документы:

ГОСТ 19.106 Единая система программной документации. Требования к программным документам, выполненным печатным способом

ГОСТ 34.602 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы

ГОСТ 34.603 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем

ГОСТ Р 8.596 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 55260.1.9 Гидроэлектростанции. Часть 1-9. Сооружения ГЭС гидротехнические. Требования безопасности при эксплуатации

СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах» (с изменением № 1)

СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85* Основания гидротехнических сооружений»

СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов»

СП 40.13330.2012 «СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные»

СП 58.13330.2012 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения»

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматизированная система диагностического контроля:** Система автоматического опроса дистанционной контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на сооружении, одновременно сравнивающая полученные результаты с критериями оценки технического состояния и безопасности сооружений.

3.2 **безопасность гидротехнических сооружений:** Свойство гидротехнического сооружения, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

3.3 **гидрогенерирующая компания:** Компания (организация), в состав объектов собственности (активов) которой входят одна или несколько гидроэлектростанций.

3.4 **диагностика гидротехнических сооружений:** Установление и прогнозирование технического состояния сооружения по контролируемым показателям его работы.

3.5 **диагностические показатели:** Наиболее значимые для оценки и диагностики технического состояния гидротехнического сооружения контролируемые показатели.

3.6 **измерительное устройство (прибор):** Техническое средство для измерения физических величин — технических характеристик работы и состояния объекта контроля.

3.7 **измерительный створ (сечение):** Условная горизонтальная или вертикальная плоскость в сооружении, в которой устанавливается контрольно-измерительная аппаратура.

3.8 **информационно-диагностическая система:** Система, диагностирующая состояние контролируемого объекта, включающая базу данных наблюдений, программу их обработки и диагностические критерии для оценки состояния сооружений.

3.9 **комплексный анализ состояния гидротехнического сооружения:** Анализ технического состояния сооружения по результатам годичных (многолетних) циклов наблюдений путем оценки соответствия его диагностических показателей критериям безопасности, нормам и проекту, характера (тенденции) их изменения во времени, адекватности реакции сооружения на изменения нагрузок и воздействий.

3.10 **контрольные наблюдения:** Систематические инструментальные и визуальные наблюдения, проводимые на сооружении в целях изучения основных параметров работы, комплексного анализа его состояния и оценки эксплуатационной надежности.

3.11 **многофакторные исследования:** Комплекс натурных, экспериментальных и расчетных исследований и инженерных изысканий для оценки показателей прочности, устойчивости, водонепроницаемости и эксплуатационной надежности гидротехнического сооружения и основания с учетом возможных изменений внешних нагрузок и воздействий, изменений свойств материалов и условий его эксплуатации за многолетний (25 лет и более) период.

3.12 **многофакторный анализ состояния гидротехнического сооружения:** Оценка прочности, устойчивости эксплуатационной надежности сооружения, его основания и примыканий по результатам многолетних инструментальных и визуальных наблюдений диагностических показателей его работы и поверочным расчетам по действующим нормам проектирования и их уточненным расчетным схемам с использованием уточненных в период проведения исследований фактических действующих нагрузок и воздействий, физико-механических характеристик материалов, геометрических размеров, выявленных дефектов и (или) повреждений.

3.13 **мониторинг технического состояния гидротехнических сооружений:** Система регулярных инструментальных и визуальных наблюдений за показателями работы и технического состояния гидротехнических сооружений, за проявлением и развитием опасных для сооружений техногенных и природных процессов и явлений, проводимых по определенной программе с целью объективной оценки эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, своевременной разработки и проведения ремонтных мероприятий.

3.14 **неработоспособное (предаварийное) техническое состояние гидротехнического сооружения:** Состояние, при котором значения одного или нескольких диагностических показателей состояния сооружения превысили их критериальные значения К2.

Примечание — В этом случае продолжение эксплуатации в проектном режиме недопустимо без оперативного проведения мероприятий по приведению сооружения в работоспособное состояние и специального разрешения соответствующего органа государственного надзора.

3.15 **неудовлетворительный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности, которому соответствует частично (ограниченно) работоспособное техническое состояние гидротехнического сооружения и основания, эксплуатирующихся в условиях снижения механической или фильтрационной прочности, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности (К1) для работоспособного состояния, других отклонений от проектного состояния, способных привести к возникновению аварии.

3.16 **нормальный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, которому соответствует нормальное (исправное) техническое

состояние сооружения и основания, а их эксплуатация осуществляется в соответствии с проектом и правилами эксплуатации без нарушения действующих законодательных актов, норм и правил.

3.17 **обеспечение безопасности гидротехнического сооружения:** Разработка и осуществление технических и организационных мер по предупреждению аварии сооружения.

3.18 **опасный (предаварийный) уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности, которому соответствуют неработоспособное (предаварийное) состояние гидротехнического сооружения, развивающиеся процессы снижения прочности и устойчивости гидротехнического сооружения и основания, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности (К2), характеризующих переход от ограниченно работоспособного к неработоспособному (предаварийному) состоянию гидротехнического сооружения и основания.

3.19 **пониженный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности, которому соответствует работоспособное техническое состояние гидротехнического сооружения и основания, но собственник (эксплуатирующая организация) которого допускает нарушение норм и правил эксплуатации, не создающих опасность аварии гидротехнического сооружения, неполное выполнение первоочередных мероприятий или неполное выполнение предписаний органов государственного надзора по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения.

3.20 **работоспособное (нормальное) техническое состояние гидротехнического сооружения:** Состояние гидротехнического сооружения соответствует проекту, нормам и правилам, диагностические показатели состояния гидротехнического сооружения не превышают критериальных значений К1.

3.21 **техническая система мониторинга состояния гидротехнических сооружений:** Совокупность измерительных приборов и других взаимодействующих технических устройств, обеспечивающих получение, передачу, сбор и обработку информации регулярных наблюдений диагностических показателей технического состояния гидротехнического сооружения.

3.22 **специальные наблюдения:** Наблюдения (исследования), проводимые на сооружении при соответствующем обосновании в целях изучения различных процессов, уточнения методов и результатов расчета и модельных исследований, обоснования конструктивных решений, методов производства работ и улучшения условий эксплуатации сооружения.

3.23 **частично работоспособное (потенциально опасное) техническое состояние гидротехнического сооружения:** Состояние, при котором значение одного или нескольких диагностических показателей состояния сооружения достигло или превысило их критериальные значения К1 или вышло за пределы прогнозируемых при данном сочетании нагрузок интервалов их значений, но не превысило критериальных значений К2.

Примечание — Гидротехнические сооружения в этом состоянии ограниченное время могут эксплуатироваться при условии принятия оперативных мер по переводу сооружения в работоспособное (нормальное) состояние.

3.24 **чрезвычайная ситуация:** Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

3.25 **эксплуатирующая организация:** Государственное или муниципальное унитарное предприятие либо организация любой другой организационно-правовой формы, на балансе которой находится гидротехническое сооружение.

3.26 **эксплуатационная надежность гидротехнического сооружения:** Свойство гидротехнического сооружения без отказов и в полной мере выполнять свои функции в течение всего срока эксплуатации в проектном режиме.

3.27 **экспресс-анализ состояния гидротехнического сооружения:** Оперативная оценка технического состояния сооружения по единичному циклу наблюдений его диагностических показателей путем сопоставления их с критериями безопасности.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АСДК — автоматизированная система диагностического контроля;

АСО КИА — автоматизированная система опроса контрольно-измерительной аппаратуры;

ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;

ГТС — гидротехнические сооружения;
ГЭС — гидроэлектростанция;
ИДС — информационно-диагностическая система;
КИА — контрольно-измерительная аппаратура;
К1 — 1-й (предупреждающий) критерий значения диагностического показателя состояния сооружения;
К2 — 2-й (предельный) критерий значения диагностического показателя состояния сооружения.

5 Основные нормативные требования по мониторингу и оценке технического состояния гидротехнических сооружений

5.1 Мониторинг технического состояния и безопасности ГТС в соответствии с федеральным законом [2] следует проводить на всех ГТС, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

5.2 Мониторинг проводят с целью обеспечения постоянного контроля за показателями технического состояния и безопасности ГТС, природных и техногенных воздействий и разработки на основании полученных данных мер, обеспечивающих условия для безопасной эксплуатации ГТС и для предотвращения их повреждений и аварий на них.

5.3 Основой мониторинга состояния ГТС являются регулярные контрольные инструментальные и визуальные наблюдения за диагностическими показателями их состояния в период эксплуатации. Основу технической системы мониторинга составляют: приборные измерительные устройства, КИА, автоматизированные системы (АСО, КИА, АСДК, ИДС) для получения, обработки и оценки достоверной оперативной информации наблюдений, информации о работе и состоянии ГТС.

5.4 ГТС, на которых должен быть проведен мониторинг их состояния, должны быть заблаговременно (на стадии строительства) оснащены необходимыми современными приборными измерительными устройствами, КИА, другими техническими системами в соответствии с проектом.

5.5 Мониторинг технического состояния ГТС должен проводить эксплуатационный персонал необходимой квалификации, аттестованный на проведение данного вида работ. Для проведения указанных работ могут привлекаться специализированные организации, имеющие соответствующие профиль, квалификацию и опыт работы.

5.6 Для ГТС, на которых проводят мониторинг, должны быть установлены критериальные значения контролируемых диагностических показателей их работы и технического состояния (критерии безопасности).

5.7 Мониторинг на эксплуатируемых ГТС следует проводить постоянно в течение всего жизненного цикла эксплуатации: при вводе в эксплуатацию, эксплуатации, ремонтах, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации.

5.8 В общем случае мониторинг технического состояния ГТС в процессе эксплуатации должен обеспечивать:

- оперативный контроль, предусматривающий экспресс-анализ состояния ГТС после каждого цикла измерений (наблюдений) диагностических показателей путем их сопоставления с критериями безопасностями;
- текущий контроль, предусматривающий комплексный анализ состояния ГТС в годичном (многолетнем) цикле наблюдений, путем оценки соответствия диагностических показателей критериям безопасности, характера (тенденции) их изменения во времени и адекватности реакции ГТС на изменения нагрузок и воздействий;
- многофакторный анализ, предусматривающий комплексную оценку прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности ГТС по результатам многолетних наблюдений диагностических показателей его работы и поверочных расчетов, выполненных с уточнением расчетных моделей и схем, фактических нагрузок и воздействий (выполняется специализированной организацией).

5.9 Гидрогенерирующая компания (эксплуатирующая организация) должна постоянно обеспечивать поддержание в исправном состоянии технических средств системы мониторинга ГТС. Вышедшие из работы измерительные приборные устройства и КИА подлежат замене на новые, способные давать необходимую и достоверную информацию о состоянии ГТС.

5.10 При проведении мониторинга должны соблюдать требования по охране труда и окружающей среды.

6 Организация мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации

6.1 В соответствии с требованиями федерального закона [2] мониторинг технического состояния ГТС организует собственник или эксплуатирующая организация.

6.2 В целях организации мониторинга ГТС в период эксплуатации их собственник и эксплуатирующая организация обязаны обеспечивать:

- разработку и реализацию проекта мониторинга за показателями состояния ГТС, природными и техногенными воздействиями;
- оснащение техническими приборными средствами контроля и проведение регулярных инструментальных и визуальных натурных наблюдений за работой ГТС при эксплуатации;
- оценку их безопасности на основании полученных результатов мониторинга.

При организации мониторинга ГТС I и II классов должны применять в качестве технических средств современные АСДК, для ГТС III и IV классов — ИДС, отвечающие требованиям ГОСТ 34.602.

6.3 При сдаче-приемке ГТС в эксплуатацию подрядные организации должны передать по актам собственнику или эксплуатирующей организации:

- КИА и приборные измерительные устройства, установленные в ГТС; технические паспорта и протоколы тарировки приборов, исполнительные схемы на установку приборов в измерительных створах (сечениях, точках);
- информационные носители и технические отчеты по данным наблюдений за ГТС в строительный период;
- ИДС, АСДК, АСО КИА с программным комплексом сбора, хранения и обработки данных наблюдений;
- программу наблюдений (мониторинга) ГТС;
- перечень диагностических показателей работы и технического состояния ГТС;
- комплект инструктивных и методических документов по проведению наблюдений (мониторинга) сооружений;
- комплект проектной и исполнительной документации по оснащению ГТС приборными измерительными устройствами, КИА и другими техническими средствами системы мониторинга.

6.4 ГТС I–III классов, ранее принятые в эксплуатацию без должных (или при недостаточном количестве) средств контроля их состояния, подлежат оснащению современными техническими средствами контроля с организацией регулярных наблюдений (мониторинга) в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации [3], настоящего стандарта и с учетом опыта и особенностей их эксплуатации.

6.5 Гидрогенерирующая компания и эксплуатирующая ГТС организация обеспечивают:

- разработку раздела в составе проектной документации по организации натурных наблюдений и системы мониторинга ГТС и его экспертизу;
- совместно с подрядчиком организацию оснащения ГТС предусмотренной проектной документацией КИА, измерительными устройствами и системами, осуществление технического контроля качества их монтажа и приемку в эксплуатацию;
- организацию проведения регулярных инструментальных и визуальных наблюдений за ГТС, сбор, хранение и обработку данных с применением современной оргтехники и информационных технологий;
- комплектование пакета нормативно-технической и методической документации, необходимой для безопасной эксплуатации ГТС, изучение ее эксплуатационным персоналом, проверку знаний персонала;
- разработку стандартов организаций (ГЭС), входящих в состав гидрогенерирующей компании, по проведению всех видов наблюдений (мониторинга), оценке технического состояния и безопасности ГТС;
- составление должностных инструкций для эксплуатационного персонала ГТС с отражением в них требований об обязанностях каждого специалиста по выполнению работ по мониторингу ГТС, соблюдению норм и правил;
- разработку организационной схемы, определение порядка и сроков предоставления данных мониторинга и оперативной информации о состоянии и безопасности ГТС руководству ГЭС, соответствующим службам.

6.6 Организационную схему проведения мониторинга технического состояния ГТС ГЭС компании следует формировать для трех уровней:

а) уровень ГЭС, на котором осуществляют оперативный контроль состояния ГТС на основе экспресс-анализа;

б) уровень информационно-аналитического центра безопасности ГТС генерирующей компании или выполняющей его функции организации, на котором осуществляют текущий контроль и диагностику ГТС всех ГЭС компании на основе комплексного анализа ежегодных и многолетних данных мониторинга, разработку рекомендаций по ремонтам и эксплуатации ГТС;

в) уровень руководства и исполнительного аппарата гидрогенерирующей компании, на котором осуществляют планирование, реализацию и контроль выполнения мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС всех ГЭС компании;

6.7 Проведение мониторинга ГТС ГЭС осуществляет специализированное подразделение (специалисты) эксплуатирующей организации.

7 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений

7.1 Выбор объектов (элементов) диагностирования

7.1.1 Оценку работы и состояния ГТС как технических систем следует производить на основе показателей работы и состояния объектов (элементов) их диагностирования, объединенных по функциональным или конструктивным признакам.

7.1.2 К объектам диагностирования ГТС следует относить те из его конструктивных элементов (в том числе основание), техническое состояние которых однозначно и адекватно определяет надежность и безопасность сооружения в целом.

При выборе элементов диагностирования ГТС должны учитывать его конструктивные особенности, класс, инженерно-геологические особенности основания и береговых примыканий, условия эксплуатации, а также особенности и дефекты строительства.

7.1.3 В общем случае для ГТС I–III классов в состав основных элементов диагностирования следует включать: опытные бетонные секции и блоки, контрфорсы, бычки, устои, подпорные стенки и перекрытия; противофильтрационные элементы (экран, ядро, диафрагма) и дренажные устройства; крепления откосов; водобойные колодцы и рисбермы; цементационные, шпунтовые и мерзлотные противофильтрационные завесы; зоны сопряжения сооружения с основанием и берегами; облицовки и анкерные крепления стен и сводов туннелей; водоводы; конструктивные и строительные швы и др.

7.1.4 Для каждого конкретного сооружения в зависимости от конструктивных особенностей, условий эксплуатации и возможных последствий при повреждениях состав элементов диагностирования его работы и состояния должен определяться проектом наблюдений и уточняться в процессе эксплуатации.

7.1.5 Каждый из назначенных для контроля элементов диагностирования ГТС должен характеризоваться одним или совокупностью количественных диагностических показателей либо качественных признаков его технического состояния, регистрируемых наблюдениями в период эксплуатации.

7.2 Выбор диагностических показателей

7.2.1 Состав контролируемых диагностических показателей и признаков для оценки технического состояния ГТС должен быть определен проектом наблюдений в соответствии с конструктивными особенностями и классом сооружений, инженерно-геологическими условиями основания, составом элементов диагностирования, условиями строительства и эксплуатации.

7.2.2 Контролируемые диагностические показатели и признаки должны быть представлены важнейшими количественными и качественными характеристиками работы и состояния элементов сооружения на различных стадиях его эксплуатации.

7.2.3 После наполнения водохранилища и в первые 2—3 года эксплуатации ГТС при полном проектном напоре состав контролируемых диагностических показателей и признаков должен быть уточнен с учетом проявившихся за этот период времени особенностей его работы. Дальнейшие уточнения показателей следует производить по мере необходимости при проявлении признаков старения и изменения технического состояния ГТС.

7.2.4 В минимально необходимом объеме в состав контролируемых диагностических показателей ГТС I—III классов в соответствии со строительными нормами и правилами СП 23.13330, СП 39.13330, СП 40.13330 и опытом эксплуатации должны быть включены следующие:

7.2.4.1 Для грунтовых плотин (дамб):

- осадки гребня и основания;
- горизонтальные перемещения гребня (берм);
- поровое давление в противофильтрационных элементах из глины (суглинка);
- фильтрационные (пьезометрические) напоры в области фильтрации;
- положение поверхности депрессии фильтрационного потока;
- фильтрационный расход через плотину и основание;
- градиенты фильтрационных напоров в теле плотины, в противофильтрационных элементах и в основании;
- проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, трещин и просадок грунта, повреждений волновых креплений откосов, заилений дренажных устройств.

7.2.4.2 Для бетонных и железобетонных плотин:

- напряжения и деформации в теле плотины и в основании (для плотин высотой более 60 м);
- усилия в арматуре в ответственных железобетонных элементах;
- противодавление воды на подошву плотины;
- фильтрационные расходы, напоры и градиенты напоров в областях фильтрации;
- отложения донных наносов грунта;
- осадки плотины и основания;
- горизонтальные перемещения гребня;
- раскрытия швов и трещин;
- размывы в нижнем бьефе;
- образование трещин, деструктивные разрушения бетона.

7.2.4.3 Для туннелей:

- усилия в арматуре облицовок и в анкерах крепления стенок и сводов;
- фильтрационное и горное давление на облицовку;
- деформации стенок, сводов (конвергенция), раскрытие швов, трещинообразование в облицовке.

7.2.4.4 Для подпорных стенок:

- осадки, раскрытие швов;
- горизонтальные перемещения и наклоны;
- усилия в арматуре, деструктивные разрушения бетона;
- боковое давление грунта обратных засыпок;
- фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок (для стенок, работающих под напором воды).

7.2.4.5 Для каналов:

- осадка дамб, ограждающих русло канала;
- поверхность депрессии фильтрационного потока через дамбы;
- фильтрационные расходы;
- проявления повреждений крепления внутренних откосов дамб, локальные оползни, размывы и просадки грунта откосов.

7.2.4.6 Для напорных трубопроводов (водоводов):

- напряжения в оболочках (сталь, железобетон);
- раскрытие швов и трещин в оболочках;
- осадки и смещения анкерных опор;
- коррозионный и абразивный износ стенок.

7.2.4.7 Для зданий ГТС:

- осадки и перекосы агрегатных блоков;
- раскрытия швов и трещин;
- противодавление воды на фундаментную плиту;
- приточная фильтрация (расход);
- прочность бетона;
- вибрации конструкций зданий.

7.2.4.8 Для судоходных шлюзов:

- осадки, раскрытие швов;
- горизонтальные перемещения и наклоны стен камер;
- боковое давление грунта на стены камер;
- усилия в арматуре стен, деструктивные разрушения бетона;

- фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок;
- противодавление на днища камер.

7.2.4.9 Для оснований ГТС:

- осадка основания под сооружением;
- напряжения в грунте основания на контакте с сооружением;
- фильтрационные напоры и градиенты напора в основании;
- фильтрационные расходы через основание и береговые примыкания;
- мутность профильтровавшей через основание воды;
- поровое давление воды в глинистых грунтах;
- проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, локальных выпоров грунта и оползней на береговых склонах.

7.2.5 Кроме диагностических показателей и признаков технического состояния ГТС в их число должны быть включены все основные нагрузки и воздействия на данное сооружение или отдельные его элементы (собственный вес, гидростатическое давление воды, активное и пассивное давление грунта, нагрузки от волн и льда, температурные и сейсмические воздействия и др.).

7.2.6 Фактические значения нагрузок и воздействий на сооружение или его отдельные элементы должны использовать при оценке реакции элементов на эти нагрузки, при корректировке расчетных схем и математических моделей сооружения при установлении и последующем уточнении критериев его безопасной работы.

7.3 Назначение критериев безопасности гидротехнических сооружений

7.3.1 Критерии безопасности ГТС должны быть установлены в соответствии с требованиями федерального закона [2] по следующим основным показателям безопасности:

- прочность (в том числе фильтрационная);
- устойчивость;
- пропускная способность (для речных ГТС);
- превышение гребня сооружения над уровнем воды в водохранилище с учетом волновых воздействий.

7.3.2 Критерии безопасности должны быть установлены для каждого ГТС, повреждение которого может привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

7.3.3 За критерии безопасности ГТС должны принимать предельные значения количественных и качественных показателей их состояния и условий эксплуатации, которые, с одной стороны, соответствуют допустимому уровню риска аварии сооружения, а с другой — однозначно характеризуют одно из его состояний: работоспособное (нормальное), частично работоспособное (потенциально опасное) или неработоспособное (предаварийное).

7.3.4 Для ГТС критерии безопасности должны быть разработаны для двух уровней значений их диагностических показателей:

- К1 — 1-й (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания еще соответствует условиям нормальной эксплуатации;
- К2 — 2-й (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которого состояние сооружения становится предаварийным, в котором дальнейшая эксплуатация ГТС в проектном режиме недопустима.

7.3.5 Критерии безопасности ГТС должны быть установлены на стадии проектирования. На стадиях эксплуатации и (или) реконструкции ГТС, а также изменения условий его эксплуатации, требований норм и правил безопасности критерии подлежат уточнению.

7.3.6 Для эксплуатируемых ГТС численные критериальные значения К1 и К2 диагностических показателей уточняются поверочными расчетами по действующим нормам на основное и особое сочетание нагрузок и воздействий. При этом в расчетных моделях и схемах должны быть учтены конструктивные изменения сооружения, внесенные в ходе эксплуатации, уточненные расчетные нагрузки, характеристики грунтов и материалов, а также данные натурных наблюдений для «калибровки» расчетных математических моделей.

7.3.7 Для диагностических показателей, для которых достоверные расчетные значения получить сложно (из-за отсутствия исходных данных, сложности учета многочисленных факторов и т. п.), критериальные значения устанавливают статистическим методом по результатам анализа данных многолетних наблюдений за работой и состоянием сооружения, используя регрессионные модели.

7.3.8 Статистические методы для назначения критериев безопасности применяют при наличии представительного (от 5 до 10 лет) временного ряда измерений контролируемых показателей в диапазоне нагрузок и воздействий, ранее испытанных ГТС в процессе эксплуатации.

7.3.9 Измеряемые (или вычисляемые по результатам измерений) контролируемые показатели, выбираемые в качестве диагностических, должны отвечать следующим требованиям:

- диапазон изменения значений показателей при работоспособном (нормальном) техническом состоянии должен в несколько раз превосходить погрешность измерительной системы;
- диагностические показатели должны поддаваться прогнозу с помощью детерминированных или статистических прогнозных моделей.

7.3.10 При проведении мониторинга ГТС в период эксплуатации необходимо, наряду с измерениями количественных диагностических показателей, контролировать на основе визуальных наблюдений и экспертных оценок качественные диагностические показатели (признаки) их технического состояния.

7.3.11 Состав и критериальные значения качественных диагностических показателей (признаков) $\tilde{К}1$ и $\tilde{К}2$ (аналогичных по смыслу количественным критериям К1 и К2) устанавливают экспертным путем на основе анализа сценариев потенциально возможных аварий и прогноза возможных изменений работы и состояния эксплуатируемого ГТС под воздействием различных деструктивных процессов, неисправностей и отказов в работе, природных и техногенных нагрузок и воздействий.

7.3.12 В общем случае в состав контролируемых визуальными наблюдениями качественных диагностических показателей (признаков) технического состояния эксплуатируемых ГТС следует включать следующие:

- наличие и развитие очагов выхода фильтрации на низовые откосы грунтовых плотин (дамб), на береговые склоны, на территорию нижнего бьефа;
- наличие и развитие очагов механической или химической суффозии грунта в плотинах, берегах, основании;
- засорение, зарастание, перемерзание дренажных устройств;
- наличие и развитие трещин, локальных воронок проседания грунта, оползневых «цирков», очагов выпора и пучения грунтов на грунтовых сооружениях;
- повреждения волнозащитных креплений откосов плотин (дамб);
- образование наледей на откосах, у дренажей, на береговых склонах;
- протечки через швы и трещины в бетонных сооружениях и подземных выработках;
- механические повреждения, морозная коррозия, трещинообразование и выщелачивание бетона в элементах сооружений;
- размывы русел каналов и русел в нижних бьефах;
- обнажение и коррозия рабочей арматуры несущих железобетонных элементов сооружений и анкерных креплений стен и сводов подземных выработок.

7.3.13 Состав контролируемых качественных диагностических показателей (признаков) для каждого конкретного сооружения следует назначать и уточнять, а при необходимости дополнять, исходя из особенностей его конструкции, условий и опыта эксплуатации, реального технического состояния, наличия (отсутствия) и характера развития деструктивных процессов при их наличии.

7.3.14 Качественные диагностические показатели эксплуатируемого сооружения необходимо считать соответствующими критериям предупреждающего уровня $\tilde{К}1$, если они характеризуются начальной стадией (признаком) проявления и отсутствием развития деструктивных процессов во времени. При этом техническое состояние ГТС по данным показателям оценивается как частично работоспособное.

7.3.15 Предельный критериальный уровень $\tilde{К}2$ качественных диагностических показателей (признаков) должен характеризоваться их явным проявлением и развитием деструктивных процессов во времени, способных вызвать значительные повреждения или аварию сооружения. При этом следует считать, что сооружение переходит в неработоспособное (предаварийное) состояние.

8 Требования по организации и составу контрольных наблюдений и обследований в системе мониторинга гидротехнических сооружений

8.1 Общие требования к наблюдениям

8.1.1 Контрольные наблюдения на ГТС должны проводить постоянно в соответствии с требованиями федерального закона [2], правил технической эксплуатации электрических станций и сетей [3], строительных норм и правил СП 23.13330, СП 39.13330, СП 40.13330 и настоящего стандарта.

Данные наблюдений следует регулярно анализировать, и по их результатам должны производить оценку состояния и безопасности ГТС. Результаты анализа должны представлять в виде текущих информационных (оперативных) и ежегодных технических отчетов.

8.1.2 В составе контрольных наблюдений на ГТС I—III классов должны проводить систематические инструментальные и визуальные наблюдения и обследования. На сооружениях IV класса проводят визуальные наблюдения и обследования, инструментальные наблюдения осуществляют при соответствующем обосновании.

8.1.3 На ГТС I—III классов наблюдения должны быть комплексными и выполняться по специальной для каждого сооружения программе. Их состав должен соответствовать составу объектов (элементов) диагностирования и отвечать требованию получения полной и достоверной информации по всем намеченным проектом диагностическим показателям состояния сооружения и необходимым нагрузкам и воздействиям на него.

8.1.4 Состав наблюдений, проводимых на ГТС, типы и количество КИА должны быть определены проектом.

8.1.5 Наблюдения должны быть систематическими и обладать высокой оперативностью получения информации и проведения измерений (наблюдений). Регулярными наблюдениями следует охватывать все этапы жизненного цикла сооружения.

8.1.6 Основными задачами наблюдений за ГТС должны быть: комплексное изучение их основных показателей работы; проверка соответствия этих показателей проектным предпосылкам, критериям безопасности и нормативным требованиям; выявление дефектов сооружений; объективная оценка эксплуатационной надежности и безопасности сооружений. Для решения указанных задач ГТС должны быть оснащены КИА. В проектах ГТС I—III классов соблюдение требования по установке КИА для проведения наблюдений и исследований является обязательным.

8.1.7 Контрольные наблюдения на ГТС должны проводить с заданной периодичностью производства измерений в режиме мониторинга (с оценкой результатов после каждого цикла измерений).

8.1.8 Для эксплуатируемых ГТС данные наблюдений должны использовать в поверочных расчетах при корректировке ранее установленных для них критериальных значений контролируемых диагностических показателей.

8.1.9 Квалификация эксплуатационного персонала, выполняющего наблюдения, должна отвечать требованиям ГОСТ Р 55260.1.9 и периодически подтверждаться через систему повышения квалификации и аттестацию, согласно Правилам работы с персоналом в организациях электроэнергетики, утвержденным Минэнерго России [4], и Положению по подготовке и аттестации специалистов, утвержденному Ростехнадзором [5].

8.1.10 Результаты наблюдений должны обладать необходимой представительностью, достоверностью и сравнимостью.

8.1.11 Данные наблюдений в режиме мониторинга должны подвергать оперативному (после каждого цикла измерений) экспресс-анализу для оценки технического состояния ГТС и своевременного принятия мер по предотвращению аварийных ситуаций.

8.2 Организация наблюдений и обследований гидротехнических сооружений

8.2.1 Контрольные наблюдения (при необходимости также специальные исследования) на ГТС должны быть организованы их собственником (гидрогенерирующей компанией или эксплуатирующей организацией) в соответствии с требованиями федерального закона [2].

8.2.2 Контрольные наблюдения и технические средства системы мониторинга ГТС в период эксплуатации должны быть предусмотрены в составе и объеме требований специального проекта.

8.2.3 Для ГТС I—III классов, находящихся в эксплуатации без должных технических средств для проведения мониторинга их состояния (или недостаточности этих средств), должен быть разработан и реализован соответствующий проект системы мониторинга.

Согласно СП 58.13330 проект наблюдений для ГТС I—III классов должен включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение;
- перечень контролируемых и диагностических показателей работы и состояния сооружения и его основания;
- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;
- чертежи и технические условия на установку в сооружения КИА, спецификацию измерительных приборов и устройств;

- структурную схему и технические решения системы мониторинга, включая автоматизированную или ИДС контроля;
- инструктивные документы и методические рекомендации по проведению наблюдений за работой и состоянием ГТС;
- критерии безопасности ГТС.

8.2.4 Проект наблюдений и системы мониторинга ГТС должен быть разработан специализированной организацией, имеющей соответствующий производственный профиль, опыт и свидетельства на разрешение проведения данного вида работ.

8.2.5 В соответствии с требованиями федерального закона [6] проектной документацией должна быть предусмотрена организация мониторинга оценки воздействия ГТС на окружающую среду в период эксплуатации.

8.2.6 В проекте наблюдений должны быть предусмотрены меры по защите от повреждений КИА, кабельных линий от установленных в сооружение измерительных приборов и измерительных пультов, а также необходимые меры по обеспечению безопасного производства работ при проведении измерений.

8.3 Состав инструментальных наблюдений в режиме мониторинга

8.3.1 Инструментальные наблюдения следует регулярно проводить в режиме мониторинга на ГТС I—III классов на всех стадиях их эксплуатации.

8.3.2 Состав и объем контрольных инструментальных наблюдений за ГТС в общем случае следует назначать в зависимости от класса сооружения, его конструктивных особенностей, геологических, климатических, сейсмических условий, а также условий возведения и эксплуатации.

8.3.3 В состав инструментальных наблюдений должны быть включены все назначенные для конкретного сооружения диагностические показатели, а также внешние нагрузки и воздействия, характеризующие его работу и техническое состояние, контролируемые значения которых могут измеряться с помощью стационарной КИА и (или) переносными приборами.

8.3.4 Рациональность выбора состава наблюдений и размещения КИА следует оценивать возможностью дифференцированного контроля состояния элементов сооружения, получения фактических значений диагностических показателей его работы, являющихся наиболее важными для обеспечения надежности сооружения.

8.3.5 Минимально необходимый состав инструментальных наблюдений для конкретного сооружения (или комплекса сооружений ГЭС) должен быть обусловлен в основном составом назначенных для сооружения количественных диагностических показателей технического состояния и безопасности, а также требованиями обеспечения их регулярных измерений в режиме мониторинга.

8.3.6 Инструментальными наблюдениями ГТС необходимо контролировать:

8.3.6.1 Бетонные сооружения:

- напряженно-деформированное состояние ответственных элементов сооружения и основания, прочность бетона как материала;
- общие и относительные перемещения сооружения, его конструктивных элементов и основания;
- фильтрационный режим сооружения, основания и береговых массивов сопряжений;
- температурный режим сооружения, основания, водохранилища;
- эффективность работы противофильтрационных элементов и дренажных устройств.

8.3.6.2 Грунтовые сооружения (плотины и дамбы):

- эффективность работы противофильтрационных элементов и дренажных устройств;
- фильтрационный режим сооружения, основания, береговых примыканий;
- общие и относительные осадки и перемещения;
- фильтрационную прочность грунтов сооружения, основания и береговых примыканий;
- температурный режим сооружения, основания, берегов и водохранилища (в северных условиях);
- напряженно-деформированное состояние сооружения, противофильтрационных устройств и основания;
- основные нагрузки и воздействия на сооружение.

8.3.6.3 Подземные сооружения (туннели):

- давление грунта и воды на несущие нагрузку обделки стен и сводов камер выработок;
- напряженное состояние обделок и анкерных креплений;
- деформации и перемещения стенок и сводов камер выработок;

- фильтрационный и температурный режимы сооружения и вмещающего его горного массива;
- раскрытие тектонических трещин и относительные смещения по ним массивов горных пород;
- эффективность работы противофильтрационных завес и дренажных устройств.

8.3.6.4 Напорные трубопроводы (водоводы):

- напряженно-деформированное состояние оболочек;
- герметичность компенсаторных соединений и трубопроводов;
- трещинообразование в оболочках;
- состояние аэрационных шахт и уравнительных камер.

8.3.6.5 Подпорные стенки:

- напряженно-деформированное состояние бетонных конструкций;
- напряженно-деформированное состояние и боковое давление грунтовых массивов обратных засыпок;
- общие и относительные перемещения элементов;
- фильтрационный и температурный режим сооружения, обратных засыпок и основания;
- эффективность работы дренажных устройств.

8.3.6.6 Подводящие и отводящие каналы (открытые):

- деформации дамб, ограждающих русло канала;
- фильтрационный режим дамб, ограждающих русло канала;
- температуру воды в канале (в период шугообразования);
- размывы русла и отложения наносов.

8.3.6.7 Основания ГТС:

- фильтрационный режим, фильтрационную прочность грунта;
- температурный режим (при наличии вечной мерзлоты);
- осадки, поровое давление (в глинистых грунтах);
- напряженное состояние грунта в зонах контакта с сооружением.

8.3.7 В сейсмоопасных районах на ГТС I и II классов следует проводить сейсмометрические наблюдения в режиме мониторинга в соответствии с Правилами технической эксплуатации [3] и Правилами строительства в сейсмических районах, утвержденными Минрегионом России, СП 14.13330.

8.4 Состав визуальных наблюдений на гидротехнических сооружениях в режиме мониторинга

8.4.1 Визуальные наблюдения следует проводить путем общих систематических осмотров сооружения, его основных конструктивных элементов и прилегающей к сооружению территории с целью оценки его состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплуатационную надежность, определения вида и объемов ремонтных работ.

8.4.2 Систематические визуальные наблюдения в режиме мониторинга необходимо проводить на ГТС всех классов.

8.4.3 Систематические визуальные наблюдения ГТС, наряду с инструментальными наблюдениями, следует проводить в целях своевременности выявления и оценки развития неисправностей, повреждений и дефектов в работе, снижающих их безопасность и способных вызвать аварийную ситуацию, оперативного принятия мер по ремонту и обеспечению эксплуатационной надежности ГТС.

8.4.4 Минимально необходимый состав визуальных наблюдений должен соответствовать составу контролируемых качественных диагностических показателей (признаков) состояния сооружения, назначенных с учетом его класса, конструктивных особенностей, природно-климатических условий и условий эксплуатации, наличия и характера дефектов и неблагоприятных процессов в сооружении. В период эксплуатации сооружения состав визуальных наблюдений подлежит уточнению.

8.4.5 Визуальные наблюдения на ГТС должны включать:

8.4.5.1 На бетонных и железобетонных сооружениях:

- выявление и оценку механических, кавитационных, коррозийных и химических повреждений и разрушений бетона сооружения и его ответственных элементов;
- регистрацию образований и оценку характера трещин в бетонной кладке и в несущих нагрузку элементах, вызванных различными факторами;
- контроль необратимых раскрытий швов;
- выявление и оценку повреждений защитного слоя бетона (карбонизация, отслоения);
- оценку процесса коррозии и механических повреждений арматуры и стальной облицовки;

- регистрацию очагов и оценку интенсивности процессов выщелачивания бетона (вымывание извести фильтрующейся водой);
- контроль протечек воды через швы, трещины, бетон.

8.4.5.2 На грунтовых сооружениях (плотины, дамбы):

- выявление и оценку выходов фильтрации через сооружения, основание, берега, сопряжения;
- выявление и оценку очагов фильтрационно-суффозионных выносов грунта из сооружения, основания и береговых массивов, примыкающих к сооружению;
- контроль работы и состояния дренажей, водоотводящих выпусков, канав и кюветов;
- контроль общих деформаций и фильтрации в зонах сопряжения грунтового сооружения с бетонными сооружениями и берегами;
- фиксирование мест заболачивания территории, примыкающей к подошве сооружения в нижнем бьефе;
- выявление и оценку местных деформаций откосов, гребня и берм плотин (дамб), а также береговых склонов в примыканиях;
- выявление, регистрацию и оценку развития всевозможных трещин на гребне, откосах и бермах;
- контроль состояния креплений верхового и низового откосов, крепления берегов (при их наличии);
- наблюдения за эрозией берегов водохранилища;
- наблюдения за образованием наледей на низовом откосе и прилегающей территории, за ледовым и температурным режимами и мутностью воды водоемов, образовавшихся в нижнем бьефе вследствие фильтрации;
- выявление признаков морозного выветривания материалов тела плотины (дамбы);
- наблюдения за размывами и подмывами сооружения и берегов со стороны нижнего бьефа;
- наблюдения за развитием древесно-кустарниковой растительности, травяного покрова и поведением землеройных животных на плотине (дамбе).

8.4.5.3 На подземных сооружениях:

- регистрацию и оценку деформаций и раскрытия трещин в облицовках стенок и сводов и в других бетонных конструкциях, раскрытия тектонических трещин и трещин отдельностей во вмещающем скальном массиве;
- выявление мест и оценку степени повреждения и разрушения бетона, отслоений защитного слоя бетона от арматуры, выпучиваний, повреждений и коррозии арматуры;
- регистрацию разрывов или «выдергиваний» стальных анкеров крепления облицовок и горной породы;
- выявление видимых вывалов и подвижек блоков отдельностей горной породы по трещинам;
- фиксирование мест и оценку величины приточности фильтрационной воды в помещениях;
- контроль состояния аварийных выходов, освещения и вентиляции;
- проверку работоспособности дренажных устройств и насосных станций откачки дренажных вод.

8.4.5.4 На напорных трубопроводах (водоводах):

- выявление и оценку механических повреждений бетона оболочек;
- регистрацию протечек через компенсаторы;
- выявление и характер трещин в обделках водоводов;
- выявление очагов кавитационных и коррозионных повреждений.

8.4.5.5 На подводящих и отводящих каналах:

- регистрацию и оценку повреждений облицовок, локальных просадок, морозного пучения и мест оползания грунта дамб обвалования русла канала;
- выявление и оценку развития очагов фильтрации воды из канала через дамбы и основание;
- выявление мест и оценку объемов сползания с бортов грунта в русло канала, отложения «баров»;
- оценку сбойности потока, состояния гасителей энергии и наличия размывов русла канала и берегов в нижнем бьефе;
- регистрацию появлений плавающих торфяных полей в верхнем бьефе.

8.5 Обследования гидротехнических сооружений

8.5.1 ГТС помимо регулярных контрольных инструментальных и визуальных наблюдений в период эксплуатации периодически, не реже чем один раз в пять лет (перед декларированием безопасности), следует подвергать централизованному обследованию комиссиями в составе технических специалистов, экспертов — представителей гидрогенерирующей компании (эксплуатирующей организации),

государственных надзорных органов, проектных и научных организаций, экспертных центров. Рекомендации комиссии, направленные на обеспечение нормального технического состояния и уровня безопасности ГТС, подлежат исполнению в определенные комиссией и согласованные с компанией или эксплуатирующей организацией сроки. Порядок проведения преддекларационных обследований определен Положением о декларировании безопасности гидротехнических сооружений, утвержденным Правительством Российской Федерации [7].

8.5.2 ГТС всех классов в процессе эксплуатации следует также подвергать регулярным обследованиям в виде технических осмотров. Регулярные обследования ГТС, как правило, должны совмещать по времени с циклами проведения в режиме мониторинга контрольных визуальных натурных наблюдений согласно требованиям раздела 10.

Регулярные обследования (технические осмотры) ГТС должны проводить в целях своевременного выявления повреждений и негативных процессов, снижающих их эксплуатационную надежность и безопасность.

8.5.3 К числу регулярных обследований ГТС должны быть отнесены также ежегодные комиссионные предпаводковые, послепаводковые и предзимние технические осмотры и контрольные проверки готовности ГЭС к пропуску предстоящего паводка, к эксплуатации ГТС и оборудования в предстоящий зимний период.

После прохождения паводков комиссией должны быть выявлены размывы в нижнем бьефе, повреждения ГТС и их причины, дана оценка степени опасности повреждений и размывов для сооружений. Данные обследования проводятся комиссиями из числа технических специалистов ГЭС.

8.5.4 На сооружениях, подвергшихся чрезвычайным воздействиям (землетрясения силой более 5 баллов, катастрофические паводки, ураганы и др.), а также на сооружениях, на которых появились повреждения (процессы), способные вызвать предаварийную ситуацию, следует проводить внеочередные комиссионные обследования с участием технических специалистов и представителей государственных надзорных органов.

8.5.5 Для установления причины возникновения обнаруженных на сооружении опасных повреждений или процессов, способных снизить его эксплуатационную надежность или вызвать аварийную ситуацию, должно быть оперативно организовано и проведено дополнительное обследование дефектных частей сооружения (основания) специалистами соответствующих профилей, а по итогам обследования подготовлено заключение о степени надежности сооружения на момент обследования и даны рекомендации по первоочередным мероприятиям приведения его в исправное состояние, а также рекомендации по необходимости проведения специальных исследований возникшей проблемы.

8.5.6 Обследования ГТС при необходимости должны сопровождаться контрольными измерениями по КИА и возможными проверками работы затворов, подъемных механизмов и водосбросов, цели и объемы которых определены программой работы комиссии, проводящей обследование.

8.5.7 При всех видах обследований ГТС должны быть решены следующие основные задачи: выявление признаков неблагоприятных для сооружений процессов, аномально больших осадок, деформаций, перемещений; выявление зон и участков разрушения материала конструктивных элементов, сосредоточенных выходов фильтрационного потока; оценка эффективности выполненных ремонтных мероприятий, состояния механического оборудования ГТС и КИА.

8.5.8 Результаты обследований и технических осмотров ГТС должны быть использованы собственником и эксплуатирующей организацией при разработке и реализации производственных программ по их профилактическим, текущим и капитальным ремонтам (реконструкции), совершенствовании системы мониторинга.

9 Требования по оснащению эксплуатируемых гидротехнических сооружений техническими средствами мониторинга

9.1 Контрольно-измерительная аппаратура

9.1.1 Оснащение эксплуатируемых ГТС КИА и измерительными устройствами следует осуществлять главным образом в период их строительства по специальному проекту наблюдений (мониторинга).

9.1.2 В составе КИА должны использоваться измерительные приборы (датчики, преобразователи) серийного (промышленного) типа, прошедшие метрологическую аттестацию и сертификацию, удовлетворяющие требованиям по точности и диапазону измерений, долговременной стабильности в соответствии с федеральным законом [8] и ГОСТ 8.596.

В качестве измерительных устройств, не требующих метрологической аттестации, допускается использовать устройства и приборы не промышленного изготовления, прошедшие широкую апробацию на практике (трубные пьезометры, мерные водосливы, механические щелемеры, геодезические марки и реперы, мерные сосуды, ленты, рейки и т. п.).

9.1.3 Выбор в проекте номенклатуры и типов измерительных приборов и устройств должен делаться, исходя из требований получения надежных и достоверных результатов измерений фактических значений диагностических показателей работы и оценки технического состояния ГТС во всем диапазоне действующих на них нагрузок и воздействий.

9.1.4 КИА в ГТС должна быть установлена в наиболее «чувствительных» к нагрузкам и наиболее напряженных местах (зонах, точках, участках) таким образом, чтобы для каждого расчетного критерия безопасности сооружения была получена измерениями численная величина соответствующего контролируемого диагностического показателя.

9.1.5 При назначении номенклатуры и количества КИА и других измерительных устройств должны быть удовлетворены соответствующие требования, чтобы результаты инструментальных наблюдений сооружений обладали надлежащей представительностью, достоверностью и сравнимостью.

9.1.6 Измерительные приборы и устройства, предназначенные для проведения наблюдений за сооружениями и основанием, должны размещать, как правило, в контрольных секциях, сечениях и створах сооружения (основания) с учетом его конструктивных решений, инженерно-геологических и криологических особенностей, профиля створа по основанию, условий эксплуатации.

9.1.7 Количество контрольных измерительных сечений в сооружении назначается с таким расчетом, чтобы по показаниям установленной в них КИА можно было с достаточной подробностью характеризовать работу и состояние сооружения в целом и отдельных наиболее ответственных участков и элементов в частности.

9.1.8 После первичного наполнения водохранилища и выявления «слабых» мест в работе сооружения проектное количество контрольных наблюдательных сечений или створов должно быть уточнено, а при необходимости увеличено. В процессе длительной эксплуатации сооружения эти уточнения должны периодически осуществлять с учетом показателей его работы, в том числе процессов старения, изменения состава диагностических показателей сооружения и основания, перераспределения нагрузок и других факторов.

9.1.9 Основанием для ввода в эксплуатацию КИА должен служить акт ее установки в сооружение.

9.1.10 При сдаче ГТС подрядная организация, осуществлявшая монтаж КИА, должна передать гидрогенерирующей компании (эксплуатирующей организации) по акту приемки-сдачи установленную КИА со следующей документацией:

- комплект рабочих чертежей и исполнительных схем на установку КИА;
- паспорта, аттестаты и монтажно-эксплуатационные инструкции средств измерений;
- акты предмонтажной и послемонтажной проверок работоспособности измерительных приборов и устройств, акты на установку приборов в сооружения;
- монтажные ведомости приборов;
- журналы наблюдений и ведомости с нулевыми отсчетами по каждому прибору, технические отчеты по выполненным наблюдениям за сооружениями.

9.1.11 Установленная в ГТС телеметрическая КИА должна быть скоммутирована кабельными линиями на измерительные терминалы (пульты) и промаркирована.

9.1.12 Подходы к измерительным пультам КИА должны отвечать требованиям по охране труда.

9.2 Информационно-диагностические системы мониторинга гидротехнических сооружений

9.2.1 ИДС (верхний уровень АСДК) должна быть создана на базе современных компьютерных и информационных технологий и программно-технического обеспечения.

9.2.2 В общем случае ИДС как составная часть системы мониторинга ГТС ГЭС должна обеспечивать:

- накопление и хранение данных наблюдений и информации, необходимой для первичной и вторичной обработки данных измерений, а также осуществление диагностики ГТС;
- первичную и вторичную обработку данных измерений по КИА;
- визуализацию данных наблюдений (построение таблиц, графиков, эпюр и др.);
- графическое отображение схем размещения КИА в контролируемых сооружениях и их элементах (в контрольных секциях, сечениях, блоках, в потернах, в основании и др.);

- оперативную диагностику состояния ГТС путем сравнения контролируемых диагностических показателей с их критериальными значениями (критериями безопасности);
- доступ к данным наблюдений, расчетным или экспериментальным проектным значениям и критериям безопасности.

9.2.3 ИДС следует создавать для обеспечения ее использования как в минимальной (локальной) конфигурации на базе некоммерческих программных продуктов, так и в сетевой конфигурации на основе мощных коммерческих сетевых распределенных вычислительных систем.

9.2.4 Устанавливаемая на ГЭС ИДС контроля эксплуатационной надежности и безопасности ГТС должна включать:

- информационную структуру системы, взаимосвязи между элементами системы, унифицированные протоколы взаимодействия между элементами;
- унифицированные средства построения интерфейса пользователя;
- унифицированный интерфейс взаимодействия с базами данных;
- формализованные требования к технологическому программному обеспечению, работающему в рамках системы;
- программное обеспечение для работы через выбранные унифицированные интерфейсы;
- интерфейсы пользователя для работы с адаптированными программами через унифицированный интерфейс;
- базу данных на логическом уровне;
- базу данных на физическом уровне;
- вычислительные методы для контроля и прогноза состояния ГТС на базе математических моделей с использованием данных наблюдений;
- графические интерфейсы конечного пользователя к информации, хранящейся в базе данных;
- приложения:

а) для визуализации процессов изменения контролируемых параметров во времени и друг от друга,

б) построения различных эпюр и изолиний, графиков изменения количественных диагностических показателей,

в) занесения измеренных значений контролируемых параметров в базу с контролем ошибок ввода и на соответствие ожидаемому значению,

г) экспорта данных из базы в выбранном формате,

д) передачи результатов наблюдений адресатам по команде оператора,

е) подготовки отчетов.

9.2.5 В базе данных ИДС должны храниться:

- описание объектов наблюдения — паспортные данные сооружений, природные условия площадки гидроузла (климатические, топографические, инженерно-геологические, гидрологические, сейсмические), чертежи (разрезы, планы) сооружений;
- характеристики технических средств контроля — схемы размещения КИА, паспортные и тарировочные данные КИА;
- замеры по КИА;
- значения контролируемых диагностических показателей, переведенные в физические показатели (перемещения, температуры, деформации, пьезометрические напоры), контролируемые показатели, вычисленные по измеренным показателям (напряжения, градиенты напоров и т. д.);
- результаты визуальных наблюдений (качественные признаки, используемые при диагностическом контроле);
- документация о материалах и технологии возведения сооружений;
- документация об имевших место повреждениях, авариях и ремонтах, информация о землетрясениях, перенесенных сооружением;
- акты обследований состояния сооружений;
- критериальные значения контролируемых показателей;
- информация об используемых прогнозных моделях.

9.2.6 ИДС должна предоставлять пользователю доступ к визуальной информации в виде:

- различного вида таблиц с данными измерений;
- графиков изменения контролируемых параметров во времени;
- графиков зависимостей одного контролируемого параметра от другого (в том числе от внешних воздействий — уровня верхнего бьефа и температуры наружного воздуха);

- различных эпюр (отвесы, пьезометрические уровни, противодавление, осадки, напряжения);
- изолиний;
- форм ввода данных с контролем ошибок ввода и соответствия ожидаемому значению;
- форм подготовки запроса и передачи данных наблюдений адресату по команде оператора для экспертной оценки;
- шаблонов подготовки отчетов.

9.2.7 Программный комплекс ИДС должен удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать диагностический контроль ГТС в соответствии с требованиями законодательных и нормативных документов;
- программные модули должны быть документально оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 19.106 и представлены в виде исходных кодов;
- в программном обеспечении должны быть использованы стандартные форматы передачи данных и изображений.

9.2.8 Система должна быть рассчитана на работу в наиболее распространенных в настоящее время на территории России операционных средах либо для повышения надежности и быстродействия иметь полностью функциональную мультиплатформенную версию.

9.2.9 ИДС объекта должна содержать в базах данных кроме материалов наблюдений за ГТС необходимую справочную информацию, проектные материалы, диагностические и расчетные показатели сооружений и их критериальные значения, схемы размещения КИА в контрольных створах и сечениях, паспортные и тарировочные данные измерительных приборов, программный комплекс и др., которыми обеспечиваются на современном уровне обработка, интерпретация и анализ данных наблюдений, оценка технического состояния и безопасности ГТС.

9.3 Автоматизированные системы диагностического контроля гидротехнических сооружений

9.3.1 АСДК ГТС ГЭС должна представлять собой интегрированную систему, включающую в себя:

- верхний уровень: ИДС, обеспечивающую сбор, хранение, обработку и анализ результатов измерений по КИА, оперативное диагностирование и оценку безопасности ГТС;
- нижний уровень: АСО КИА с использованием датчиков, установленных в сооружениях, и телекоммуникационных средств передачи результатов измерений на сервер сбора данных.

Примечание — Для ГТС, не оснащенных или оснащенных в недостаточном количестве дистанционными измерительными устройствами, допускается применять АСДК (ИДС) без АСО КИА. В этих случаях регулярные измерения по приборам в сооружениях следует производить «вручную» переносными вторичными приборами опроса и затем заносить в базу данных ИДС для последующей обработки, интерпретации и анализа.

9.3.2 В общем случае АСДК, как составная часть системы мониторинга ГТС, должна отвечать требованиям ГОСТ 34.602 и ГОСТ 34.603.

АСДК должна обеспечивать:

- автоматизированный опрос установленных в сооружение телеметрических приборов, регистрацию их показаний и передачу информации на пульт оператора;
- накопление и хранение данных наблюдений и другой необходимой информации;
- первичную и вторичную обработку данных измерений по КИА, сравнение их с критериальными значениями диагностических показателей;
- визуализацию данных наблюдений (построение таблиц, графиков, эпюр и др.);
- доступ к данным наблюдений, их сравнение с расчетными или экспериментальными проектными значениями и критериями безопасности;
- графическое отображение схем размещения КИА в контролируемых элементах сооружения [в контрольных секциях, сечениях, блоках, галереях (потернах), в основании и др.];
- контроль работоспособности (тестирование) измерительных приборов, установленных в сооружения.

9.3.3 АСО КИА (нижний уровень АСДК) должна базироваться на использовании измерительных терминалов, соединенных в общую локальную сеть. В состав терминала должны входить: электронный многоканальный коммутатор; аналого-цифровое устройство опроса приборов и приема сигналов от них; программируемый логический контроллер (микропроцессор), управляющий технологическим процессом опроса приборов и передачей информации на базовый компьютер.

9.3.4 Программно-технический комплекс АСО КИА должен выполняться на основе унифицированных технических, программных и информационных средств с использованием минимального числа типов и конструктивного исполнения аппаратуры и телекоммуникационного оборудования.

Процедура опроса датчиков должна управляться программой, установленной на сервере центрального пульта сбора информации. Сервер должен входить в локальную компьютерную сеть электростанции, иметь соответствующую систему управления базами данных для работы ИДС контроля безопасности ГТС, обеспечивать передачу информации на рабочие места эксплуатационной и технической служб ГЭС и в системы мониторинга вышестоящих уровней.

9.3.5 Для ГТС I и II классов в составе АСДК должны быть предусмотрены технические и программные средства, представленные в таблице 1.

Таблица 1 — Состав основных технических и программных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений

Техническое и программное средство мониторинга гидротехнических сооружений	Класс сооружения	
	I	II
1 Системы мониторинга	+	+
1.1 Правила (инструкция) мониторинга ГТС	+	+
1.2 Средства инструментальных наблюдений	+	+
1.3 Компьютерные средства	+	+
2 Средства инструментальных наблюдений	+	+
2.1 Дистанционная КИА, совместимая с автоматизированными информационно-измерительными диагностическими системами	+	+
2.2 Средства геодезического контроля, пьезометры, мерные водосливы, средства химического анализа и другие измерительные устройства, требующие участия человека в процессе измерений	+	+
2.3 Переносные средства измерения, дефектоскопы, средства акустического, электрометрического и радиолокационного зондирования, тепловизоры и другие средства измерения и индикации, используемые при инспекционных обследованиях	+	+
3 Выносные модули и автономные терминалы автоматизированных информационно-измерительных систем, обеспечивающие автоматизированный сбор информации о состоянии ГТС	+	*
4 Компьютерные программные средства	+	+
4.1 Программное обеспечение автоматизированного ввода данных измерений	+	*
4.2 Программное обеспечение первичной обработки данных измерений	+	+
4.3 Программное обеспечение формализации отчетных материалов и графического оформления результатов измерений и анализа данных наблюдений	+	+
5 Программное обеспечение базы данных	+	+
5.1 Информация о сооружениях гидроузла (текстовая, графическая, табличная)	+	+
5.2 Инструкция о составе наблюдений, установленной КИА, и системе мониторинга ГТС	+	+
5.3 Данные наблюдений и результаты их первичной обработки	+	+
5.4 Данные диагностики и прогноза состояния сооружений	+	+
5.5 Результаты анализа риска аварии (уровня безопасности)	+	+
6 Интерфейс пользователя информации базы данных	+	+

Окончание таблицы 1

Техническое и программное средство мониторинга гидротехнических сооружений	Класс сооружения	
	I	II
6.1 Ввод, редактирование, корректировка информации базы данных	+	+
6.2 Просмотр результатов измерений	+	+
6.3 Представление отображенной информации	+	+
6.4 Диагностирование состояния сооружений	+	+
6.5 Создание отчетных материалов	+	+
7 Программные средства	+	+
7.1 Регрессионный анализ результатов наблюдений	+	*
7.2 Детерминистические модели работы сооружений	+	*
7.3 Оценка риска аварии (уровня безопасности)	+	+
Примечание — Условные обозначения: «+» — обязательное требование; «*» — рекомендуемое требование.		

9.3.6 Установленные на объекте АСДК и ИДС, входящие в техническую систему мониторинга, должны быть испытаны в работе и сданы гидрогенерирующей компании (эксплуатирующей организации) по акту приемки-сдачи.

10 Требования по периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) гидротехнических сооружений

10.1 Регулярные инструментальные и визуальные наблюдения за ГТС следует проводить в режиме мониторинга в сроки и с периодичностью, определяемыми проектом, программой наблюдений и требованиями настоящего стандарта.

Примечание — Периодичность инструментальных (визуальных) наблюдений — интервал времени между предыдущим и последующим циклами измерений (визуальными осмотрами) по приборам, установленным в сооружение и контролирующим показатели его работы и технического состояния.

10.2 Регулярные наблюдения за ГТС должны начинаться на стадии их строительства и продолжаться непрерывно в течение всего периода жизненного цикла сооружений вплоть до их консервации или ликвидации.

10.3 Для каждого конкретного ГТС периодичность регулярных наблюдений назначается индивидуально и с учетом его технического состояния, характера реакции сооружения на нагрузки и воздействия, наличия (отсутствия) и интенсивности развития неблагоприятных для сооружения процессов или повреждений, условий эксплуатации.

10.4 На основе отечественного и зарубежного опыта и многолетней практики эксплуатации ГТС регулярные наблюдения (за исключением осадок и горизонтальных перемещений) следует проводить с периодичностью:

- в период, предшествующий первоначальному наполнению водохранилища, — не реже одного цикла в 7—10 дней;
- в процессе наполнения водохранилища — не реже одного цикла в 5—7 дней;
- в начальный период эксплуатации сооружения при завершении наполнения водохранилища и нормальных показателях его состояния, вплоть до проявления признаков установившегося режима его работы, периодичность циклов наблюдений должна назначаться в интервалах 10—15 дней;
- после выхода работы сооружения на установившийся режим и при отсутствии аномальных явлений или процессов: не реже одного цикла в 15 дней — для визуальных наблюдений и одного-двух циклов в месяц — для инструментальных наблюдений.

10.5 Абсолютные осадки и горизонтальные перемещения сооружения следует контролировать с периодичностью: один (контрольный) цикл наблюдений обязательно должен быть проведен непосредственно

перед началом наполнения водохранилища; от двух до четырех циклов в месяц — в процессе наполнения водохранилища; по два цикла в год — в период нормальной эксплуатации при сезонных сработках и наполнениях водохранилища (первый цикл проводят при самом низком сработанном уровне верхнего бьефа; второй — спустя 1—2 мес. после подъема уровня водохранилища до нормального подпорного уровня).

10.6 В исключительных случаях, когда в работе ГТС наблюдаются проявление и интенсивное развитие опасных процессов (появление сосредоточенных очагов фильтрации; развитие суффозионного выноса грунта, просадочных и оползневых явлений; образование опасных трещин; резкие повышения фильтрационных напоров, расходов и градиентов напора, интенсификация осадок или горизонтальных смещений, раскрытия швов и трещин), измерения по КИА и осмотры сооружения следует проводить по учащенному графику ежедневно или несколько раз в сутки, вплоть до выяснения причин возникновения указанных процессов и реализации оперативных инженерных решений по их ликвидации.

10.7 Внеочередные циклы измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений должны проводить: после прохождения катастрофических паводков; землетрясений более 5 баллов; сильных штормов (ураганов); форсировки уровня верхнего бьефа выше проектного; перемерзания дренажных устройств.

10.8 Изменения периодичности инструментальных наблюдений на эксплуатируемых ГТС в сторону уменьшения количества циклов измерений (в месяц, в год) могут быть введены гидрогенерирующей компанией (эксплуатирующей организацией) только при соответствующем обосновании этих изменений проектной или специализированной научно-исследовательской организациями в зависимости от соответствия работы и технического состояния ГТС требованиям проекта, критериям безопасности, а также степени информативности получаемых данных наблюдений.

10.9 Снижение периодичности регулярных визуальных наблюдений (осмотров) на эксплуатируемых при проектных нагрузках сооружениях до менее чем один-два цикла в месяц не допускается.

11 Требования по обработке и интерпретации данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений

11.1 Первичная обработка данных мониторинга должна заключаться в переводе показаний КИА и измерительных устройств в физические величины контролируемых показателей сооружения (например, напряжения, напор, расход, температура, смещения и др.), в выявлении ошибок измерений и в оперативном занесении полученной обработанной информации в базы данных ИДС (компьютер пользователя).

11.2 Вторичную обработку введенных в ИДС мониторинга данных выполненных измерений по КИА следует проводить с использованием программного комплекса.

Результаты вторичной обработки данных мониторинга должны быть представлены в виде таблиц, графиков изменения контролируемых показателей во времени и от действующих нагрузок, эпюр распределения значений показателей (напряжений, прогибов, осадок, смещений, напоров, температуры и др.) в пределах контрольных створов, секций, измерительных сечений.

На данном этапе обработки результатов мониторинга должны быть установлены зависимости не только между контролируемыми диагностическими показателями сооружения и действующими на него нагрузками, но также между отдельными взаимосвязанными диагностическими показателями (например, между прогибами секций бетонной плотины и раскрытием швов, между фильтрационным расходом и температурой воды в водохранилище и т. п.).

11.3 Первичная и вторичная обработки и интерпретация данных мониторинга должны быть выполнены специализированным подразделением (специалистами) ГЭС, осуществляющим оперативный контроль работы и технического состояния ГТС.

Результаты обработки данных наблюдений должны хранить в базах данных ИДС системы мониторинга, а также на отдельных носителях (электронных или бумажных) в архиве данных.

11.4 Для выполнения комплексного анализа данных текущего контроля работы и технического состояния ГТС по годичным и многолетним циклам наблюдений, а также для периодического многофакторного анализа прочности, устойчивости и надежности сооружений результаты наблюдений следует направлять в информационно-аналитический центр гидрогенерирующей компании или в специализированную научную организацию, выполняющую по договору с компанией функции аналитического центра.

Обработку данных текущего контроля ГТС в аналитическом центре должны производить с использованием ретроспективного подхода для выявления неблагоприятных тенденций изменения работы

и диагностических показателей ГТС, соответствия их фактического состояния проектным предпосылкам и нормам.

11.5 Для обеспечения корректности сравнения значений измеренных диагностических показателей технического состояния ГТС с их проектными и нормативными значениями сооружения должны периодически (при значительных изменениях условий и показателей работы ГТС) подвергать поверочным расчетам по уточненным наблюдениями расчетным схемам и прогнозным математическим моделям — статистическим, детерминистическим или смешанным. Поверочные расчеты сооружений должны выполняться специалистами информационно-аналитического центра безопасности ГТС гидрогенерирующей компании или специализированной проектной или научно-исследовательской организациями.

В расчетных схемах и моделях должны быть учтены конструктивные изменения сооружения, внесенные в ходе строительства и эксплуатации, а также выявленные наблюдениями особенности работы, процессы и дефекты, влияющие на прочность и устойчивость сооружения и основания, реальные нагрузки и воздействия, физико-механические характеристики материалов.

Детерминистическую (расчетную) модель сооружения следует подвергать процедуре «калибровки» на основе данных наблюдений и серии поверочных расчетов при различных значениях характеристик материалов и пород основания.

11.6 Статистические прогнозные модели необходимо применять для всего комплекса измеряемых диагностических показателей при наличии представительного временного ряда измерений в диапазоне воздействий, ранее испытанных сооружением.

11.7 Смешанные прогнозные модели надо применять в тех случаях, когда прогноз реального поведения сооружения на основе статистической или детерминистической модели оказывается неточным. В этом случае для разных диапазонов нагрузок и интервалов во времени должны быть применены различные модели.

11.8 Регистрируемые визуальными наблюдениями повреждения и дефекты в работе ГТС, а также неблагоприятные явления и процессы должны регулярно заносить в журнал визуальных наблюдений с оценкой динамики их развития для наглядного отображения посредством условных обозначений на масштабных картах-развертках поверхностей сооружений. На наиболее крупные и опасные повреждения сооружения должны быть заведены специальные контрольные листы, в которых следует отображать весь процесс проявления, развития и устранения техническими мероприятиями этого повреждения. Рекомендуемые формы контрольного листа и карты-развертки земляной плотины с условными обозначениями для ее заполнения приведены в приложении А.

12 Анализ и оценка технического состояния гидротехнических сооружений по данным мониторинга

12.1 Анализу данных регулярных наблюдений и обследований (мониторинга) ГТС должен предшествовать этап работы по выявлению и оценке влияния на работу сооружений допущенных в процессе их строительства изменений первоначальных проектных решений, обнаружению имевших место повреждений, отказов и предаварийных ситуаций в период строительства, ввода в эксплуатацию и в начальный период эксплуатации при полных проектных нагрузках, по оценке эффективности выполненных технических мероприятий в связи с изменениями проекта и по ликвидации указанных повреждений.

12.2 При выполнении работ по 12.1 предварительно должно быть проверено соответствие проектной документации: конструктивных и компоновочных решений сооружений; геометрических размеров элементов сооружений; конструкций противофильтрационных и дренажных устройств; типов волновых креплений и гасителей энергии водотоков; физико-механических и расчетных характеристик материалов сооружений (грунты, бетон); геологии основания; сейсмичности района и других показателей.

Одновременно должны быть выявлены имевшие место повреждения сооружений и их элементов, характер повреждений, предварительные причины возникновения повреждений (по данным заключений комиссий, актов осмотров и обследований и результатов специальных исследований ГТС).

12.3 В результате анализа данных мониторинга ГТС должны быть решены следующие основные задачи:

- дана оценка основных диагностических показателей работы и технического состояния сооружений и степени их соответствия требованиям норм, проектным положениям и соответствующим критериям безопасности;

- выявлены и оценены опасности неблагоприятных процессов, явлений и тенденций в работе сооружений, зарегистрированных наблюдениями и обследованиями;

- установлены причины возникновения неблагоприятных процессов, явлений и тенденций в работе сооружений и оснований;

- разработаны рекомендации по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС, повышению эффективности системы мониторинга.

12.4 Данные мониторинга ГТС следует подвергать экспресс-анализу, комплексному анализу и многофакторному анализу.

Примечания

1 Экспресс-анализ проводят по результатам оперативного контроля, осуществленного подразделением (специалистами) ГЭС по контролю ГТС после каждого цикла измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений, который предусматривает оперативное сравнение полученных значений диагностических показателей с их критериальными значениями (критериями безопасности). По данным экспресс-анализа производят оперативную оценку технического состояния сооружений, а именно: работоспособное (нормальное), частично работоспособное (потенциально опасное), неработоспособное (предаварийное).

2 Комплексный анализ проводят по результатам текущего контроля, осуществленного информационно-аналитическим центром гидрогенерирующей компании (при его наличии в структуре компании) или специализированной научной организацией, выполняющей функции аналитического центра. В общем случае комплексный анализ должен предусматривать: установление соответствия или несоответствия фактических значений всех контролируемых диагностических показателей работы и состояния сооружений проектным, нормативным и критериальным показателям; ежегодные изменения этих показателей во времени и ретроспективе (за весь период наблюдений); определение адекватности реакции сооружений и их элементов на изменения нагрузок и воздействий.

3 Многофакторный анализ проводят по результатам многофакторных исследований информационно-аналитическим центром гидрогенерирующей компании (организации) при его наличии или специализированной научной организацией. Исследования должны предусматривать расчетную оценку прочности, устойчивости и надежности сооружений после 25 лет эксплуатации независимо от их технического состояния. В поверочных расчетах используют данные комплексного анализа многолетних наблюдений для уточнения расчетных схем, нагрузок и воздействий.

В последующий период многофакторные исследования и соответствующий анализ производят по решению гидрогенерирующей компании (эксплуатирующей организации) при необходимости, в зависимости от изменений во времени технического состояния и условий эксплуатации сооружений.

12.5 В целях выявления возможных медленно развивающихся неблагоприятных процессов и нарушений нормальной работы ГТС при комплексном анализе данных мониторинга необходимо оценивать изменения диагностических показателей состояния сооружений во времени, используя метод их сравнения при идентичных граничных условиях (по нагрузкам, напору, температуре, уровневому режиму водохранилища и т. п.).

12.6 На основании комплексного анализа данных мониторинга технического состояния различных типов эксплуатируемых ГТС должно быть установлено:

12.6.1 Для грунтовых плотин и дамб:

- тенденция повышения, понижения или стабильности во времени положения поверхности депрессии при одних и тех же отметках уровней бьефов, наличие (отсутствие) выходов фильтрационного потока на поверхность низового откоса выше дренажа;

- закономерность изменения фильтрационного расхода через плотину и основание от действующего напора, наличие явлений изменения расходов, не мотивированных изменениями напора;

- значения действующих средних градиентов напора в области фильтрации, включая зоны разгрузки фильтрационного потока в дренаж, на дневную поверхность, в прослои грунтов относительно большей водопроницаемости в основании и др., соотношение натурных значений градиентов напора с допустимыми;

- динамика изменения в действующих очагах фильтрации и в дренажах мутности профильтровавшейся воды во времени и в зависимости от действующего напора на плотину;

- соответствие фактических отметок гребня проектным отметкам;

- закономерность хода осадки плотины и основания, наличие (отсутствие) тенденции к ее затуханию во времени, степень равнозначности относительной осадки сооружения по его длине (в различных наблюдательных створах), проявление резкой интенсификации хода осадки;

- закономерность горизонтальных перемещений гребня плотины от действующего напора, наличие и характер затухания необратимой составляющей перемещений;

- динамика развития во времени, а также в зависимости от действующего напора, просадочных воронок, наметившихся оползней на откосах и берегах, трещин различных ориентаций на гребне, откосах и бермах;

- уровень нормальных сжимающих напряжений в противофильтрационных элементах плотины (в ядре, экране, диафрагме и т. п.), соотношение их значений с величинами удельного геостатического и гидростатического давлений в контролируемых сечениях; наличие и местоположение в сооружении зон растягивающих напряжений, соотношение этих напряжений с показателями прочности материала на растяжение;

- характер и размеры повреждений волновых креплений откосов плотины, соответствие проекту крупности камня, толщины и конструкции крепления;

- работоспособность дренажных устройств плотины и основания, наличие признаков и явлений их засорения, зарастания, перемерзания;

- местоположение и размеры образующихся зимой наледей на низовом откосе, береговых склонах и на прилегающей территории нижнего бьефа, как следствие выхода на поверхность и замерзания профильтровавшейся воды.

12.6.2 Для бетонных сооружений:

- фактическая реакция сооружения на разные сочетания действующих нагрузок и воздействий с оценкой причин несоответствия проектным схемам;

- степень соответствия уровня полученных по результатам измерений нормальных напряжений в бетоне и арматуре в наиболее напряженных элементах сооружения их расчетным значениям и нормативным (расчетным) сопротивлениям; зоны действия и уровень растягивающих напряжений в бетоне;

- наличие и оценка влияния на состояние сооружения нарушений сплошности среды в системе «сооружение — основание» (наличие и величины раскрытия трещин в бетонных элементах, зон разуплотнения), влияние трещин на изменение схемы статической работы сооружения, характер поведения трещин при изменении внешних нагрузок и воздействий;

- закономерность хода осадки, горизонтальных перемещений и наклонов сооружения во времени с учетом схем изменения действующих нагрузок и воздействий, тектонических нарушений основания, наличие и характер затухания необратимой составляющей горизонтальных перемещений гребня сооружения;

- степень соответствия фактических (полученных измерениями напоров) эпюр противодавления по подошве сооружения и в горизонтальных швах проектным; причины и динамика изменения противодавления во времени в зависимости от действующего напора и других факторов;

- характер поведения строительных, температурных, осадочных и контактных швов под действием изменяющихся нагрузок и температуры, характер фильтрации воды через швы и трещины, развитие процессов выщелачивания бетона;

- динамика коррозии, кавитационных разрушений и абразивного износа поверхностного бетона, степень снижения его прочности в зонах переменных уровней воды, соответствие фактической прочности бетона в ответственных зонах сооружения требованиям проекта и норм;

- наличие и характер развития суффозионных процессов в основании, фильтрационная прочность основания;

- соответствие фактических показателей гашения напора на противофильтрационных элементах, соответствие схем работы дренажных устройств и значений дренажных расходов требованиям проекта;

- наличие и характер изменения необратимых деформаций элементов сооружения после сейсмособытий или техногенных динамических воздействий, а также вследствие ползучести стареющего бетона;

- наличие и характер деформаций дна и береговых склонов долины реки в створе сооружений и в зоне водохранилища (для высоких плотин).

12.6.3 Для подземных сооружений:

- наличие и характер деформаций (смещений) скальных массивов, вмещающих подземные сооружения, по тектоническим трещинам и разломам;

- закономерность деформаций скальных стенок и сводов (конвергенций) камер машинных залов и других горных выработок для сооружений в зависимости от нагрузок, температурного режима и тектоники;

- значения и динамика развития измеренных фактических усилий в анкерах крепления стенок и сводов камер горных выработок, их соотношение с проектными расчетными значениями;

- степень соответствия уровня нормальных напряжений в бетоне и усилий в арматуре железобетонных обделок стен и сводов горных выработок их проектным и нормативным значениям;
- значения и характер изменения во времени давления воды на обделки креплений горных выработок (водоводов, машинных залов, щитовых помещений и др.);
- эффективность работы противофильтрационных элементов и дренажных устройств вокруг горных выработок подземных сооружений (цементационные завесы, дренажные штольни и скважины и т. п.);
- динамика деградации вечной мерзлоты в скальном массиве, вмещающем подземные сооружения (для сооружений, расположенных в зоне вечной мерзлоты).

12.6.4 Для напорных трубопроводов (водоводов):
- характер и степень опасности раскрытия трещин в оболочках водоводов;
- отсутствие повышенной вибрации на всех режимах работы;
- закономерность и степень соответствия напряженно-деформированного состояния оболочек расчетным показателям;
- надежность работы компенсаторов и аэрационных устройств;
- надежность водоотводов от здания ГЭС на случай разрыва водовода;
- исключение разгерметизации крышки турбины.

12.6.5 Для подводящих и отводящих каналов:
- характер и размеры повреждений креплений откосов канала;
- наличие (отсутствие) размывов, оплываний, локальных обрушений, просадок или пучения грунта откосов;
- закономерность хода осадки гребней дамб, ограждающих русло канала, соответствие фактических отметок гребней проектным отметкам;
- целостность уплотнений в швах между бетонными плитами крепления напорных откосов, состояние бетона плит;
- наличие и характер развития фильтрации воды из канала через ограждающие дамбы, тенденция изменения положения поверхностей депрессии и величины фильтрационных расходов;
- характер работы и затруднения в эксплуатации канала при резких изменениях режимов работы ГЭС в осенне-зимние периоды шугохода, при очень низких температурах воздуха и т. п.;
- условия нарушения скоростного и уровенного режимов работы каналов.

12.7 Многофакторный анализ прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности ГТС следует проводить путем выполнения серии поверочных расчетов с учетом произошедших изменений конструктивных решений, работы и условий их эксплуатации.

При определении расчетных значений показателей ГТС на различных стадиях их эксплуатации используемые основные параметры расчетных схем и моделей должны корректироваться на основании данных наблюдений за предшествующий период (уточняют гипотезы по сплошности среды, упругости материалов, размерности задач; в расчеты вводят уточненные реальные нагрузки и воздействия, расчетные характеристики материалов и т. п.). Серией поверочных расчетов должна быть осуществлена «калибровка» расчетных моделей, чтобы обеспечить достаточную точность при сопоставлении натурных и расчетных значений диагностических показателей работы и состояния сооружения.

12.8 При наличии нестабилизировавшихся процессов в работе ГТС необходимо на основании результатов количественного анализа данных наблюдений и выполненных ретроспективных расчетов сооружения составить прогноз изменений его диагностических показателей на период дальнейшей эксплуатации.

12.9 При оценке состояния ГТС по результатам анализа данных наблюдений и исследований должны быть учтены требования подраздела 12.4. В конечном итоге анализом должна быть установлена степень соответствия или несоответствия фактических значений всех контролируемых диагностических показателей их работы и состояния проектным, нормативным и критериальным показателям, а также определена адекватность реакции сооружений и их элементов на изменения нагрузок и воздействий.

12.10 Оперативную оценку эксплуатационного состояния и безопасности ГТС и основания необходимо осуществлять на основе экспресс-анализа путем сравнения измеренных (или вычисленных на основе измерений) количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями, а также с прогнозируемым интервалом изменения диагностических показателей.

12.11 Оперативная оценка технического состояния гидротехнических сооружений должна быть произведена специализированным подразделением (специалистами) ГЭС, осуществляющим мониторинг, после каждого цикла измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений.

12.12 Комплексную оценку работы, технического состояния и безопасности ГТС на основе анализа годичных и многолетних данных наблюдений должна производить специализированная научная организация. Надежность и техническое состояние сооружений следует оценивать по совокупности выявленных анализом показателей и закономерностей, перечисленных в 12.6.1—12.6.4, а также по критериями безопасности К1 и К2.

12.13 Назначение численных значений критериев К1 и К2 должны производить по соответствующей методике согласно требованиям 7.3.4 на основе результатов поверочных расчетов сооружения на основное и особое сочетание нагрузок соответственно или прогнозных статистических моделей с учетом требований норм для данного класса сооружения и результатов мониторинга.

12.14 Для эксплуатируемых ГТС уровень их технического состояния определяют путем сопоставления диагностических показателей, полученных измерениями, с их критериями и устанавливают следующие состояния:

- работоспособное (нормальное) — состояние сооружения, при котором оно соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта, при этом значения диагностических показателей состояния сооружения не превышают своих критериальных значений К1

$$F_{нат} \le К1; \quad (12.1)$$

- частично работоспособное (потенциально опасное) — состояние, при котором натурное значение минимум одного диагностического показателя превысило свое критериальное значение К1 или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала значений. В этом случае эксплуатация сооружения допускается, но при ограничении соответствующей нагрузки до исполнения необходимых мероприятий по приведению его в исправное состояние

$$К1 < F_{нат} \le К2; \quad (12.2)$$

- неработоспособное (предаварийное) — состояние, при котором значение минимум одного натурного диагностического показателя превысило свое критериальное значение К2. В этом случае эксплуатация сооружения недопустима без проведения оперативных мер по восстановлению требуемого уровня безопасности

$$F_{нат} > К2, \quad (12.3)$$

где $F_{нат}$ — измеренное (или вычисленное по измерениям) значение диагностического показателя состояния сооружения.

12.15 Кроме проверки выполнения (или невыполнения) условий (12.1)—(12.3) при оценке состояния сооружения необходимо контролировать попадание натурного значения диагностического показателя в доверительный интервал, прогнозируемый для реально действующих на момент проверки нагрузок или на определенный период эксплуатации сооружения:

$$F_{прог} - \delta \le F_{нат} \le F_{прог} + \delta, \quad (12.4)$$

где $F_{прог}$ — значение диагностического показателя, прогнозируемого расчетом или по статистической прогнозной модели;

δ — допускаемая погрешность прогнозной модели.

12.16 При выполнении условия (12.2), отвечающего переходу сооружения из работоспособного в частично работоспособное состояние, должны быть приняты оперативные меры по приведению его в работоспособное состояние. При этом следует выполнить анализ соответствующих показателей эксплуатационной надежности сооружения и выявить причины его неисправности с участием специализированных проектной или научно-исследовательской организаций.

12.17 Поверочные расчеты прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности сооружений в рамках многофакторного анализа должны проводить по уточненным многолетними наблюдениями расчетным схемам, математическим моделям, фактическим нагрузкам и воздействиям с учетом требований 12.7.

12.18 При оценке технического состояния ГТС, наряду с измеренными (вычисленными) количественными диагностическими показателями, должны использовать и качественные диагностические показатели (признаки), контролируемые регулярными визуальными наблюдениями. Состав качественных диагностических показателей (признаков) и их критериальные значения К1 и К2 назначают экспертным методом, исходя из показателей нормальной работы и сценариев развития возможных опасных

процессов, нарушений работы или повреждений данного конкретного сооружения и ожидаемых при этом последствий.

12.19 Результаты контроля и анализа данных регулярных наблюдений по оценке состояния ГТС должны оформлять в виде отчетных документов, которые утверждает технический руководитель эксплуатирующей организации.

12.20 Результаты мониторинга и оценки технического состояния ГТС следует направлять техническому руководителю ГЭС, в информационно-аналитический центр (если он предусмотрен в структуре организации) и в соответствующие структуры гидрогенерирующей компании (организации) для принятия необходимых решений.

13 Требования к отчетной документации результатов мониторинга гидротехнических сооружений

13.1 Отчетная документация результатов мониторинга должна обладать достаточно полной информацией о техническом состоянии сооружений, наглядностью отображения изменений контролируемых диагностических показателей от нагрузок и воздействий, а также во времени в ретроспективе, сравнимостью результатов различных циклов измерений (наблюдений), оперативностью доставки пользователям.

13.2 Результаты отчетной документации экспресс-анализа оперативного контроля состояния ГТС должны представлять в сравнении измеренных (наблюденных) диагностических показателей с их критериальными значениями К1 и К2, характеризующими эксплуатационные состояния сооружений. Отчетная документация оперативного контроля должна включать краткое информационное заключение об изменениях, произошедших в работе сооружений, и таблицу сопоставления наблюденных диагностических показателей с их критериальными значениями и оценкой состояния сооружений: работоспособное, частично работоспособное, неработоспособное (предаварийное). Отчетную документацию готовит подразделение (специалисты) по контролю ГТС ГЭС.

Формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния сооружения по данным инструментальных и визуальных наблюдений количественных и качественных диагностических показателей приведены в приложении Б.

13.3 Обобщенные результаты отчетной документации текущего контроля (за текущий год или несколько лет) должны содержать материалы комплексного анализа и оценки работы и безопасности ГТС, произошедших изменений в техническом состоянии сооружений, включая наметившиеся неблагоприятные процессы и явления, снижающие их эксплуатационную надежность и безопасность. Отчетная документация текущего контроля должна быть представлена в виде аналитического технического отчета по оценке состояния сооружений с заключениями, иллюстрациями, выводами и рекомендациями по улучшению их состояния. Отчетную документацию текущего контроля готовит информационно-аналитический центр гидрогенерирующей компании или специализированная организация, выполняющая функции центра.

13.4 Отчетная документация по многофакторному анализу состояния ГТС должна быть представлена в форме аналитического технического отчета с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности на основании многолетних данных наблюдений и выполненных поверочных расчетов. Отчетную документацию готовит специализированная научная организация — исполнитель работы по договору с гидрогенерирующей компанией (эксплуатирующей организацией) или информационно-аналитический центр гидрогенерирующей компании.

13.5 Отчетная документация результатов мониторинга ГТС должна содержать раздел с рекомендациями, направленными на обеспечение (или повышение) эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, улучшение условий их эксплуатации и системы контроля (по проведению необходимых ремонтных работ или реконструкции, дооснащения сооружений КИА, модернизации системы мониторинга, проведению специальных исследований, повышению квалификации персонала и др.).

13.6 Результаты наблюдений, данные их обработки и отчетная документация о состоянии ГТС должны постоянно хранить и систематически пополнять в базах данных ИДС мониторинга ГЭС и информационно-аналитического центра гидрогенерирующей компании (организации).

13.7 В базы данных структур (системы) управления безопасностью ГТС гидрогенерирующей компании отчетные материалы передают в виде:

- обобщенной экспресс-информации о состоянии всех ГТС — службами мониторинга ГЭС;

- обобщенной аналитической информации о состоянии ГТС каждой ГЭС и рекомендаций по их обеспечению в исправном эксплуатационном состоянии — информационно-аналитическим центром гидрогенерирующей компании.

13.8 Порядок, сроки и форма взаимного предоставления информации о состоянии ГТС должны быть определены соответствующим стандартом гидрогенерирующей компании (организации).

13.9 Для оперативной передачи отчетной документации результатов наблюдений за ГТС соответствующим адресатам (аналитический центр, технические руководители ГЭС и гидрогенерирующей компании) система мониторинга должна быть обеспечена соответствующими каналами и формами передачи информации.

14 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений в условиях стихийных явлений и предаварийных ситуаций

14.1 При возникновении признаков заметных нарушений нормальной работы сооружения для выяснения причин этих нарушений должны быть организованы специальные наблюдения или исследования с участием специализированных организаций.

14.2 На случай возникновения на эксплуатируемых ГТС возможных опасных повреждений или предаварийных ситуаций для каждого сооружения согласно строительным нормам и правилам СП 58.13330 должны быть заранее разработаны их сценарии и адаптированые к местным условиям типовые инженерно-технологические решения по оперативному предотвращению (подавлению) их развития.

К эксплуатационному персоналу ГТС должны быть предъявлены требования по детальному изучению разработанных инженерно-технологических решений и готовности к их оперативному применению в экстремальных ситуациях.

14.3 Для обеспечения готовности ГЭС к оперативной ликвидации возможных опасных повреждений или предаварийных ситуаций на сооружениях с использованием заранее разработанных типовых инженерно-технологических решений должна быть создана материально-техническая база необходимых материалов, машин и механизмов.

14.4 В условиях стихийных явлений (прохождение катастрофического паводка, землетрясение, ураган, шторм, аномально низкие температуры воздуха и т. п.) и в предаварийных ситуациях, вызванных отказом или опасными повреждениями ответственных элементов сооружений (противофильтрационных и дренажных устройств, несущих нагрузку конструкций, откосов земляных плотин, основания) порядок проведения мониторинга должен предусматривать оперативный, в том числе в режиме реального времени, контроль за работой и состоянием ГТС.

14.5 При пропуске через сооружения ГЭС катастрофического паводка должен быть обеспечен постоянный контроль:

- за исправностью работы затворов и подъемных механизмов водосбросов;
- уровенным режимом верхнего бьефа с оценкой реальной угрозы переполнения водохранилища и перелива воды через гребень сооружения (в первую очередь через земляную плотину);
- ледовыми и лесосплавными заторными явлениями перед водосбросными сооружениями;
- вибрацией сооружений (затворов), вызванных потоком воды;
- опасными размывами (подмывами) напорных сооружений со стороны нижнего бьефа;
- торфяными полями в верхнем бьефе.

14.6 При ураганах и штормах должен обеспечиваться постоянный контроль: за размывами противоволновых креплений напорных откосов земляных плотин и дамб, за перехлестами воды и размывами гребней земляных плотин; за исправностью работы линий электропередачи и распределительных устройств, обеспечивающих технологическое энергоснабжение гидромеханического и другого оборудования ГЭС.

14.7 В период длительного действия аномально низких температур наружного воздуха должен быть обеспечен постоянный контроль за работой и возможным перемерзанием дренажных устройств в ГТС и основании для принятия своевременных мер по его предупреждению.

14.8 После прохождения землетрясения силой более 5 баллов должны быть оперативно выполнены измерения по всему комплексу КИА, ГТС должны быть подвергнуты оперативному тщательному визуальному обследованию специалистами-гидротехниками на предмет выявления и оценки по данным наблюдений опасности произошедших повреждений сооружений, назначения ремонтных мероприятий безотлагательного характера.

14.9 При возникновении на сооружениях опасных повреждений или отказов обслуживания эксплуатационным персоналом должны быть приняты безотлагательные меры по реализации типовых инженерно-технологических решений по их подавлению и ликвидации.

14.10 Типовые инженерно-технологические решения должны быть заранее разработаны, адаптированы к сооружениям объекта и местным условиям и детально изучены эксплуатационным персоналом.

14.11 Для оперативной реализации инженерно-технических решений на объекте должна быть заранее создана необходимая материально-техническая база (с участием баз предприятий региона, задействованных в плане локализации и ликвидации аварийных ситуаций на ГТС объекта).

14.12 В процессе ликвидации повреждений или предаварийной ситуации на ГТС должен осуществляться оперативный мониторинг по оценке эффективности выполняемых мероприятий инженерной защиты сооружений.

15 Мониторинг окружающей среды в границах влияния гидротехнических сооружений

15.1 При существенном влиянии на экологию эксплуатируемых ГТС должен быть предусмотрен мониторинг водной, наземной и воздушной экосистем, обеспечивающий оценку экологических процессов, действенности принятых проектом природоохранных мероприятий, проверку, уточнение, корректировку оценок и прогнозов до стадии стабилизации процессов взаимодействия ГТС с природным комплексом. Мониторинг окружающей среды следует производить в соответствии с правилами СП 58.13330 и требованиями федерального закона [6].

15.2 Мониторинг окружающей природной среды следует осуществлять в пределах границ земельного отвода для строительства ГЭС. В тех случаях, когда неблагоприятное влияние ГТС распространяется за границы земельного отвода ГЭС, сфера действия мониторинга окружающей природной среды может быть расширена до границ влияния по согласованию с органами исполнительной власти и местного самоуправления.

16 Порядок ввода в эксплуатацию технических средств системы мониторинга

16.1 Приемку от подрядных организаций и ввод в эксплуатацию технической системы мониторинга ГТС следует производить поэтапно, по мере готовности ее отдельных элементов и узлов. Порядок приемки должен соответствовать требованиям ГОСТ 34.602 и ГОСТ 34.603.

16.2 Процесс приемки-ввода в эксплуатацию элементов и узлов системы мониторинга должен предусматривать следующие проверки:

- работоспособности КИА, установленной в сооружения и в основание, а также каналов связи измерительных приборов с промежуточными измерительными пультами;
- работоспособности средств коммутации измерительных приборов и правильности их маркировки на коммутаторах;
- комплектности, правильности монтажа и работоспособности элементов системы автоматизированного опроса КИА и ее программного комплекса (на объектах, на которых эти системы применяются);
- работоспособности и достаточности программно-технических средств ИДС мониторинга;
- комплектности и достаточности технического, информационного, метрологического, программно-лингвистического и организационно-методологического обеспечения системы мониторинга.

16.3 Система мониторинга в полностью законченном виде при вводе в эксплуатацию должна быть многократно опробована в работе в тестовом режиме и в режимах реальных измерений диагностических показателей контролируемых ГТС, обработки и интерпретации результатов измерений, оценки технического состояния сооружений, а также в режимах передачи обобщенных данных мониторинга их пользователям.

17 Требования по использованию данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации

17.1 Данные мониторинга технического состояния ГТС должны использоваться:

- для постоянного отслеживания всех изменений в работе и техническом состоянии сооружений, происходящих в период их эксплуатации при различных режимах нагрузок и воздействий;

- своевременного выявления дефектов в работе сооружений, неблагоприятных процессов и явлений, снижающих их эксплуатационную надежность и безопасность;

- оперативной оценки соответствия технического состояния ГТС критериям безопасности, а также нормативным значениям допустимого риска аварий;

- своевременной разработки и реализации ремонтных мероприятий на сооружениях, направленных на обеспечение безопасности ГТС;

- оценки технической эффективности выполняемых или выполненных ремонтных мероприятий на сооружениях;

- оперативного информирования соответствующих служб гидрогенерирующей компании, государственных надзорных органов (по запросу) о реальном техническом состоянии ГТС, о нарушениях и отказах в их работе или опасных повреждениях для принятия безотлагательных мер по приведению ГТС в нормальное состояние и предотвращения возникновения аварийных ситуаций.

17.2 Данные мониторинга и многолетних наблюдений и исследований ГТС должны обобщаться и анализироваться гидрогенерирующей компанией (эксплуатирующей организацией), специализированными научными и проектными организациями в целях совершенствования методов расчета, проектирования, разработки нормативных документов, правил эксплуатации ГТС.

17.3 Данные мониторинга, касающиеся соответствия (несоответствия) ГТС и условий его эксплуатации проекту и нормам, снижения во времени механической и фильтрационной прочности и устойчивости его элементов, соответствия его диагностических показателей критериям безопасности, должны использовать для установления уровня безопасности ГТС.

Уровень безопасности ГТС (нормальный, пониженный, неудовлетворительный или опасный) устанавливают по совокупности указанных выше факторов экспертным путем, согласно Инструкции о ведении Российского регистра гидротехнических сооружений [9], утвержденной Минприроды России, и ГОСТ Р 55260.1.9.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма контрольного листа выполнения мероприятий по ликвидации повреждения, дефекта, опасного процесса или явления на гидротехническом сооружении. Форма масштабной карты-развертки (пример)

А.1 Форма контрольного листа

Сооружение _____
Участок осмотра № _____

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ

обследования, наблюдений и выполнения мероприятий
по ликвидации повреждения (дефекта, процесса, явления)
№_____ (по карте-развертке №_____)

1. Характер контролируемого повреждения (дефекта, процесса, явления)

№_____

2. Дата обнаружения _____, отм. УВБ _____,

отм. УНБ _____

3. Местоположение _____

4. Привязка к сооружению (пикет, отметка, расстояние до осей и др.)

_____

5. Подробное описание повреждения (дефекта, процесса, явления) на момент его обнаружения _____

_____

6. Схемы, фотографии, рисунки, характеризующие повреждение

7. Мероприятия по выявлению основных причин повреждения (дефекта, процесса, явления) и их результаты

_____

_____

8. Установка КИА для контроля повреждений (при необходимости) _____

_____

9. Изменения в характере проявления повреждения (дефекта, процесса, явления) за период наблюдений

_____

10. Инженерные мероприятия по ликвидации повреждения (дефекта, процесса, явления) и их техническая эффективность _____

_____

11. Оценка характера проявления повреждения (дефекта, процесса, явления) после выполнения инженерных мероприятий по п. 10 _____

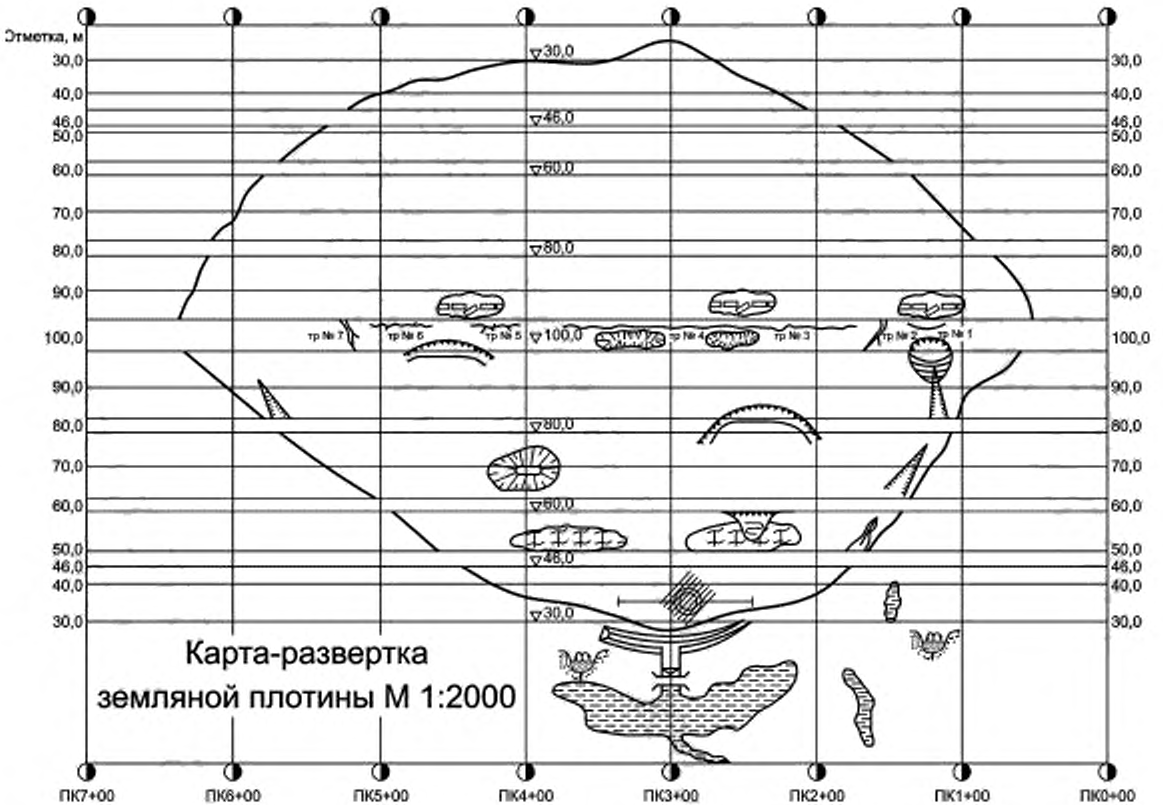
_____

12. Отметка ответственного лица о продолжении (прекращении контроля)

_____

Контрольный лист составил:

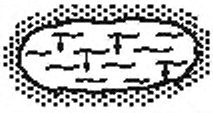
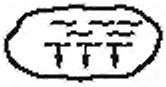
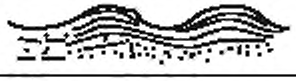
А.2 Карта-развертка земляной плотины

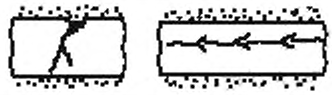
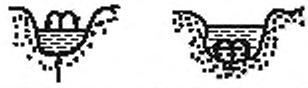
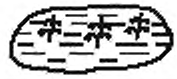


Выявленные наблюдениями дефекты, повреждения, процессы наносят условными обозначениями на карту-развертку с соблюдением масштаба. Первоначальные размеры зон дефектов, повреждений и процессов корректируют по данным последующих наблюдений и отображают на карте-развертке.

Рисунок А.1 — Нанесение условными обозначениями данных визуальных натурных наблюдений на масштабную карту-развертку грунтовой плотины (пример)

Условные обозначения для карты-развертки

№ п/п	Условное обозначение	Буквенное обозначение	Наименование
1		Пвф.	Высачивание на поверхность фильтрующейся воды (мокрые места)
2		Стф.	Струйная фильтрация
3		Впт.	Сплошной поток воды
4		Дкр.	Повреждения крепления напорного откоса
5		Пкр.	Повреждение (отсутствие) крепления сухого откоса
6		Бл.	Заболоченная территория
7		Лд.	Наледи: прозрачный лед, лед имеет включения грунта
8		Пар.	«Продухи» в снежном покрове, парение
9		Рс. т, к, д	Зарастание поверхности: травой, кустарником, деревьями
10		Сн.	Снежный покров
11		Втр.	Признаки морозного выветривания камня
12		Прв.	Просадочная воронка на поверхности
13		Впг.	Выпор грунта

№ п/п	Условное обозначение	Буквенное обозначение	Наименование
14		Мпг.	Морозное пучение грунта
15		Тр.	Трещины: поперечная и продольная
16		Про.	Промоина поверхностными водами
17		Ноп.	Наметившийся оползень на откосе (берегу)
18		Лоп.	Локальный оползень на откосе (берегу)
19		Сф.	Суффозионный вынос грунта
20		Гр.	Грифон, ключ
21		Оз.	Скопление воды в понижениях
22		Врс.	Водоросли в скоплениях воды, прудках
23		Мн.	Полыньи в ледовом покрове

Приложение Б
(рекомендуемое)

Формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния сооружения по данным инструментальных (Ф.1) и визуальных (Ф.2) наблюдений количественных и качественных диагностических показателей

Б.1 Форма (Ф.1) — Таблица представления результатов экспресс-анализа технического состояния гидротехнических сооружений по данным инструментальных наблюдений

УТВЕРЖДАЮ
Технический руководитель
(название) ГЭС
_____
подпись, Ф.И.О.
«___»_____ 20 ____ г.

Экспресс-анализ технического состояния (наименование ГТС)
по данным инструментальных наблюдений на «___» _____ 20___ г.

Контролируемые количественные диагностические показатели состояния	Элемент и место контроля	Критериальные значения диагностических показателей		Измеренные (вычисленные) значения диагностических показателей	Оценка превышения измеренных (вычисленных) показателей критериев К1 (К2)	Оценка технического состояния сооружения	Примечание
		К1	К2				
1	2	3	4	5	6	7	8

Ответственный исполнитель (должность): _____
подпись, Ф.И.О.

Б.2 Форма (Ф.2) — Таблица представления результатов экспресс-анализа технического состояния гидротехнических сооружений по данным визуальных наблюдений

Экспресс-анализ технического состояния (наименование ГТС)
по данным визуальных наблюдений на «___» _____ 20___ г.

№ п/п	Элемент и место контроля	Диагностический показатель и его критерий			Фактический показатель (признак) состояния сооружения	Оценка технического состояния сооружения	Примечание
		Показатель (признак) исправного состояния сооружения	Показатель (признак) перехода в неисправное состояние (К1)	Показатель (признак) перехода в предаварийное состояние (К2)			
1	2	3	4	5	6	7	8

Ответственный исполнитель (должность): _____
подпись, Ф.И.О.

Библиография

[1] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

[2] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

[3] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ (утв. Приказом Минэнерго России от 19 июня 2003 г. № 229; зарегистрированы Минюстом России 20 июня 2003 г., рег. № 4799)

[4] Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации (утв. Приказом Минтопэнерго России от 19 февраля 2000 г. № 49; зарегистрированы Минюстом России 16 марта 2003 г., рег. № 2150)

[5] Положение об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (утв. Приказом Ростехнадзора от 29 января 2007 г. № 37)

[6] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[7] Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений (утв. Постановлением Правительства РФ от 6 ноября 1998 г. № 1303)

[8] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[9] Инструкция о ведении Российского регистра гидротехнических сооружений (утв. Приказом Минприроды РФ от 29 января 2013 г. № 34)

УДК 621.22:006.354 ОКС 27.140

Ключевые слова: гидроэлектростанция, гидротехнические сооружения, мониторинг, оценка, техническое состояние, процесс эксплуатации, основные положения

БЗ 10—2017/123

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Половой*

Сдано в набор 18.10.2017 Подписано в печать 22.11.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,21. Тираж 26 экз Зак. 2329.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru