Некоммерческое Партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ НП «ИНВЭЛ»

СТО 70238424.27.140.042-2009

Гидроэлектростанции
Долговременные наблюдения за развитием техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений
Нормы и требования

Дата введения – 2009-12-31

Издание официальное

Москва
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом «О техническом регулировании» (в ред. Федерального закона от 09.05.2005 г.) от 27 декабря 2002 г. 184-ФЗ; правила применения национальных стандартов Российской Федерации установлены ГОСТ Р.1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН НП «Гидроэнергетика России», ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»

2. ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 04.12.2009 № 88

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2009

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ».

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Обозначения и сокращения 7
5 Долговременные наблюдения за развитием техноприродных процессов (ТПП) в зоне взаимодействия оснований и сооружений 8
6 Долговременные наблюдения за ТПП в зоне взаимодействия оснований и плотин бетонных и железобетонных 19
7 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и плотин из грунтовых материалов 22
8 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований ограждающих дамб бассейнов ГАЭС 26
9 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и зданий гидроэлектростанций 27
10 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и подводящих и отводящих каналов 27
11 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия подземных зданий ГЭС и гидротехнических тоннелей с вмещающими массивами 28
12 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в береговых массивах водохранилищ и нижних бьефов гидроузлов (в зоне ответственности гидроэлектростанций) 34
13 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений ГЭС в районах развития карстующихся (карбонатных, сульфатных и галоидных) пород 39
14 Обработка и представление результатов долговременных наблюдений за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений 41
15 Охрана труда при проведении долговременных наблюдений за ТПП 45
Приложение А (рекомендуемое) Формы документации 47
Библиография 50

Введение

Стандарт организации «Гидроэлектростанции. Долговременные наблюдения за развитием техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений. Нормы и требования» (далее – Стандарт) является корпоративным нормативным техническим документом и предназначен для реализации современных требований технического регулирования при строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций.

Стандарт входит в группу стандартов организации «Гидроэлектростанции» и подробно раскрывает требования к долговременным наблюдениям за развитием техноприродных процессов, в общем виде изложенные в СТО 70238424.27.140.002-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования», СТО 70238424.27.140.003-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования», СТО 70238424.27.140.015-2008 «Гидроэлектростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования». В Стандарте конкретизированы также требования к контрольно-измерительной аппаратуре, применяемой при долговременных наблюдениях, в общем виде изложенные в СТО 70238424.27.140.004-2008 «Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования» и в СТО 70238424.27.140.021-2008 «Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»

Гидроэлектростанции
Долговременные наблюдения за развитием техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений
Нормы и требования

Дата введения – 2009-12-31

1 Область применения

1.1 Объектами регулирования Стандарта являются методики долговременных наблюдений за развитием техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений, а также в береговых массивах водохранилищ и нижних бьефов гидроузлов, выполняемые специализированными и иными организациями при новом строительстве, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте гидротехнических сооружений.

1.2 Требования Стандарта распространяются на все виды гидротехнических сооружений в соответствии с СТО 70238424.27.140.002-2008 и СТО 70238424.27.140.003-2008.

1.3 Стандарт предназначен для применения гидрогенерирующими компаниями (эксплуатирующими организациями), а также проектными и иными организациями, привлекаемыми этими компаниями для выполнения проектных, наладочных, строительно-монтажных, научных и других работ (предоставления услуг).

1.4 В Стандарте не рассматриваются нормы и требования проведения долговременных наблюдений за техноприродными процессами, связанными с сейсмическими событиями.

1.5 Стандарт должен быть пересмотрен в случаях ввода в действие новых федеральных законов, технических регламентов и национальных стандартов, содержащих не учтенные в Стандарте требования, а также при необходимости введения новых требований и рекомендаций, обусловленных правовыми нормативными документами федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных в соответствующей области и развитием науки и техники.

2 Нормативные ссылки

В Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие федеральные законы, стандарты и классификатор:

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

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты наци-

ональные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения

ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава

ГОСТ 20069-81 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием

ГОСТ 25358-82. Грунты. Метод полевого определения температуры

ГОСТ 25584-90 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 12071-2000 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения

ГОСТ 20276-99 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 26883-86 Внешние воздействующие факторы. Термины и определения

ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация

ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 20522-96 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

ГОСТ 23278-78 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости

ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий

ГОСТ Р 22.1.02-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р ИСО 14004-98 Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования

ГОСТ Р ИСО 14050-99 Управление окружающей средой. Словарь

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

СТО 70238424.27.140.002-2008 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.003-2008 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.004-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.011-2008 Гидроэлектростанции. Условия создания.

Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.015-2008 Гидроэлектростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.018- 2008 Гидроэлектростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.021-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.035-2009 Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.025-2009 Гидроэлектростанции. Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений. Метрологическое обеспечение и оценка технического состояния и работоспособности. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.032-2009 Гидроэлектростанции в зонах с высокой сейсмической активностью. Геодинамический мониторинг гидротехнических сооружений. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.043-2009 СТО Гидроэнергетическое строительство. Инженерные изыскания при разработке схем территориального планирования и проектной документации. Нормы и требования

СТО 70238424.27.140.026-2009 Гидроэлектростанции. Оценка и прогнозирование рисков возникновения аварий гидротехнических сооружений. Нормы и требования

ОК (МК(ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-2000 Общероссийский классификатор стандартов

Примечание – При пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В Стандарте применены понятия по Федеральному закону от 21.07.97 № 117-ФЗ, термины и определения, содержащиеся в ГОСТ 19431, СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **безнапорная фильтрация:** Фильтрация жидкости в условиях, когда область, занятая фильтрационным потоком (область фильтрации), имеет свободную поверхность.

3.2 **водопроницаемость:** Свойство пористой или трещиноватой среды (грунта, грунтового, геосинтетического и др. материалов), заключающееся в способности пропускать через себя воду.

3.3 **выветривание криогенное:** Процесс деструкции (нарушения структурных связей) и дезинтеграции (разрушения) пород под воздействием напряжений кристаллизации льда в трещинах и порах при периодическом замерзании и оттаивании поровой и трещинной воды.

3.4 **выветривание физическое:** Процесс преобразования пород под воздействием криогенного выветривания, расклинивающего давления пленочной воды при циклическом увлажнении-высушивании, а также объемно-градиентных напряжений при термическом выветривании.

3.5 **геофизические методы:** Методы изучения строения, состава, состояния и свойств геологической среды путем регистрации параметров естественных и искусственных физических полей с последующей интерпретацией, основанной на различиях физических характеристик пород: упругих, электрических, плотностных, тепловых, магнитных и других.

3.6 **гидротехническое сооружение:** Сооружение, подвергающееся воздействию водной среды, предназначенное для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами

3.7 **градиент напора фильтрующейся воды:** Отношение разницы пьезометрических напоров в двух точках фильтрационного потока к расстоянию между этими точками, измеряемому вдоль линии тока.

3.8 **грунт:** Породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

3.9 **грунтовые воды:** Подземные воды первого от поверхности земли постоянно существующего водоносного пласта, расположенного на первом от поверхности водоупоре.

3.10 **грунтовый материал:** Материал, получаемый из грунта в процессе его экскавации из месторождения, транспортировки, кондиционирования и укладки в сооружение или в основание, в результате чего геотехнические свойства грунтового материала и исходного грунта чаще всего оказываются различными.

3.11 **действительная скорость фильтрации:** Скорость движения жидкости в порах или трещинах среды, вмещающей фильтрационный поток.

3.12 **декларация безопасности гидротехнического сооружения:** Документ, составляемый собственником гидротехнического сооружения или эксплуатирующей организацией, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения и определяются меры по ее обеспечению в соответствии с классом сооружения.

3.13 **долговременные наблюдения:** Непрерывные или дискретные определения физических, химических или геометрических параметров изучаемого объекта как функции времени.

3.14 **дренаж:** Устройство для частичного или полного перехвата фильтрационного потока в основании или внутри водоподпорного сооружения, а также на прилегающей к сооружению территории, сбора и отвода профильтровавшихся вод.

3.15 **зона взаимодействия основания и сооружения:** Область основания (грунт) и сооружения (материал), в которой в строительный и эксплуатационный периоды идут процессы изменения напряженно-деформированного и фильтрационного состояний, могут изменяться состав и свойства грунтов, материалов сооружения, фильтрующихся вод.

3.16 **инфильтрация:** Просачивание воды с открытой поверхности внутрь грунтовой толщи под действием гравитации и капиллярного впитывания.

3.17 **карст:** Процесс растворения или выщелачивания и выноса подземными и поверхностными водами растворимых веществ из ангидритов, гипсов, доломитов, каменной соли, известняков, мела, мергелей и др. При этом процесс может активизироваться в связи с изменением химического состава и гидродинамического режима подземных вод при возведении водохранилищ на карстующихся породах. При этом образуются воронки, карры, провалы на поверхности земли, каверны, галереи, каналы, пещеры и т.п. в толще растворимых пород.

3.18 **коэффициент фильтрации:** Характеристика водопроницаемости пористой или трещиноватой среды, равная коэффициенту пропорциональности между скоростью ламинарной фильтрации и градиентом напора.

3.19 **криолитозона:** Часть литосферы, в которой грунты находятся в мёрзлом, морозном и (или) охлажденном ниже 0°С состояниях.

3.20 **критерии безопасности гидротехнического сооружения:** Предельные значения количественных и качественных диагностических показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений.

3.21 **курум:** Скопление крупнообломочного материала, образующееся на склонах крутизной менее угла естественного откоса под воздействием криогенной и термогенной десерпции, криогенного выветривания, морозного выпучивания.

3.22 **наледь:** Нарост льда, возникающий при замерзании подземных вод, изливающихся на поверхность земли, или речных вод, выходящих на поверхность ледяного покрова.

3.23 **напор фильтрующейся воды:** Высота подъема воды (относительно произвольно выбранной горизонтальной плоскости) в пьезометре, водоприемник которого находится в данной точке фильтрационного потока.

3.24 **напорная фильтрация:** Фильтрация жидкости в условиях, когда поверхности, ограничивающие фильтрационный поток вдоль направления его движения, непроницаемы.

3.25 **напряженно-деформируемое состояние (НДС) сооружения или основания:** Состояние, характеризуемое контролируемыми уровнями значений диагностических показателей, какими в данном случае являются напряжения и деформации.

3.26 **обвал**: Обвалом называют внезапное обрушение отчленившегося массива горных пород любого размера, происходящее с опрокидыванием, дроблением и быстрым скатыванием вниз по склону.

3.27 **оползень:** Масса грунтов, сползших или сползающих по откосу или склону.

3.28 **основание сооружения:** Естественная или искусственно сформированная (техногенная) грунтовая толща, находящаяся под подошвой сооружения или вмещающая его фундамент, водоупорные элементы и дренажные устройства, в которой в строительный и эксплуатационный периоды могут идти процессы изменения напряженно-деформированного состояния, фильтрационного, температурного режимов, а также могут изменяться состав и свойства грунтов, фильтрующихся вод и развиваться ТПП.

3.29 **переформирование берегов водохранилища:** Изменение первоначальной формы и положения береговых склонов, подтопленных при образовании водохранилища, выражающееся в разрушении надводной части склона волнами и образовании аккумулятивной береговой отмели.

3.30 **плотина (бетонная, грунтовая):** Гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток для подъема уровня воды, сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища.

3.31 **поверхность депрессии:** Поверхность безнапорного фильтрационного потока, давление во всех точках которой равно атмосферному.

3.32 **подтопление:** Повышение уровня подземных вод, приводящее к нарушению хозяйственной деятельности или к деградации земель на данной территории.

3.33 **пучение грунта криогенное:** Увеличение объёма грунта при промерзании.

3.34 **пьезометр:** Устройство, предназначенное для измерения напора в заранее выбранной точке фильтрационного потока, обычно выполняемое в виде скважины с сетчатой обсадкой или в виде электрических преобразователей давления внутрипоровой воды.

3.35 **скорость фильтрации:** Условная скорость движения фильтрующейся жидкости, равная отношению её расхода в данном живом сечении к площади этого сечения.

3.36 **солифлюкция:** Процесс вязкого или вязкопластичного течения оттаявшего водонасыщенного грунта по склону, сложенному мёрзлыми грунтами.

3.37 **суффозия:** Вынос мелких частиц грунта и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород или в теле грунтовой плотины.

3.38 **суффозионная устойчивость грунта или грунтового материала:** Сохранение первоначальной структуры грунта (грунтового материала) при заданной интенсивности фильтрационного потока.

3.39 **термоабразия:** Процесс разрушения берегов естественных и искусственных водоёмов (моря, озера, водохранилища), сложенных многолетнемерзлыми породами или льдом, при совместном тепловом и механическом воздействии воды в процессе ее волнового перемещения.

3.40 **термокарст:** Процесс вытаивания подземных льдов с последующей осадкой пород, приводящей к образованию отрицательных форм рельефа или микрорельефа (блюдца, воронки, впадины, западины, котловины).

3.41 **техноприродная среда:** Многокомпонентная динамическая система (литосфера, атмосфера, гидросфера, биосфера), в пределах которой осуществляется инженерно-хозяйственная деятельность.

3.42 **техноприродные процессы:** Экзогенные и эндогенные процессы в техноприродной среде.

3.43 **фильтрационная прочность:** Способность сооружения или его основания сопротивляться деструктивному воздействию фильтрационного потока, проявляющемуся в виде механической или химической суффозии.

3.44 **фильтрационный поток:** Движение жидкости в пористой среде или в среде с трещинной пустотностью (скальном массиве).

3.45 **фильтрация:** 1) Прохождение жидкости через пористые и трещиноватые грунты, скальные породы, искусственные материалы и др. 2) Движение воды в грунтах и пористых средах.

4 Обозначения и сокращения

АЭ – акустическая эмиссия;

ВП – метод вызванной поляризации;

ВЭЗ – вертикальное электрическое зондирование;

ВЭЗ ВП – вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации;

ВЭЗ МДС – вертикальное электрическое зондирование по методу двух составляющих;

ГАЭС – гидроаккумулирующая электрическая станция;

ГРЛЗ – георадиолокационное зондирование;

ГТС – гидротехнические сооружения;

ГЭС – гидравлическая электрическая станция;

ДН – долговременные наблюдения;

ДОЗ – дипольно-осевое зондирование;

ДСР – детальное сейсмическое районирование;

ЕП – метод естественного электрического поля;

ИГЭ – инженерно-геологический элемент;

К1 – критерии безопасности первого уровня – значения контролируемых диагностических показателей состояния объектов наблюдения, соответствующие условиям нормальной эксплуатации;

К2 – критерии безопасности второго уровня – значения контролируемых диагностических показателей состояния объектов наблюдения, при достижении которых эксплуатация ГТС недопустима без оперативного проведения мероприятий по восстановлению требуемого уровня безопасности и без специального разрешения органа надзора;

КИА – контрольно-измерительная аппаратура;

КМПВ – корреляционный метод преломленных волн;

МДС – метод двух составляющих;

МЗТ – метод заряженного тела;

МРЗ – максимальное расчетное землетрясение;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

НПУ – нормальный подпорный уровень;

ОГТ – метод сейсморазведки способом общей глубинной точки;

РЗМ – резистивиметрия;

СП – сейсмопросвечивание (сейсмопрозвучивание);

ТМ – термометрия;

ТПП – техноприродные процессы;

УВБ – уровень верхнего бьефа;

УЗК – ультразвуковой каротаж;

УНБ – уровень нижнего бьефа;

УМО - уровень мертвого объема;

ФПУ – форсированный подпорный уровень;

ЭП – электропрофилирование.

5 Долговременные наблюдения за развитием техноприродных процессов (ТПП) в зоне взаимодействия оснований и сооружений

5.1 Общие положения

5.1.1 К техноприродным процессам (ТПП), рассматриваемым в Стандарте, относятся процессы, возникающие и развивающиеся в зоне взаимодействия оснований и сооружений, в том числе в днище и бортах водохранилищ и береговых склонах нижних бьефов (в зоне ответственности ГЭС).

Техноприродные процессы в зоне взаимодействия оснований и сооружений по причинам их возникновения условно могут быть объединены в следующие группы:

- геомеханические, приводящие к смещениям грунтов оснований в зоне их взаимодействия с сооружением;
- геофильтрационные, возникающие при движении воды и приводящие к деформациям в основании и сооружениях;
- геохимические, обусловленные растворением и выщелачиванием грунтов;
- геотеплофизические, обусловленные изменением температуры в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

ТПП одной группы может переходить и (или) вызывать ТПП другой группы

или групп.

Виды, характер, масштабы и динамика развития техноприродных процессов определяются конструктивными особенностями сооружения, спецификой его строительства и эксплуатации в конкретных инженерно-геологических условиях.

5.1.2 Для каждого гидроэнергетического объекта должны быть выделены главные техноприродные процессы, которые могут привести к значительным ущербам и по своим последствиям могут оказаться катастрофическими.

Следует учитывать, что ТПП могут наследовать природные процессы древнего проявления, могут возникать и развиваться в период строительства и эксплуатации.

5.1.3 ДН за ТПП в зоне взаимодействия гидротехнических сооружений с основаниями должны быть организованы на основе материалов инженерных изысканий с начала возведения сооружений и продолжаться в течение всего времени строительства и эксплуатации.

5.1.4 В соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 117-ФЗ для каждого напорного гидротехнического сооружения в местных производственных инструкциях должны быть приведены разработанные с привлечением генерального проектировщика и научно-исследовательских организаций критериальные значения количественных и качественных диагностических показателей развития ТПП – $К_1$ и $К_2$, с которыми сравниваются результаты долговременных наблюдений СТО 70238424.27.140.035-2009 и которые, в свою очередь, могут уточняться на основе результатов ДН.

5.1.5 Долговременные наблюдения следует проводить на сооружениях первого и второго классов, а при сложных инженерно-геологических условиях также на сооружениях третьего и четвертого классов, на этапах строительства и эксплуатации объектов (согласно СТО 70238424.27.140.002-2008 и [3]). Эти наблюдения должны обеспечить получение исходной информации, позволяющей оценить эксплуатационную надежность сооружения.

Долговременные наблюдения проводят либо в комплексе системы мониторинга состояния сооружений (ГЭС и ГАЭС) в процессе эксплуатации в соответствии с СТО 70238424.27.140.035-2009, либо по специально разработанным программам в проекте сооружения.

5.1.6 ДН за ТПП выполняются специализированными подразделениями службы эксплуатации объекта в соответствии с правилами технической эксплуатации [10]. Для выполнения сложных и ответственных работ по оценке состояния гидротехнических сооружений, разработке мероприятий по повышению их безопасности и надежности собственником (эксплуатирующей организацией) должны привлекаться проектные, специализированные и научно-исследовательские организации.

5.1.7 При размещении гидроузлов в районах, характеризующихся значительным распространением тектонических зон, и особенно, если выявлены геологические и геоморфологические признаки, свидетельствующие о недавних движениях, следует организовать инструментальные наблюдения на весь период эксплуатации сооружения (ГЭС и ГАЭС), начиная с изысканий для обоснования проекта.

5.1.8 Целью долговременных наблюдений за ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений являются:

- оценка изменений инженерно-геологических условий за период строительства и эксплуатации гидроузла, включая изменения рельефа, геологического строения, гидрогеологических условий, состава, строения и свойств грунтов, активности ТПП процессов;

- установление причин морфометрических изменений в системе основание-сооружение (осадок, просадок, смещений, деформаций, трещинообразования), увеличения фильтрационных расходов, противодавления и других непроектных ситуаций;

- качественный и количественный прогноз изменения во времени и в пространстве техноприродных процессов с оценкой вероятности аварийных ситуаций и связанных с этим ущербов; прогноз выполняется на основе корреляции в пространстве и во времени физических и геометрических характеристик среды;

- разработка и обоснование рекомендаций по предотвращению дальнейшего развития негативных процессов, восстановлению условий нормальной эксплуатации гидроузла, обоснованию защитных мероприятий.

5.1.9 Долговременные наблюдения за состоянием системы основание–сооружение должны осуществляться для получения следующей информации:

- о наличии зоны развития опасных ТПП и ее контуре;

- о динамике развития опасных геологических процессов, при которых в среде изменяется какая-либо характеристика состояния или свойств грунтов (карст, оползни, обвалы, солифлюкция, сели, геодинамические и криогенные процессы, подтопление, переработка берегов, выветривание и др.);

- об изменении состояния и свойств грунтов;

- об изменении уровенного, температурного и гидрохимического режима подземных вод;

- об изменении глубин сезонного промерзания и протаивания грунтов;

- о развитии осадок, смещений, просадок и подтоплении подработанных территорий;

- о направлении изменения наблюдаемой характеристики (например, открытии или смыкании трещин);

- о наличии активной зоны под сооружением с оценкой ее мощности и послойным (или поблочным) определением изменений характеристик свойств грунтов при вариациях УВБ и т.д;

- о количественных характеристиках изменения техноприродной среды под воздействием сооружения;

- о влиянии эпизодических техногенных воздействий (проходческие работы, взрывы в карьерах и т.п.);

- об устойчивости откосов сооружения, примыканий, берегов водохранилища, склонов долины в нижних бьефах гидроузлов;

- о напряженно-деформированном состоянии грунтов основания (от веса плотины, водохранилища, тектонических и сейсмических воздействий);

- о фильтрации и связанных с ней изменениями состояния основания;

- о современных сейсмических движениях, возникающих от сооружения плотин и создания водохранилища.

5.1.10 Состав, объемы и методы работ, требования к точности наблюдений следует обосновывать в программе долговременных наблюдений, разрабатываемой проектной организацией, в зависимости от конструктивных особенностей со-

оружения, уровня его ответственности, природных и техногенных условий, и подлежащей экспертизе при утверждении проекта.

5.1.11 При проведении долговременных наблюдений за гидротехническими сооружениями необходимо соблюдать требования, изложенные в СТО 70238424.27.140.003-2008 и СТО 70238424.27.140.021-2008:

- регистрировать уровни бьефов и среднесуточную температуру воды и воздуха в створе гидроузла, ежедневно;
- обеспечить необходимую частоту снятия отсчетов с приборов КИА в зависимости от интенсивности изменения нагрузок. При высокой скорости наполнения или опорожнения водохранилища, резких температурных изменениях, сейсмических воздействиях частота отсчетов должна быть выше, чем в период медленно изменяющихся воздействий;
- контролировать параметры, связанные между собой причинно-следственными зависимостями (раскрытие швов – температура, противодавление – фильтрационный расход и т.д.) в одни и те же календарные сроки;
- обеспечить достоверность показаний КИА, привлекая квалифицированных специалистов.

5.1.12 В зоне взаимодействия оснований и сооружений должны проводиться следующие ДН:

- за осадками и смещениями сооружений и их оснований;
- за деформациями, трещинами в сооружениях и облицовках;
- за состоянием деформационных и строительных швов;
- за состоянием креплений откосов грунтовых плотин, дамб, каналов и выемок;
- за состоянием напорных трубопроводов;
- за условиями формирования фильтрационных потоков в основании и теле сооружений и береговых примыканиях;
- за температурным режимом оснований и сооружений (в криолитозоне);
- за состоянием и эффективностью работы дренажных и противофильтрационных устройств;
- за режимом грунтовых вод в зоне сооружений;
- за воздействием потока на водопропускные сооружения, в частности, за размывом за водобоем и рисбермой дна и берегов, за кавитационным разрушением водосливных граней, истиранием и коррозией облицовок, просадкой, оползневыми явлениями, заилением и зарастанием бассейнов, переработкой берегов водоемов.

5.1.13 Специальные наблюдения за вибрацией сооружений, прочностью и температурным режимом конструкций, коррозией металла и бетона, состоянием сварных швов металлоконструкций, выделением природного газа из толщи основания и другие наблюдения и исследования необходимо выполнять в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008.

5.1.14 На гидротехнические сооружения первого класса, расположенные в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше, и на сооружения второго класса, расположенные в районах с сейсмичностью 8 баллов и выше, необходимо оформлять динамический паспорт и проводить на них специальные наблюдения и испытания в соответствии с ГОСТ Р 22.0.01, ГОСТ Р 22.1.02, СТО 70238424.27.140.002-2008 и СТО 70238424.27.140.032-2009.

5.1.15 Долговременные наблюдения должны быть организованы за карстовыми, оползневыми, обвальными, осыпными процессами, подтоплением, активизацией курумов, термокарста и другими процессами.

5.1.16 Долговременные наблюдения за подвижками блоков скальных массивов должны осуществляться наклономерными и геодезическими измерениями. Напряженное состояние основания и береговых примыканий следует фиксировать фотоупругими закладными датчиками, а также методами сейсмоакустики. Наблюдения за горизонтальными смещениями в скальном массиве следует вести методом геометрического (реже тригонометрического и гидростатического) нивелирования, а также по обратным и прямым отвесам.

5.1.17 Организация и проведение мониторинга влияния эксплуатации гидроэнергетических объектов на режим водотока (гидравлический, русловой, ледотермический и гидрохимический), на гидрологический и гидрогеохимический режимы, на климатические изменения (глобальные и местные) в связи с созданием водохранилища и изменением режима водотока в нижнем бьефе должно осуществляться в соответствии с требованиями, приведенными в [7].

5.1.18 При проектировании ГЭС и ГАЭС всех классов надлежит составлять проект размещения контрольно-измерительной аппаратуры с учетом долговременных наблюдений за ТПП.

5.1.19 Долговременные наблюдения следует проводить на специально оборудованных пунктах наблюдательной сети. Количество контрольных сечений ДН по длине сооружения должно назначаться с таким расчетом, чтобы по показаниям установленной в них КИА можно было с достаточной подробностью характеризовать работу отдельных наиболее ответственных его участков и элементов и состояние сооружения в целом. При наличии наблюдательной сети, созданной в период изысканий (скважин, шурфов, штолен, шахт и др.), ее следует использовать и осуществлять ее развитие. Расположение наблюдательных пунктов определяется особенностями геологического строения и гидрогеологических условий, зависит от расположения, типа и конструкции сооружения, величины напора и других факторов. Пункты ДН должны иметь планово-высотную привязку к опорной геодезической сети.

5.1.20 КИА, предназначенная для проведения ДН за ТПП, должна соответствовать требованиям СТО 70238424.27.140.004-2008; СТО 70238424.27.140.021-2008, ГОСТ 25358, СТО 70238424.27.140.025-2009, СТО 70238424.27.140.032-2009, а также [7].

5.1.21 При сдаче гидротехнических сооружений в эксплуатацию строительная организация (генеральный подрядчик) должна передать компании (организации)-заказчику строительства контрольно-измерительную аппаратуру и все данные наблюдений, включая нулевые отсчеты, а также инструкции по проведению наблюдений, методике обработки и анализа данных измерений в соответствии с требованиями СТО 70238424.27.140.021-2008.

5.1.22 Требования к достаточности КИА и достоверности измерений изложены в СТО 70238424.27.140.021-2008.

5.1.23 Все средства измерения, применяемые при ДН за развитием ТПП, должны отвечать требованиям Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ.

5.1.24 Применяемая КИА должна быть сертифицирована в качестве средств измерений, иметь метрологические аттестаты, а также методики выполнения из-

мерений, содержащиеся в руководствах по эксплуатации средств измерений утвержденных типов. Используемые в качестве КИА средства измерений подлежат периодической поверке в организациях государственной или ведомственной метрологических служб (калибровочных лабораторий), аттестованных в установленном порядке, в соответствии с требованиями СТО 70238424.27.140.004-2008 и СТО 70238424.27.140.025-2009. Применяемое при проведении ДН оборудование должно соответствовать экологическим нормам.

5.1.25 ДН рекомендуется осуществлять с помощью электронных средств измерения. Для этого необходимо использовать специализированные измерительные системы, предназначенные для высокоточных измерений, дистанционной передачи и регистрации в центральном пункте обработки данных в соответствии с требованиями нормативных документов СТО 70238424.27.140.025-2009, [6].

5.1.26 Уровень автоматизации определяется объемом и качеством КИА и условиями эксплуатации объекта наблюдений.

5.1.27 Объем и периодичность наблюдений первоначально устанавливаются проектом. В дальнейшем они могут быть изменены на основании результатов наблюдений в зависимости от состояния гидротехнических сооружений. Эти изменения должны быть согласованы с проектной организацией и утверждены руководством ГЭС.

5.1.28 Для каждого сооружения периодичность измерений назначается в зависимости от его класса, состояния, периода (продолжительности) эксплуатации и других факторов в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008. Периодичность ДН должна обеспечивать регистрацию минимальных и максимальных значений изменения компонентов геологической среды за период наблюдений.

5.1.29 Частота измерений в точках наблюдательной сети должна определяться видом наблюдений, конкретными задачами, общей гидрогеологической обстановкой, метеорологическими условиями, режимом заполнения и эксплуатации водохранилища.

5.1.30 Общим принципом определения необходимой периодичности наблюдений должно быть учащение измерений в характерные периоды гидрологического, гидрогеологического и эксплуатационного годовых циклов и разрежение в остальное время года. К этим же периодам приурочивается отбор проб воды на химический анализ, температурные и геотехнические наблюдения. Химические анализы воды, как правило, выполняют от двух до шести раз в год, а при сложных обстоятельствах (агрессивные воды, прослои легкорастворимых пород и др.) не реже одного раза в месяц. Измерение толщины осадка в отстойниках пьезометров выполняют один раз в два или три месяца.

5.1.31 Все гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС должны регулярно подвергаться периодическим техническим осмотрам для оценки их надежности и опасности возникновения и развития ТПП, уточнения сроков и объемов работ по ремонту сооружений и условий их технической эксплуатации в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008.

Плановые технические осмотры сооружений должны быть общими и выборочными.

Общие осмотры следует проводить два раза в год – весной и осенью.

При выборочном осмотре обследуют отдельные гидротехнические сооружения или отдельные их элементы. Периодичность выборочных осмотров определя-

ется местными условиями эксплуатации.

Кроме плановых осмотров, должны проводиться внеочередные дополнительные осмотры гидротехнических сооружений после чрезвычайных стихийных явлений – землетрясение, прохождение большого паводка, сильные ливни и др.

5.1.32 В периоды временной и постоянной эксплуатации могут возникнуть непредвиденные (чрезвычайные) ситуации, для оценки причин изменения закономерностей развития ТПП потребуется изменение режима ДН, выполнение изыскательских и исследовательских работ. Эти работы должны выполняться специализированными организациями по программам, согласованным с Заказчиком, генеральным проектировщиком и региональными подразделениями федерального органа исполнительной власти РФ.

5.1.33 Осмотр подводных частей гидротехнических сооружений и тоннелей должен производиться после первых двух лет их эксплуатации и в дальнейшем через каждые пять лет.

5.2 **Основные требования к методам долговременных наблюдений**

5.2.1 ДН за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений должны проводиться следующими методами в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008:

- визуальными;
- геодезическими;
- геофильтрационными;
- геотехническими;
- геотермическими;
- геофизическими.

5.2.2 Требования по организации и проведению визуальных наблюдений изложены в СТО 70238424.27.140.003-2008. Визуальные наблюдения должны проводиться с целью установления проявления, масштаба и степени развития техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

5.2.3 Основными объектами визуальных наблюдений должны быть конструктивные элементы сооружений, поведение и состояние которых может свидетельствовать о развитии техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

В число объектов визуальных наблюдений должны входить:

- гребень, бермы, низовой и верховой откосы грунтовых плотин;
- гребень, низовая и верховая грани бетонных плотин;
- береговые примыкания плотин;
- берега и прибрежная зона водохранилища;
- береговые склоны, террасы и пойма, примыкающие к низовому откосу плотин;
- зоны подмыва берегов в нижнем бьефе;
- своды, борта и подошва подземных выработок;
- зоны дефектов и неблагоприятных явлений (например, водопроявлений, осыпей, обвалов, оползней и т.д.).

Состав и объем визуальных наблюдений должен назначаться с учетом класса сооружения, конструктивных особенностей и технологии возведения, природно-климатических и инженерно-геологических условий, требований к эксплуатации,

проявлений ТПП, развивающихся в зоне взаимодействия оснований и сооружений – трещинообразования, осадок, смещений, провалов, промоин, оползаний, выпоров, бугров пучения и т.п. (СТО 70238424.27.140.035-2009).

Визуальные наблюдения должны выявлять выходы воды через основание и береговые примыкания сооружений, наличие в воде видимых минеральных примесей.

Визуальные наблюдения, как правило, должны сопровождаться или дополняться инструментальными видами наблюдений (геодезическими, геофильтрационными, геотехническими, геотермическими, геофизическими).

5.2.4 Геодезические наблюдения следует проводить с целью измерения смещений, осадок, провалов и т.п.

В число объектов геодезических наблюдений должны входить:

- гребень, бермы, низовой и верховой откосы грунтовых плотин;
- гребень, низовая и верховая грани бетонных плотин;
- береговые примыкания плотин;
- берега и прибрежная зона водохранилища;
- береговые склоны, террасы и пойма, примыкающие к низовому откосу плотин;
- зоны подмыва берегов в нижнем бьефе;
- зоны дефектов и неблагоприятных явлений (например, крупных трещин, неустойчивых склонов и т.п.);
- элементы зданий и сооружений, входящих в состав гидроузла.

Состав и объем геодезических наблюдений следует назначать с учетом класса сооружений, конструктивных особенностей, природно-климатических и инженерно-геологических условий, наличия, типа, вида проявления, масштабов ТПП, развивающихся в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

В общем случае задачей геодезических ДН является:

- выявление и определение изменения во времени величин осадок, раскрытия трещин, смещений, провалов, оползаний в элементах плотин и иных сооружений гидроузла;
- выявление и оценка деформаций, вызванных развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений, в зонах береговых примыканий;
- выявление участков заболачивания и оценка динамики их развития в плане на территориях, примыкающих к подошве низового откоса;
- выявление и оценка динамики развития переформирования берегов водохранилища;
- наблюдения за абразией берегов водохранилища;
- наблюдения за эрозией, оползнями, обрушениями берегов и склонов долины в нижнем бьефе;
- в криолитозоне, кроме того, выявление и оценка масштабов и динамики развития криогенных процессов и явлений (морозобойных трещин, оползней, бугров пучения, термокарстовых просадок, зон различных типов термопереработки берегов водохранилищ, крупных наледей и т.д.).

5.2.5 Геофильтрационные наблюдения должны проводиться для оценки влияния подземных вод на динамику развития ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

Основными задачами ДН за геофильтрационным (геогидравлическим) режи-

мом должны быть:

- уточнение проектных представлений об условиях фильтрации и ее воздействиях на сооружения;
- контроль эффективности противофильтрационных и дренажных устройств, обоснование целесообразности дополнений и изменений их конструкций;
- контроль допустимых пределов изменения параметров режима фильтрации на участке гидроузла;
- разработка прогноза изменения геофильтрационной (геогидравлической) обстановки на период дальнейшей эксплуатации.

В число основных объектов геофильтрационных наблюдений должны входить:

- сооружения;
- основания и береговые примыкания сооружений, входящих в состав гидроузла;
- берега и прибрежные зоны водохранилища, нижнего бьефа ГЭС;
- участки подземных выработок.

В общем случае геофильтрационные наблюдения должны включать:

- режимные наблюдения за уровнями, расходами, температурой и химическим составом подземных и поверхностных вод по пьезометрическим скважинам и источникам, а также гидродинамические исследования в наблюдательных скважинах и дренажных устройствах гидроузла;
- выявление и оценку изменений силового давления подземных вод в зоне взаимодействия оснований и сооружений;
- выявление и оценку изменений режима и состава подземных вод (химического состава, наличия, состава и количество взвесей) при развитии ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений;
- выявление и оценку роли подземных вод в возникновении и развитии ТПП.

При подготовке сети ДН за суффозией необходимо оценить:

- неоднородность гранулометрического состава грунтов;
- возможные гидравлические условия фильтрационного потока, его скорости и градиенты;
- наличие условий для выноса мелких частиц.

5.2.6 Геотехнические наблюдения должны выполняться на участках опасного развития ТПП и включать отбор образцов грунтов при бурении скважин и проходке горных выработок с последующим определением состава и свойств грунтов преимущественно в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 5180, ГОСТ 12248, ГОСТ 12536, ГОСТ 25584, ГОСТ 30416.

Основными объектами геотехнических наблюдений должны быть:

- основания грунтовых плотин;
- участки оснований бетонных плотин вблизи граней;
- интенсивно размываемые участки нижних бьефов;
- участки береговых примыканий сооружений;
- береговые склоны интенсивно перерабатываемых берегов водохранилищ;
- участки развития оползней, солифлюкции.

Состав и объем геотехнических наблюдений должен назначаться с учетом

класса гидротехнических сооружений, их конструктивных особенностей, природно-климатических и инженерно-геологических условий, наличия, типа, вида проявления, масштабов ТПП, развивающихся в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

В общем случае геотехнические наблюдения должны включать:

- описание, зарисовку и фотографирование грунта, извлекаемого из горно-буровых выработок;
- отбор проб ненарушенного и нарушенного сложения из горно-буровых выработок в соответствии с ГОСТ 12071;
- лабораторное и полевое изучение состава и свойств грунтов в соответствии с ГОСТ 12248, ГОСТ 12536, ГОСТ 20069, ГОСТ 20276, ГОСТ 20522, ГОСТ 25584, ГОСТ 23278.

Изучение прочности и деформируемости грунтов в полевых условиях необходимо проводить в случаях, если развитие ТПП может привести к нежелательным для экологической обстановки последствиям или угрожает безопасной эксплуатации сооружений ГЭС и ГАЭС, и требуется срочное проведение мероприятий по предотвращению аварийной ситуации.

5.2.7 На объектах, расположенных в криолитозоне, должны выполняться геотермические наблюдения. Измерения температуры грунтов должны проводиться по программе, согласованной с заказчиком и отвечающей требованиям, приведенным в ГОСТ 25358.

Организация комплекса наблюдений необходима для изучения динамики температурных полей в зоне взаимодействия основания и сооружения. При этом должны решаться следующие задачи:

- контроль за температурным режимом грунтовой плотины и основания бетонной и грунтовой плотины в период строительства и начального наполнения водохранилища;
- контроль за температурным режимом в период постоянной эксплуатации плотины;
- установление областей талых и мерзлых грунтов в теле плотины и в основании, границ между этими областями;
- контроль температурного состояния противофильтрационных элементов, переходных зон, дренажных устройств и зон разгрузки фильтрационного потока в основании, на береговых склонах;
- контроль трещинообразования на гребне, обусловленного криогенным пучением, криогенным растрескиванием, термокарстом и другими процессами;
- контроль температурного состояния зон примыкания грунтовых плотин к бетонным сооружениям и береговым склонам;
- наблюдения за морозным выветриванием материала тела плотины (например, каменной наброски) и морозным пучением связных грунтов противофильтрационных элементов;
- наблюдения процессов льдообразования в пустотах материала упорных призм для оценки их влияния на устойчивость плотины.

5.2.8 При проведении ДН за ТПП необходимо использовать следующие методы инженерной геофизики (СТО 70238424.27.140.043-2009, [9]):

- для наблюдения за изменениями уровня подземных вод – сейсморазведка КМПВ, электроразведка ВЭЗ, георадиолокация ГРЛЗ;

- для определения направления и скорости движения подземных вод – режимные наблюдения методами РЗМ, ТМ, радиоизотопными методами в одной или нескольких скважинах, а также модификацией МЗТ;

- для наблюдений за разгрузкой подземных и техногенных вод, очагов фильтрации методы ЕП, ВЭЗ ВП, резистивометрии, термометрии;

- для наблюдений за изменением глубины сезонного промерзания и протаивания – ВЭЗ, КМПВ, ГРЛЗ, различные виды каротажа;

- для наблюдений за изменением напряженного состояния, трещинообразований – КМПВ, сейсмопросвечивание, АЭ, УЗК;

- для выявления, наблюдения и прогноза смещения масс горных пород – методы КМПВ, ВЭЗ и ЭП в модификациях векторных и режимных наблюдений, а также метод АЭ;

- для изучения опасных инженерно-геологических ТПП (карстовых и термокарстовых провалов, оползней) – методы КМПВ, ОГТ, ВЭЗ, ЭП, ВЭЗ МДС, ВЭЗ ВП, МЗТ, ГРЛЗ.

Следует выполнять отдельные зондирования или измерения на отрезках профилей с определением скорости продольных (желательно также поперечных) волн, сейсмический или ультразвуковой каротаж, межскважинное просвечивание. Также целесообразно применять радиоизотопный каротаж скважин (гамма-гамма каротаж для оценки плотности, нейтрон-гамма каротаж для оценки влажности грунтов).

5.2.9 Долговременные сейсмологические и сейсмометрические наблюдения за слабыми и сильными землетрясениями должны проводиться с целью изучения сейсмичности и сейсмического режима района, а также оценки влияния эксплуатационного режима водохранилища на сейсмическую активность согласно ГОСТ Р22.0.01 и ГОСТ Р22.1.02 и СТО 70238424.27.140.032-2009.

5.3 Требования к персоналу

5.3.1 Работа с персоналом, осуществляющим ДП за ТПП, должна быть организована в соответствии с СТО 70238424.27.140.015-2008.

5.3.2 К работам по проведению ДН за ТПП допускаются лица с профессиональным техническим образованием: гидротехники, строители, геодезисты, гидрогеологи, геофизики, сейсмологи, специалисты по системам управления и диагностики, другие специалисты, в зависимости от сложности объекта и программы долговременных наблюдений.

5.3.3 Лица, не имеющие соответствующего специального образования и опыта работы, должны пройти обучение на курсах повышения квалификации по программе, утвержденной в порядке, установленном компанией (эксплуатирующей организацией).

5.3.4 Компания (эксплуатирующая организация) должна обеспечить возможность работникам повышать свои знания путем организации технических библиотек и периодическим обучением на курсах повышения квалификации не реже одного раза в 5 лет.

6 Долговременные наблюдения за ТПП в зоне взаимодействия оснований и плотин бетонных и железобетонных

6.1 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия бетонных и железобетонных плотин с основаниями должны включать согласно СТО 70238424.27.140.003-2008 и [4]:

- наблюдения за вертикальными и горизонтальными перемещениями тела плотины и отдельных ее элементов;
- за деформированием грунтовых или скальных массивов в основании плотин и береговых примыканиях;
- за фильтрационным режимом в основании плотин и в зоне их взаимодействия с берегами, в том числе за противодавлением на подошву плотин;
- за напряженно-деформированным состоянием тела плотины и контактной зоны плотина-основание;
- за температурным режимом плотины и ее основания в криолитозоне.

6.2 Долговременные наблюдения за развитием ТПП должны состоять из визуальных наблюдений, проводимых в соответствии с утвержденным для конкретной ГЭС местным стандартом (регламентом, инструкцией), и инструментальных наблюдений, проводимых по установленной на сооружениях КИА в соответствии с проектной документацией.

6.3 Состав визуальных наблюдений на каждой плотине должен назначаться с учетом его конструктивных особенностей, природно-климатических, инженерно-геологических условий, требований эксплуатации, наличия дефектов и неблагоприятных явлений в сооружении и его основании, береговых примыканиях.

6.3.1 Визуальные наблюдения на бетонных плотинах должны включать:
- контроль за трещинообразованием и состоянием швов;
- выявление и оценку выходов фильтрационных вод через бетонную кладку, основание и берега;
- фиксирование зон ослабленного бетона;
- регистрацию и оценку фильтрационно-суффозионных выносов из бетона сооружений, основания и берегов;
- контроль состояния бетонных поверхностей, в особенности находящихся в зонах замораживания-оттаивания и в зоне переменного уровня воды, а также поверхностей водосливов;
- контроль за мутностью воды, профильтровавшейся через бетонную кладку (швы, трещины, собственно бетон), основание и берега;
- наблюдения за ледовым режимом бьефов;
- наблюдения за размывами в нижнем бьефе.

6.3.2 Долговременные визуальные наблюдения, проводимые в зоне водохранилища, должны оценивать переработку берегов, особенно в зоне влияния сооружений ГЭС.

6.3.3 На водохранилищах, расположенных в криолитозоне, должны контролироваться также криогенные процессы, деформации ложа и берегов в зоне сработки водохранилища.

6.3.4 Визуальные наблюдения следует проводить не реже двух раз в год.

6.4 Инструментальные долговременные наблюдения за ТПП должны включать:

- наблюдения за осадками и горизонтальными смещениями плотин с помощью геодезических методов и КИА, установленной на плотине;
- наблюдения за направлениями и деформациями в различных точках плотины и в зоне ее контакта с основанием, а также при необходимости в грунтовых или скальных массивах в примыканиях;
- наблюдения за деформациями поверхности земли в верхнем и нижнем бьефах гидроузла для выявления «воронки оседания»;
- наблюдения за пьезометрическими напорами и фильтрационными расходами;
- наблюдения за температурой бетона плотин и грунтов оснований.

6.5 Определение осадки бетонных плотин и их оснований следует производить нивелированием разного вида (в зависимости от конструктивных особенностей плотин) и разного класса в зависимости от допустимой погрешности измерений.

6.5.1 На бетонных плотинах, расположенных на скальных основаниях, осуществляется нивелирование первого класса, на бетонных плотинах на нескальных основаниях – нивелирование второго класса.

6.5.2 В условиях стационарного эксплуатационного режима при стабилизировавшемся характере осадки на бетонных плотинах высотой свыше 50 м нивелирование следует проводить дважды в год в одинаковое календарное время, приурочивая его к экстремальным значениям УВБ или сезонному изменению температуры наружного воздуха в зависимости от преобладающей роли того или иного фактора. Изменения в цикличности наблюдений должны согласовываться в проектной организацией и утверждаться руководством ГЭС (ГАЭС).

6.5.3 На бетонных плотинах высотой до 50 м нивелирование второго и третьего класса следует проводить не реже одного раза в год, но обязательно в одинаковое календарное время, по возможности с одинаковыми значениями УВБ и температуры наружного воздуха.

6.6 Горизонтальные перемещения тела плотины и основания следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: створных наблюдений, триангуляции. Допускается применять методы трилатерации и полигонометрии.

6.7 За процессами изменения фильтрационного режима необходимо наблюдать в теле плотины, в контактной зоне и основании, а также в геологической среде, испытывающей изменение гидрогеологического режима под влиянием водохранилища.

В контактной зоне надлежит наблюдать изменения противодавления по подошве сооружения и в зонах его сопряжения с берегами, в конструкциях для оценки эффективности средств инженерной защиты подземного контура.

6.8 Выбор методов контроля, видов и способов наблюдений за фильтрационным режимом должен определяться конкретными задачами контроля, зависящими от класса сооружения, инженерно-геологических (в их составе гидрогеоло-

гических, геокриологических) условий основания и скальных массивов, вмещающих плотину, особенностей подземного контура и т.д.

6.9 Основными контролируемыми параметрами, характеризующими фильтрационный режим, являются:

- пьезометрические напоры;
- расходы воды, фильтрующейся через бетонную кладку и грунты основания;
- наличие взвеси и химический состав фильтрующейся воды;
- температуры воды фильтрационного потока.

6.10 Температурные ДН за эксплуатируемой плотиной должны проводиться с целью:

- установления температурного градиента по горизонтальным сечениям секций для определения температурной составляющей перемещений и напряжений;
- определения глубины сезонных изменений температуры у наружных поверхностей (напорная выше УВБ и низовая грани), глубины промораживания бетона;
- определения температурной составляющей в раскрытии межсекционных, межстолбчатых, радиальных, горизонтальных строительных швов и трещин.

6.11 Температурный режим следует наблюдать по измерительным створам телетермометров, установленных в тело и основание контролируемых секций, в расширенных швах гравитационных плотин, полостях контрфорсных плотин, по глубине водохранилища (если нет термометров на напорной грани).

6.12 Наблюдения за деформациями (напряжениями) следует проводить в теле бетонной плотины, отдельных ее элементах (трубопроводы, водосбросы и т.д.), а также в контактной зоне плотины и массивах грунтов, вмещающих ее.

6.13 Для определения деформированного и напряженного состояния плотины, ее элементов и основания следует использовать тензометры, длиннобазные деформометры, щелемеры, арматурные динамометры, позволяющие контролировать:

- напряжения и деформации в различных точках отдельных бетонных массивов плотины в целом;
- напряженное (деформированное) состояние контактной зоны бетона с основанием по опорному контуру плотины;
- раскрытие межсекционных, радиальных, межстолбчатых и строительных швов и трещин в бетоне;
- напряжения (усилия) в железобетонных и металлических оболочках водоводов, арматуре у низовой грани и верховой – в зоне переменного горизонта, анкерах, арматурных тяжах и т.д.

6.14 После очередного сбора данных визуальных и инструментальных наблюдений и обследований необходимо провести ретроспективный (за весь период наблюдений) сравнительный анализ изменений во времени контролируемых показателей и параметров. На основании этого анализа должно быть сделано заключение о динамике развития наблюдаемых процессов, периодичности повторе-

ния того или иного явления, изменении характеристик выявленной дефектной зоны, дана оценка развитию техноприродных процессов в зоне взаимодействия сооружения и основания и определена их значимость для безопасности сооружений и экологической обстановки на территории объекта.

7 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и плотин из грунтовых материалов

7.1 Долговременные наблюдения за ТПП в зоне взаимодействия грунтовых плотин и оснований в соответствии с требованиями СТО 70238424.27.140.003-2008 и СТО 70238424.27.140.035-2009 должны состоять из визуальных и инструментальных. К инструментальным относятся: геодезические, геофильтрационные (геогидравлические), геотехнические, геотермические, геофизические.

7.2 Визуальные наблюдения должны проводиться в зависимости от конструктивных особенностей сооружений ГЭС и ГАЭС, инженерно-геологических и природно-климатических условий, последовательности и технологических схем производства работ на всех стадиях строительства и в период эксплуатации в соответствии с требованиями и положениями, изложенными в СТО 70238424.27.140.003-2008.

7.3 Визуальные наблюдения должны позволить выявить, при регулярных осмотрах сооружения и прилегающей территории, места проявления ТПП в виде трещин, проседания и воронок на гребне и откосах, оползаний, размывов, выходов воды на низовом откосе, наледей, выпоров грунта, суффозионного выноса мелкозема и т.п.

Визуальные наблюдения за развитием ТПП необходимо проводить в местах их прогнозирования и проявления в элементах сооружения путем регулярных обходов и осмотров по заранее разработанной маршрутной схеме. ДН состоят в осмотре гребня и откосов плотины с зарисовками, фотографированием, фиксацией размеров деформаций – протяженности, ширины, глубины. Если процессы имеют тенденцию к развитию, то для дальнейших наблюдений места проявления деформации следует фиксировать марками, колышками и выполнять соответствующие инструментальные наблюдения.

При визуальных наблюдениях надлежит осуществлять проверку состояния контрольно-измерительной аппаратуры – оголовков пьезометров, геодезических знаков, мерных водосливов, измерительных пультов, кабельных линий и т.п.

Аналогичным образом следует проводить визуальные наблюдения за техноприродными процессами в береговых примыканиях плотин.

7.4 Геодезические наблюдения должны обеспечить полную и достоверную информацию о величине и распределении осадок гребня по его длине (продольная осадка), об осадках основания и собственно тела плотины, об осадках плотины в примыканиях к устоям и бортам каньона, о деформациях поперечного профиля плотины (поперечная осадка) и деформациях возможного выпора грунта основания у подошвы сооружения. ДН проводятся в соответствии с требованиями, изложенными в СТО 70238424.27.140.003-2008, СТО 70238424.27.140.021-2008, СТО 70238424.27.140.035-2009, а также [5, 6].

7.4.1 Деформации земной поверхности в районе створа высоконапорных плотин, связанные с образованием воронки оседания, необходимо фиксировать по реперам и маркам, установленным:

- по берегам водохранилища;
- в направлениях, перпендикулярных берегам водохранилища, по одному или двум профилям на расстояние от 5 до 10 км вглубь горных массивов;
- в направлении от створа плотины вниз по течению реки на расстояние от 5 до 10 км (в зависимости от высоты плотины и рельефа склона).

7.4.2 Наблюдения за смещениями оползней и потенциально неустойчивых массивов необходимо выполнять с помощью створных, плановых и высотных геодезических знаков, с применением спутниковых геодезических средств глобальной системы позиционирования (GPS), а также с использованием материалов аэро- и космосъемки. Рабочие реперы и опорные пункты должны находиться за контуром оползня или потенциально неустойчивого массива. Направление створа следует принимать перпендикулярно направлению движения оползня. Осадки марок, установленных в характерных и доступных для наблюдения точках оползня и потенциально неустойчивого массива, следует определять с помощью геометрического и тригонометрического нивелирования.

7.4.3 ДН за возможными неотектоническими подвижками по расположенным вблизи гидроузла разломам в скальных массивах необходимо выполнять по плановым и высотным знакам в характерных поперечниках. Каждый поперечник оснащается четырьмя и более марками (не менее двух на каждой стенке разлома), а также плановыми знаками, смещения которых необходимо определять створными и линейными измерениями. Для выполнения натурных наблюдений рекомендуется использовать светодальномеры и лазерные дальномеры, а в качестве закладной КИА – деформометры, гидростатические уровни и другие приборы.

7.4.4 При обнаружении на плотине, у подошвы низового откоса, откосах береговых примыканий или бортов водохранилища просадок, оползней, трещин отрыва и других аномальных деформаций в местах их проявления следует оперативно установить временные марки, организовать более частые систематические наблюдения вплоть до проведения ежесуточных измерений.

7.4.5 После выяснения причин деформаций разрабатываются мероприятия по их устранению, и в дальнейшем наблюдения следует проводить за эффективностью мероприятий инженерной защиты в течение всего периода эксплуатации сооружения. После стабилизации процесса регулярность наблюдений можно уменьшить.

7.5 Геофильтрационные долговременные наблюдения должны обеспечить контроль за:

- режимом и составом подземных вод;
- положением поверхности депрессии в теле плотины и берегах;
- распределением пьезометрических напоров фильтрационых потоков в плотине и основании;
- фильтрационными расходами, поступающими через противофильтрационные элементы и основание;
- развитием порового давления в глинистых грунтах элементов тела плотины и основания;

- температурой фильтрующейся воды и, при необходимости, ее химическим составом.

7.5.1 Геофильтрационные ДН должны проводиться в скважинах, которые бурят до подошвы зоны взаимодействия оснований и сооружений. Скважины, в которые устанавливаются пьезометры или пьезодинамометры, должны обеспечить измерения уровней и давления подземных вод. Из скважин нужно отбирать пробы воды для лабораторных исследований, при необходимости следует проводить откачки из скважин или нагнетания.

Признаками развития суффозионного процесса могут быть выходы подземных вод в береговых примыканиях плотины или в районе низового откоса, в связи с этим необходимо определять расходы фильтрующей воды, ее состав и мутность [6].

7.5.2 Для наблюдений за положением поверхности депрессии в теле фильтрующей плотины и в берегах должны применяться различного типа трубные пьезометры или телеметрические преобразователи (датчики) давления воды струнные (типа ПДС). Датчики размещаются в сечениях, перпендикулярных оси плотины, а также вдоль линий примыкания плотины к бетонным сооружениям и к берегам, на противофильтрационных сооружениях (цементационные и инъекционные завесы, стенки в грунте) пьезометры устанавливаются ярусно до и за ними для оценки их эффективности по значениям напорных градиентов.

7.5.3 Первый по линии тока измерительный прибор необходимо устанавливать на гребне плотины вблизи бровки напорного откоса. Последний – у входа фильтрационного потока в дренаж, а промежуточные делят расстояние между крайними приборами на несколько частей.

В случаях, когда дренажное устройство трубчатого или банкетного типа глубоко заведено в тело плотины (типично для районов сурового климата), за дренажом должен устанавливаться пьезометр.

7.5.4 Глубина заложения водоприемников пьезометров или датчиков давления должна быть ниже поверхности депрессии, соответствующей УМО.

Установку приборов следует производить преимущественно в буровых скважинах.

7.6 Геотехнические наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений должны проводиться с целью изучения изменения состава и физико-механических свойств грунтов. ДН выполняются, когда прогнозируется или обнаружено другими видами ДН возникновение неблагоприятных процессов в указанной зоне (осадки, смещения, карст и др.), а также один-два раза в течение эксплуатации сооружения вплоть до стабилизации таких процессов.

В районе примыканий и в приплотинной части нижнего бьефа следует отбирать пробы с поверхности участка образования трещин, оползней, обвалов и др., либо из шурфов на месте формирования ТПП в соответствии с ГОСТ 5180, 12071, 12248, 12536.

7.7 Долговременные наблюдения в зоне взаимодействия грунтовых плотин и оснований в криолитозоне следует проводить в зависимости от принятого принципа строительства [2].

7.7.1 Долговременные наблюдения в зоне взаимодействия грунтовых и каменно-земляных плотин мерзлого типа и их оснований необходимо проводить за:

- температурным режимом основания и тела плотины;
- температурным режимом береговых примыканий, ложа водохранилища и его берегов;
- осадками и появлением криогенных трещин, бугров пучения, термокарстовых просадок на гребне и откосах плотины;
- появлением наледей, их местоположением, динамикой роста размеров, структурой и химическим составом льда;
- расходами воздуха в замораживающих колонках и вентиляторах;
- работой замораживающих установок (число часов работы, своевременное включение и отключение);
- распределением температур воздуха по длине замораживающей колонки.

7.7.2 Долговременные наблюдения при эксплуатации талых плотин из грунтовых материалов в криолитозоне следует дополнить, кроме наблюдений, указанных в п. 7.7.1, наблюдениями за:

- фильтрацией и температурой фильтрующейся воды;
- образованием и развитием морозобойных трещин;
- появлением наледей, оползней и термокарста в береговых примыканиях;
- аблимацией и сублимацией льда в низовой каменно-набросной призме;
- инфильтрацией воды в низовой призме из каменной наброски;
- изменением температуры воды в водохранилище, нарастанием ледового покрова и воздействием его на плотину.

7.7.3 Контрольные поперечные сечения для производства ДН, должны назначаться в проекте с учетом следующих рекомендаций:

- на русловом участке, где сооружение имеет максимальную высоту и, соответственно, максимальное нагружение;
- в криолитозоне – на границах сопряжения мерзлых и талых участков плотины и ее основания, а также участков с различной льдистостью грунтов;
- на участках резкого (крутого) падения поверхности основания в створе сооружения;
- на границах сопряжения грунтовой плотины с бетонными сооружениями (устоями, тоннелями и др.);
- над тектоническими разломами и крупными трещинами в основании (открытыми или выполненными рыхлым, суффозионно-неустойчивым материалом);
- в зонах возможных изменений напряженно-деформированного состояния, фильтрационной прочности, устойчивости, трещинообразования (выявленных расчетами, специальными исследованиями или наблюдениями);
- на границах сопряжения подруслового талика с мерзлыми береговыми участками.

7.7.4 После первичного наполнения водохранилища и выявления «слабых» мест в работе сооружения проектное количество наблюдательных сечений или створов должно быть уточнено, а при необходимости – увеличено. В процессе длительной эксплуатации сооружения эти уточнения периодически должны проводиться с учетом показателей работы сооружения, в том числе процессов старения, перераспределения нагрузок и других факторов, изменения мерзлотной обстановки в сооружении и в основании.

7.8 Главная задача термометрических ДН за формированием и динамикой термического режима зоны взаимодействия сооружения и оснований должна сводиться к обеспечению требуемого проектом температурного состояния грунтового основания и тела плотины при ее эксплуатации.

7.8.1 Размещение температурных датчиков в контролируемых зонах, областях, створах, сечениях или в отдельных элементах плотины и основания должно производиться таким образом, чтобы полученной информацией от измерений обеспечивалось:

- построение температурного поля в заданных границах;
- установление тенденции изменения температурного режима во времени в необходимом интервале (сутки, декада, месяц, год, многолетний период).

7.8.2 Особо важными являются ДН для ГТС, расположенных в районах распространения многолетнемерзлых пород, где адаптация сооружений к основанию и береговым склонам происходит в течение десятилетий.

Для плотин мерзлого и талого типов, возведенных как на мерзлом, так и талом основаниях, рекомендуются принципиальные схемы оснащения их датчиками температуры [4].

7.8.3 В основании плотин, расположенных в криолитозоне, термодатчики необходимо располагать в скважинах. Глубина заложения датчиков определяется глубиной мерзлотной или цементационной завес и предполагаемым изменением температуры основания в связи с возведением сооружения и наполнением водохранилища.

7.8.4 В плотине мерзлого типа датчики должны контролировать, как в мерзлотной завесе, так и по ее периферии, границы мерзлой и талой зон и их перемещения во времени.

7.8.5 В плотинах талого типа датчики температуры должны размещаться в противофильтрационных элементах (ядре, экране), в переходных фильтровых зонах и в зонах высачивания фильтрационного потока через основание или в специальное дренажное устройство. При этом данными наблюдениями должна гарантироваться однозначная оценка температурного состояния этих элементов («мерзлое» или «талое» состояние), а также определение скорости продвижения нулевой изотермы.

7.8.6 В береговых примыканиях плотины, сложенных многолетнемерзлыми грунтами, должна быть оборудована сеть термодатчиков, контролирующих их состояние, в том числе процесс возможной деградации мерзлоты от отепляющего воздействия водохранилища, развитие термокарста.

7.9 Состав геофизических наблюдений приведен в п. 5.2.7. Для конкретного объекта объемы и методика работ должна определяться специальной программой.

8 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований ограждающих дамб бассейнов ГАЭС

8.1 Ограждающие дамбы бассейнов ГАЭС по своей сути являются и работают как грунтовые плотины. Все виды ДН за развитием ТПП, которые проводятся для грунтовых плотин, должны выполняться для дамб бассейнов ГАЭС согласно СТО 70238424.27.140.003-2008, СТО 70238424.27.140.021-2008.

8.2 Особое внимание следует уделить ТПП, которые развиваются на склонах бассейнов или дамбах, прежде всего на оползневых склонах, а также на обводняемых, в том числе при протечках, основаниях трубопроводов.

8.3 При обнаружении трещин на склонах, непроектном состоянии бетонных конструкций, указывающих на оползневые смещения, ДН следует организовывать и проводить в срочном порядке. Методика ДН должна разрабатываться по специальной программе в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008 и [6].

8.4 По трассе напорных трубопроводов ДН следует организовать для фиксации смещений фундаментов опор (осадок опор и их горизонтальных смещений), а также за зоной контакта трубопровода с фундаментной опорой.

8.5 В случае активизации оползневых процессов кроме визуальных наблюдений следует организовать инклинометрические наблюдения в специальных скважинах, а также создать пьезометрическую сеть для ДН за фильтрацией воды из напорного бассейна вдоль склона расположения трубопроводов.

9 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и зданий гидроэлектростанций

В зоне взаимодействия наземных зданий гидроэлектростанций могут возникать и развиваться ТПП, аналогичные формирующимся в зоне взаимодействия бетонных плотин и их оснований. ДН за их развитием принципиально не отличаются от наблюдений за бетонными и железобетонными плотинами и соответствуют требованиям, изложенным в п.п. 6.1 - 6.14 Стандарта.

10 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и подводящих и отводящих каналов

10.1 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия подводящих и отводящих каналов с основаниями подразделяются на визуальные и инструментальные.

10.2 Визуальные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия подводящих и отводящих каналов с основаниями должны обеспечить предварительную визуальную оценку состояния откосов и днищ каналов.

При визуальных наблюдениях следует установить участки трасс каналов, подверженных смещениям, связанным с обвалами, оползнями, подмывом, суффозией, карстообразованием и др. При выявлении таких участков их пространственное положение фиксируется на топографических планах и схемах, они подробно описываются, зарисовываются и фотографируются.

Визуальные наблюдения следует проводить с той же периодичностью, что и наблюдения за плотинами в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008, а при прохождении катастрофических природных и техногенных явлений в соответствии с п.п. 5.1.10 настоящего Стандарта.

10.3 Геодезические наблюдения в зоне взаимодействия оснований и каналов должны проводиться в случае интенсификации техноприродных процессов, а также при явлениях, способствующих такой интенсификации, когда такие про-

цессы могут воспрепятствовать нормальной эксплуатации каналов. По результатам геодезических наблюдений определяют величины и скорости движения оползней, обвалов, роста эрозионных промоин и т.п. в соответствии с указаниями, изложенными в нормативных документах (СТО 70238424.27.140.035-2009, СТО 70238424.27.140.032-2009 и [5, 6, 7]).

10.4 Геофильтрационные наблюдения должны сводиться к замерам расходов, уровней и определению состава подземных вод на участках развития ТПП, которые могут нарушить устойчивость склонов каналов. При этом места и площади выходов воды должны документироваться, зарисовываться и фотографироваться (СТО 70238424.27.140.035-2009 и [7]).

Геофильтрационные наблюдения следует вести при обнаружении выходов подземных вод, при неординарных явлениях (например, при значительных сбросах воды из водохранилища), а также при прохождении ливневых дождей и т.п.

10.5 Геотехнические наблюдения на участках развития техноприродных процессов должны сводиться к отбору проб грунтов на таких участках, с последующим лабораторным изучением состава и физико-механических свойств этих грунтов в соответствии с ГОСТ 5180, ГОСТ 12071, ГОСТ 12248 и ГОСТ 12536 и анализу устойчивости откосов с учетом уточненных показателей свойств грунтов.

Полевые определения сопротивления сдвигу грунтов необходимо выполнять в исключительных случаях, когда глубокие каналы заложены в неустойчивых грунтах в соответствии с ГОСТ 20276.

10.6 Геофизические наблюдения следует выполнять в тех случаях, когда негативные ТПП могут воспрепятствовать нормальной эксплуатации каналов. Состав возможных наблюдений указан в п.5.2.7. Для конкретного объекта объемы и методика работ определяются специальной программой.

11 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия подземных зданий ГЭС и гидротехнических тоннелей с вмещающими массивами

11.1 Долговременные наблюдения за ТПП в зоне взаимодействия подземных зданий ГЭС и гидротехнических тоннелей с вмещающими массивами, как правило, скальных и полускальных грунтов подразделяются на визуальные и инструментальные – геодезические, геофильтрационные (часто, а в криолитозоне, как правило, совмещенные с геотермическими), геотехнические, геофизические.

11.2 Визуальные наблюдения за развитием техноприродных процессов в тоннелях должны выполняться не только в подземных выработках, но и на поверхности, если процессы проявляются и на таких участках, в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008, СТО 70238424.27.140.035-2009, СТО 70238424.27.140.032-2009 и [6].

Визуальные наблюдения должны включать тщательное и подробное описание, масштабные зарисовки и фотографирование дефектов в зоне взаимодействия грунтов с сооружением, а также для сравнения и вблизи нее, там, где дефекты отсутствуют. Визуальные наблюдения следует сопровождать отбором проб грунтов

и воды, замерами ее расходов, давления, геофизическими и геотермическими наблюдениями.

11.3 Геодезические наблюдения должны включать топографическую привязку мест развития техноприродных процессов, их оконтуривание, если масштабы таких процессов велики и угрожают нормальному функционированию тоннелей, в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008, СТО 70238424.27.140.035-2009 и [5, 6].

11.4 Состояние тоннелей и подземных зданий ГЭС должно определяться деформационной съемкой обделки или крепи и должно включать:

- определение напряженного состояния и деформаций скального массива за обделкой, напряжений в анкерах (в случае их установки);
- определение напряженного состояния бетонных и железобетонных элементов крепления тоннельных выработок и подземных машзалов;
- определение геодезическими методами смещений стен и сводов подземных выработок (машзалов подземных ГЭС);
- определение геофизическими методами полостей и зон разуплотнения в заобделочном пространстве, в том числе в строительный период при разгрузке вмещающего подземную выработку скального массива.

11.5 Состав и регламент проведения термофильтрационных наблюдений должен определяться проектной организацией в процессе проектирования конкретного подземного сооружения. В последующем, во время строительства и в начале эксплуатации, регламент наблюдений должен уточняться на основе выданных специализированной организацией рекомендаций, при составлении которых, как правило, должны учитываться более достоверные данные о температурном режиме, геофильтрационных свойствах массива грунтов и его поведении в процессе проходки подземной выемки, а также по мере накопления первичной информации по КИА.

11.6 Долговременные наблюдения за термическим и фильтрационным режимами скального массива, вмещающего подземные гидротехнические сооружения, должны включать в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2008 и [6]:

- определение силового воздействия подземных вод на сооружение в целом или на его обделку, которая во многих случаях может работать под давлением воды внутри тоннеля (шахты) и противодавлением снаружи. В случаях, когда эта разность давлений действует в направлении окружающего скального массива и является определяющей при расчетах обделки на прочность, важно в процессе долговременных натурных наблюдений установить наименьшее противодавление подземных вод на обделку;
- определение эффективности работы разгрузочного дренажа, обеспечивающего отвод фильтрационного потока вдоль обделки (со стороны массива) и уменьшающего величину противодавления;
- регистрацию изменения давления подземных вод при землетрясениях, осуществляемую с помощью малоинерционных преобразователей (датчиков) гидродинамического давления, размещаемых в скальном массиве;

- уточнение общих условий формирования фильтрационного потока, «обтекающего» снаружи подземное сооружение, включая уточнение контуров питания и разгрузки потока; положение его депрессионной поверхности, распределение напора в области фильтрации, особенно в зонах вокруг сооружения; величину гашения напора на противофильтрационных преградах (цементационных завесах, диафрагмах) и дренажах;

- определение притока воды в подземное сооружение в предусмотренных регламентом наблюдений местах (например, дебит дренажных вод) и в местах непредвиденных водопроявлений, контроль за выносом минеральных частиц (свидетельствующим о наличии механической суффозии в массиве) и контроль химического состава профильтровавшейся воды;

- определение изменения термического состояния скального массива вокруг подземного сооружения и тенденций в изменении этого состояния (температурного режима), имея, прежде всего, в виду перемещение нулевой изотермы при протаивании или промерзании массива. В определенных условиях, когда фазовые переходы «вода – лед» происходят не при нулевой, а характерной для засоленных грунтов отрицательной температуре, особое внимание уделяется изменению положения изотермы этой температуры;

- контроль трещинообразования в массиве и обделке сооружения.

Особо важными ДН являются для подземных сооружений, расположенных в мерзлых массивах, в которых процессы протаивания происходят на протяжении длительного времени.

11.6.1 Каждый цикл наблюдений должен быть предельно сжатым по времени и планироваться таким образом, чтобы в результате получить фоновые и экстремальные значения контролируемых характеристик термофильтрационного состояния массива и сооружения.

Все первичные сведения о характеристиках следует документировать в журнале наблюдений. В частности, в документации водопроявлений должны быть отражены места выходов и расходы притекающих в выработку подземных вод.

Наблюдения за изменением температур грунтов следует проводить ежемесячно до стабилизации оттаявших зон в массиве, вмещающем подземные сооружения; за фильтрацией – визуально – не реже одного раза в неделю, с измерениями давлений воды в массиве – не реже одного раза в месяц, с измерениями давлений и расходов и оценкой состояния сооружения – не реже одного раза в три месяца.

Более подробные сведения о рекомендуемых составе и средствах температурных и фильтрационных наблюдений содержатся в СТО 70238424.27.140.035-2009 и [6, 7].

11.6.2 Оснащение контрольно-измерительной аппаратурой скального массива и находящегося в нем подземного сооружения должно определяться при проектировании, исходя из конкретных натурных наблюдений в процессе изысканий за фильтрационным, гидрохимическим и температурным режимами массива, с учетом прогнозирования изменения инженерно-геологических условий в месте расположения сооружения.

В случае, если информация, получаемая в процессе таких наблюдений, оказывается недостаточной для достоверной оценки надежности эксплуатируемого сооружения, необходимо дополнить комплекс установленной КИА соответствующими измерительными и регистрирующими устройствами, либо (с помощью ис-

следовательской организации) изыскать возможность уточнения характеристик термофильтрационных полей методами моделирования.

11.6.3 Основная часть КИА, предусмотренная программой долговременных натурных наблюдений, должна размещаться в створах или вертикальных измерительных сечениях (ВИС), расположенных на типовых и аномальных по инженерно-геологическим и конструктивным особенностям участках. Количество и состав КИА в каждом сечении зависит от класса сооружений, их конструкции, инженерно-геологических, гидрогеологических, геокриологических условий и других факторов. Общим принципом размещения КИА должно являться обеспечение надежности ее работы и сохранности, что, как правило, достигается ее расположением и установкой в потернах, галереях, шахтах, нишах и др.

11.6.4 Измерения расходов фильтрации в отдельных зонах вмещающего скального массива, расходов дренажных систем, протечек через неплотности и трещины в обделке подземных помещений и общих водопритоков в отдельные части подземного комплекса должны проводиться различными средствами, описанными ниже в п.п.11.7, и размещаемыми в водоотводных, дренажных, подходных штольнях, водосборных канавках подземных помещений, водоотводящих лотках насосных откачки дренажных вод и т.п.

11.6.5 Для наблюдения за силовым воздействием подземных вод на бетонные обделки подземных выработок следует использовать закладные пьезодинамометрические датчики (ДДС, ДДСП), размещаемые на стадии строительства на наиболее ответственных участках, а также короткие заоблицовочные пьезометры, оборудованные манометрами или преобразовате-лями давления (струнными, резистивными). Такие короткие пьезометры должны быть установлены с шагом от 3 до 5 м между основными створами и включены в состав наблюдательной сети.

11.6.6 ДН за температурой мерзлых, промерзающих, протаивающих зон массива, вмещающего подземные сооружения, следует вести с использованием скважин, шпуров, оборудованных герметичным стаканом обсадных труб из малотеплопроводных материалов (пластмасс, полиуретана и др.). Во избежание существенного влияния конвекции воздуха на показания термодатчиков скважину следует закрывать плотной пробкой (обычно металлической, завинчивающейся), а по длине скважины устраивать несколько эластичных перегородок, перекрывающих обсадную трубу, либо после помещения в трубу термодатчиков она заполняется сухим песком, быстротвердеющими пенами и др. В качестве термодатчиков следует использовать закладные "гирлянды" телетермометров (ПТС и др.), электротермометров сопротивления, термотранзисторов и терморезисторов, прошедших "режим закаливания", предварительно отградуированных в диапазоне прогнозируемых температур с устойчивыми во времени тарировочными коэффициентами. При размещении термогирлянд в восстающие выработки (в сводах, стенах подземных сооружений) они должны монтироваться на жестком стержне, поэтапно наращиваемом при внедрении в скважину, шпур.

11.7 Контрольно-измерительную аппаратуру, применяемую при натурных наблюдениях за термическим и фильтрационным режимом скальных массивов на участках эксплуатируемых подземных гидротехнических сооружений, по своему основному назначению следует подразделять на три группы. К первой группе относятся преобразователи, пьезометры и устройства, являющиеся источниками

информации и устанавливаемые в контролируемых зонах (первичная КИА). По своим эксплуатационным свойствам первичная КИА делится на временную, устанавливаемую без возможности замены, со сроком службы не более 10-15 лет, и долговременную, имеющую срок службы, сопоставимый со сроком эксплуатации сооружений, или устанавливаемую с возможностью ремонта или замены при выходе ее из строя. К временной первичной КИА следует относить преобразователи давления струнные с пористой насадкой (ПДСП) и преобразователи температуры струнные (ПТС), терморезисторы, термотранзисторы и др. Долговременной первичной КИА следует считать все виды пьезометров: опускные безнапорные (ПОБ), опускные напорные (ПОН), двухтрубные (ДП), закладные (ПЗ), контактные (ПК), все средства измерения расходов, а также преобразователи струнные, установка которых предусматривает их замену в период эксплуатации.

Ко второй группе следует относить измерительные устройства, выполняющие промежуточные функции: коммутационные щиты, насосные установки.

К третьей группе рекомендуется относить стационарные и переносные приборы, необходимые для производства измерений (вторичная КИА): манометры, уровнемеры (механические, электрические, пневматические, акустические), мосты электросопротивлений типа R-333 и модернизированные аналоги, периодомеры цифровые портативные (ПЦП), расходомеры, шпитц-масштабы, термометры и другая аппаратура.

Аппаратура должна быть работоспособной в большом диапазоне изменения температур (от минус 40 до плюс 40°С), при воздействии резких перепадов температуры (термоудар) и давления, пылевлагонепроницаемой и рассчитанной на длительный срок работы в агрессивных средах (например, соленых водах и рассолах).

Для определения напоров подземного потока в скальном массиве необходимо использовать все виды пьезометров, а также струнные и резистивные преобразователи (датчики) давления. Каждый из установленных приборов должен обеспечить ДН за пьезометрическими уровнями в определенной зоне скального массива (например, на подходе фильтрационного потока к цементационной или дренажной завесе, непосредственно перед завесой, далее – за нею, перед фронтом обделки подземного помещения). В напорных пьезометрах струнный датчик давления типа ПДС должен устанавливаться в оголовке, а в безнапорном – ПДСП подвешиваться на электрокабеле внутри водоприемника.

11.8 Для измерения расходов притока подземных вод в подземные сооружения, а также для оценки расходов фильтрации в разных зонах вмещающего скального массива используют различные методы. Измерение расходов фильтрации следует выполнять в напорных пьезометрах, дренажных скважинах, родниках, на водосливах дренажных выработок и водоотводящих систем.

Расходы воды, изливающейся из напорных пьезометров, следует измерять объемным способом (с использованием мерных сосудов), измерение дебитов фонтанирующих скважин с вертикально выбивающейся струей производится путем измерения высоты фонтана и отыскания значений расхода по соответствующим таблицам для определенного диаметра труб. Расходы скважин с дебитом от 5 до 10 л/с измеряют с помощью опускаемых в скважину микровертушек и посред-

ством различных водомерных устройств при выходе воды из скважины в водосборный лоток, колодец, трубопровод. При расходах более 10 л/с в лотках целесообразно использовать мерные водосливы (трапецеидальные, прямоугольные, треугольные). Для определения расходов небольших потоков воды применяют поплавковый метод, для более крупных – разные гидрометрические вертушки и другие водосчетчики.

Расходы горизонтальных дренажей, а также водоотводных, подходных, транспортных и др. штолен следует измерять с помощью мерных водосливов, устанавливаемых в специальных колодцах на водовыпусках. Целесообразно применять стандартные незатопленные водосливы с тонкой вертикальной стенкой (Чиполетти, Базена-Эгли, Томсона).

Наиболее практичны электромагнитные расходомеры типа ИР-51, имеющие выход постоянного тока до 5 мА (соответствующий мгновенному расходу воды) и потенциометры постоянного тока КС 2, КС 4 и др.

11.9 Платиновые черненые датчики-электроды с реохордным мостом необходимо использовать для контроля общей минерализации подземных вод, иногда они специально подбираются для контроля за содержанием конкретных ионов (например, кальция) в фильтрационном потоке. Кондуктометрические концентратомеры используют для контроля минерализации соленых вод и рассолов.

11.10 Частота измерений в точках наблюдательной сети должна определяться видом наблюдений, конкретными задачами, скоростью развития и характером наблюдаемых температурных и фильтрационных процессов, общей гидрогеологической, инженерно-геологической и инженерно-геокриологической обстановкой на участках подземных сооружений гидроузла, метеорологическими условиями, режимом эксплуатации объектов и другими факторами. Общим принципом определения необходимой периодичности наблюдений должно являться их проведение через более короткие интервалы времени в характерные периоды климатического, гидрологического, гидрогеологического эксплуатационного годовых циклов и более продолжительные интервалы – в остальное время года, в чрезвычайных ситуациях частота наблюдений определяется в специально разработанной программе.

В зависимости от конкретных условий и задач ДН пьезометрические измерения в наблюдательных скважинах-пьезометрах, снятие показаний контрольно-измерительных приборов (преобразователей давления), а также измерения расходов должны проводиться два раза в месяц при стабильном УВБ, при подъеме или спаде УВБ частоту измерений увеличивают до 12 раз в месяц, но не реже одного раза на каждые 2м изменения его положения.

Химические анализы воды, как правило, следует выполнять от двух до шести раз в год, а при сложных обстоятельствах (агрессивные воды, криопэги, быстро развивающиеся процессы растворения и выщелачивания и др.) – не реже одного раза в месяц.

11.11 При необходимости более частых пьезометрических, термометрических или гидрохимических ДН наблюдательные точки должны быть оборудованы дистанционной аппаратурой. Автоматизированная система опроса дистанционных датчиков позволяет фиксировать информацию на носители (CD, DVD, USB

Flash Drive), обеспечивая непосредственный ввод данных в ПК, где они накапливаются и обрабатываются.

Режимные наблюдения следует осуществлять также с помощью электронных средств измерения. Для этого необходимо использовать специализированные системы для высокоточных автоматизированных измерений, передачи и регистрации поступающих данных на дистанционном аналоговом регистраторе в центральном пункте обработки. Если вся система полностью автоматизирована, обработанная и обобщенная информация должна выдаваться в виде компьютерных графических материалов (цветных карт пьезо- и гидроизогипс, изотерм, гидроизотерм, гидроконцентрат, схем, разрезов, графиков, диаграмм, эпюр и иных применяемых форм). Режимные наблюдения, обработку, интерпретацию и анализ полученной информации должны выполнять специализированные подразделения эксплуатирующей организации и/или специализированные организации-субподрядчики.

11.12 Геотехнические наблюдения должны проводиться, как правило, при визуальных осмотрах тоннелей, машзалов и других подземных сооружений и заключаются в отборе проб грунтов для их последующего изучения в лабораторных условиях. Определение механических свойств грунтов и их напряженного состояния необходимо выполнять только в случае, если они могут угрожать нормальному функционированию тоннелей, а для расчета устойчивости тоннелей требуются характеристики свойств грунтов, которые возможно получить лишь в полевых условиях.

Все опыты должны проводиться в соответствии с действующими инструктивно-нормативными документами.

11.13 Геофизические методы должны применяться для изучения состояния и свойств массива, вмещающего подземные сооружения. Используются методы сейсморазведки, акустики, ультразвука в шпурах, метод динамического отклика, метод акустической эмиссии, георадиолокации. В отдельных случаях могут быть применены электрические и радиоизотопные методы. Для конкретного объекта состав, объемы и методика работ определяются специальной программой.

12 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в береговых массивах водохранилищ и нижних бьефов гидроузлов (в зоне ответственности гидроэлектростанций)

12.1 Долговременные наблюдения в зоне водохранилищ необходимо проводить за потенциально неустойчивыми склонами, территориями проявления геодинамических, в том числе криогеодинамических, процессов, за режимом и химическим составом подземных вод.

12.2 Собственник (эксплуатирующая организация) обязан организовать получение сведений о долговременных наблюдениях за развитием ТПП в береговых массивах, проводимых организациями, эксплуатирующими водохранилища и объекты инженерной защиты вне зоны ответственности ГЭС.

12.3 Визуальные долговременные наблюдения должны быть обязательной составной частью комплекса наблюдений за развитием техноприродных процессов в береговых массивах водохранилищ и нижних бьефов гидроузлов [6].

До заполнения водохранилищ следует выполнить осмотр его береговых зон и берегов реки в нижнем бьефе, чтобы установить участки возможного развития техноприродных процессов.

В первые два года эксплуатации визуальные наблюдения необходимо проводить каждые три месяца в зависимости от структурно-геологических условий, и положение выявленных ранее участков уточнять с фиксацией характера развития и интенсивности проявления ТПП. На последующих этапах работы водохранилищ визуальные наблюдения проводят один раз в год.

Визуальные наблюдения следует сопровождать подробным описанием, зарисовками и фотографированием.

12.4 Геодезические наблюдения необходимо проводить на участках, где ТПП возникли или имеют большие масштабы и создают угрозу экологической обстановке и (или) существующим на берегах объектам.

Геодезические наблюдения должны установить динамику и сферу проявления ТПП. В случае существенной интенсивности таких процессов геодезические наблюдения следует выполнять один раз в полгода вплоть до затухания указанных процессов. Если для защиты берегов предпринимаются мероприятия, то результаты геодезических наблюдений должны дать материал для оценки эффективности указанных мероприятий.

12.5 Геофильтрационные наблюдения необходимо проводить с целью определения влияния гидрогеологической ситуации, прежде всего подтопления, на условия переформирования берегов водохранилищ и нижних бьефов ГЭС.

Для этого на участках развития ТПП следует уточнять режим, а в необходимых случаях и состав подземных вод и их изменения во времени.

Рассматриваемые ДН необходимо проводить в специально оборудованных скважинах, располагаемых по створам перпендикулярно береговой линии, и сопровождаться отбором проб воды для изучения ее состава и свойств.

Наблюдения следует вести регулярно в каждый сезон года, а также при прохождении паводков, охватывая территории возможного подтопления.

12.6 Геотехнические наблюдения должны выполняться на участках опасного развития ТПП и включать отбор образцов грунтов при бурении скважин и проходке горных выработок с последующим определением состава и свойств грунтов преимущественно в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 5180; 12248; 12536; 25584;30416.

Изучение прочности и деформируемости грунтов в полевых условиях необходимо проводить в случаях, если развитие ТПП может привести к нежелательным для экологической обстановки или безопасности сооружений последствиям, и требуется проведение специальных расчетов и осуществление необходимых мероприятий.

12.7 ДН за оползнеопасными берегами водохранилищ и склонов долины в нижних бьефах ГЭС должны проводиться в целях:

- выявления существующих и потенциальных участков нарушения устойчивости бортов;
- оценки масштабов и интенсивности наблюдаемых и возможных смещений;
- выработки рекомендаций по предотвращению смещений оползней и контролю устойчивости склонов в зоне влияния водохранилища.

При этом необходимо учитывать, что возникновение критического состояния в равновесии оползней берегов водохранилищ часто приурочено к периодам интенсивной сработки уровня воды в водохранилище.

12.7.1 Для наблюдений за динамикой оползней, сохранностью и устойчивостью сооружений на оползнеопасном участке должны быть оборудованы пункты долговременных режимных наблюдений:
- установлены поверхностные марки и глубинные реперы;
- оборудованы наблюдательные скважины (обратными отвесами, инклинометрами, пьезометрами и др.), смотровые колодцы, водомеры, водосливы.

При этом следует выполнять:
- детальную инженерно-геодезическую съёмку;
- разведочные работы (горные, буровые, геофизические);
- стационарные режимные наблюдения;
- лабораторные и расчетные исследования.

В комплекс инженерно-геологических наблюдений на оползневых участках следует включать данные о климатических, гидрологических условиях, рельефе местности, геологическом строении и гидрогеологических условиях, физико-механических свойствах грунтов, а также наблюдение за геологическими явлениями, сопутствующими оползням.

По результатам выполненных работ должно быть составлено заключение об устойчивости берегового склона или оползня и в случае необходимости приведен перечень противооползневых мероприятий.

12.7.2 Геофизические методы при ДН за оползнями должны решать следующие задачи:
- определение внешних границ оползня в плане;
- определение глубины залегания и конфигурации поверхности смещения;
- изучение строения тела оползня с разделением его в плане и разрезе на отдельные элементы (ИГЭ);
- определение положения уровня грунтовых вод и верховодки;
- определение направления и скорости фильтрационного потока;
- оценка физико-механических свойств грунтов оползневого тела и устойчивой части склона.

Для решения этих задач следует использовать многоволновую сейсморазведку (КМПВ), электроразведку (ВЭЗ) в том числе методом двух составляющих, ВЭЗ ВП или другие виды зондирования, ЭП (симметричное, дипольное, методом срединного градиента), ЕП, МЗТ, ГРЛЗ. В отдельных случаях рекомендуется применять гравиразведку и магниторазведку. При режимных наблюдениях используют также метод АЭ, который позволяет оценить происходящие в оползневом массиве активные деформационные процессы и, в частности, контролировать противооползневые мероприятия.

12.8 В задачи ДН за переработкой берегов водохранилищ должны входить выявление и (или) уточнение:

- геологического строения береговых зон водохранилища;
- тектонических нарушений, оползневых массивов, карстовых проявлений;
- подтопления и заболачивания береговой зоны;
- состояния и свойств грунтов;
- ухудшения свойств грунтов прилегающей территории в связи с развитием склоновых процессов (оползни, обвалы, осыпи, сплывы и др.), карста, растворения и выщелачивания карбонатных, сульфатных и галоидных пород;
- формирования просадок в лессах;
- заиления водохранилища за счет денудации береговых склонов;
- изменения режима и химического состава подземных вод;
- изменения термовлажностного режима грунтов на прилегающих к водохранилищу территориях, что особенно важно в области распространения многолетнемерзлых пород, где возможна активизация склоновых процессов (курумов, солифлюкции), термокарста и криогенного пучения;
- ухудшения условий эксплуатации существующих в береговой зоне сооружений.

На всех участках переработки берегов следует отмечать протяженность зоны переработки, ее приуроченность к тем или иным структурно-геологическим, гидрогеологическим, геокриологическим условиям, особенностям эксплуатации водохранилища в различные временные отрезки (например, весной, летом, при паводках, ливнях и т.д.).

Система ДН должна включать периодические визуальные обследования, в том числе наблюдения за водопроявлениями, деформациями и другими явлениями. В области распространения многолетнемерзлых пород обязательна постановка режимных наблюдений за изменением температурного и криогенного состояния береговых массивов.

Положение участков ДН выбирают исходя из геолого-геоморфологических условий береговой зоны и прогнозируемых ТПП.

При ДН необходимо использовать методы непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП), эхолотного промера и гидролокации бокового обзора, сонарной съемки.

Частота и объем ДН должны определяться конкретными инженерно–геологическими условиями участка, ответственностью и ценностью расположенных или предполагаемых на нем объектов (промышленные, гражданские сооружения, дороги, пастбища, лесные угодья, заповедники, исторические памятники и др.).

12.9 В задачи ДН за селями должны входить:

- определение мощности, состава и свойств селевых накоплений;
- определение в очагах и в зоне транзита объема и состава обломочного материала, который может быть вовлечен в селевой процесс.

Основные методы исследований: инженерно-геодезическая съемка инженерно-геологическая съемка, электроразведка (ВЭЗ), сейсморазведка (КМПВ), георадиолокация (ГРЛЗ).

В результате работ составляются геолого-геофизические и инженерно-геологические карты и разрезы селевого бассейна по расчетным створам.

12.10 Задачи ДН территории размещения сооружений ГЭС и ГАЭС, подверженной эрозионным процессам, должны включать:

- построение литологических карт и разрезов;
- картирование уровня грунтовых вод.

При ДН выполняют инженерно-геологическую съемку и различные виды электрозондирований (ВЭЗ, ДОЗ, ВЭЗ ВП и др.), ГРЛЗ, КМПВ.

12.11 При строительстве и эксплуатации ГТС в долинах горных рек (с крутизной склонов более 25°) необходимо выявить потенциально-опасные (обвальные, курумоопасные и т.п.) участки и дать прогноз устойчивости склонов или развития обрушений, курумов.

12.12 Для выявления осыпей, обвалов, вывалов, курумов следует выполнять инженерно-геологическую и топографическую съемки, а также аэро- и космосъемки, на основе которых проводят периодически:

- обследование обвальных, курумоопасных участков с составлением карты и ведомости расположения опасных блоков и их маркировку;
- наблюдения за работой противообвальных сооружений:
- обследование улавливающих площадок, стенок в основании откосов выемок;
- обследование улавливающих валов, канав, надолбов, расположенных на склоне;
- обследование облицовочных стенок для снижения скорости выветривания.

12.13 Геофизические методы при изучении осыпей, обвалов и курумов должны решать следующие задачи:

- оконтуривание внешних границ осыпей, обвалов и курумов и определение их мощности;
- определение мощности зоны выветривания и зоны разгрузки коренных пород с оценкой степени трещиноватости;
- изучение влажности, льдистости, льдонасыщенности грунтов по площади, глубине и во времени.

Для решения этих задач следует использовать электроразведку (ВЭЗ, ЭП), сейсморазведку (КМПВ), георадиолокацию (ГРЛЗ).

12.14 На водохранилищах, расположенных в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов, следует вести наблюдения за криогенными процессами (оттаивание мерзлых грунтов, термокарст), обусловленных изменением температур грунтов с различными перемещениями (осадки, просадки, трещины, оползни и др.), в ложе водохранилища, зоне сработки, береговых массивах водохранилищ и склонах долины в нижних бьефах. Разработку программы долговременных геотермических наблюдений и их проведение следует осуществлять с привлечением специализированных организаций и в соответствии с рекомендациями, изложенными в СТО 70238424.27.140.035-2009 и [7].

12.15 Геофизические ДН необходимо проводить в случае возникновения ТПП в нижних бьефах ГЭС, проявляющихся в сосредоточенных выходах воды на берегах, оползнях, обвалах, наледях. Выбор метода геофизических наблюдений (п.5.2.7) должен определяться в соответствии с [9] конкретной инженерно-геологической обстановкой, типом ТПП и интенсивностью его проявления.

12.16 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в береговых массивах в зоне ответственности ГЭС должны быть скоординированы с наблюдениями других организаций, выполняющих такие же наблюдения вне зоны ответственности ГЭС.

13 Долговременные наблюдения за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений ГЭС в районах развития карстующихся (карбонатных, сульфатных и галоидных) пород

13.1 Долговременные наблюдения за процессами ускоренного растворения и выщелачивания карстующихся пород в зоне взаимодействия оснований и сооружений ГЭС должны включать:

- изучение среды, в которой развивается карст (установление мощности и условий залегания покрывающих и карстующихся пород;
- определение глубины залегания, скорости и направления трещинно-карстовых вод, а также их минерализации;
- установление зон разуплотнения и тектонических нарушений;
- изучение локальных форм и явлений, вызванных карстом (определение степени закарстованности, выявление карстовых полостей и оценка их размеров).

13.2 В задачи ДН за карстовыми процессами должны входить:

- постоянный контроль параметров фильтрационного потока в основании и береговых примыканиях плотины;
- постоянный контроль химического состава природных подземных вод;
- постоянный контроль работы противофильтрационных и дренажных устройств.

13.3 Комплекс долговременных наблюдений при эксплуатации объектов на растворимых грунтах должен включать методы, применяемые в разных модификациях и сочетаниях в соответствии с конкретной инженерно-геологической обстановкой участка гидроузла и нацеленные на изучение и контроль изменений этой обстановки под воздействием фильтрационного потока, для выявления и оконтуривания закарстованных зон, крупных подземных карстовых форм, зон сосредоточенной циркуляции подземных вод и т.п.

13.3.1 При ДН в карстовых районах необходимо использовать:

- индикаторные и индикационно-диагностические методы определения путей и скоростей движения подземных вод, опознавания различных типов этих вод, выявления зон их питания и разгрузки, в том числе зон активной инфильтрации на дне водохранилища;

- гидрохимические методы ДН за процессами взаимодействия природных подземных вод с водами фильтрационного потока из водохранилища, выщелачивания и растворения грунтов основания;
- термометрические ДН для выявления зон активной фильтрации, изучения динамики фильтрационных процессов и др.;
- методы инженерной геофизики: электроразведка (ВЭЗ, ЭП, МЗТ, ЕП), сейсморазведка (КМПВ), сейсмопросвечивание между скважинами, а также между скважиной и дневной поверхностью, георадиолокация (ГРЛЗ), резистивиметрия и термометрия;
- методы аэрокосмических наблюдений.

13.4 Основными задачами ДН геофильтрационного (геогидравлического) режима следует считать:

- уточнение проектных представлений об условиях фильтрации и ее воздействиях на сооружения;
- контроль эффективности создаваемых противофильтрационных и дренажных устройств, обоснование целесообразности дополнений и изменений их конструкций;
- определение допустимых пределов изменения параметров режима фильтрации на участке гидроузла;
- разработка прогноза изменения гидрогеологической обстановки на период дальнейшей эксплуатации.

13.5 По результатам геофизических работ должны быть составлены разрезы, карты изогипс кровли и подошвы карстующейся толщи с выделением зон различной интенсивности карстопроявлений, а также по результатам ДН за изменениями геофизических характеристик во времени дается прогноз процесса карстообразования (его развития, стабилизации или затухания).

13.6 Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения позволяют выявить наличие карстовых форм на земной поверхности и установить их взаимосвязь с геолого-геоморфологическими, тектоническими, гидрогеологическими и другими условиями развития карстового процесса. Космоснимки рекомендуется использовать для изучения природной обстановки, включая рельеф, водные объекты, геолого-тектонические структуры, степень и характер инженерного освоения территории.

13.7 Создание сети ДН следует осуществлять по специальному проекту с учетом максимального использования существующих разведочных и строительных выработок (скважин, шурфов, штолен, шахт и др.) и возможности дальнейшего дополнения и развития системы наблюдений. Расположение наблюдательных пунктов определяется особенностями геологического строения и инженерно-геологических, прежде всего гидрогеологических, условий, зависит от размещения, типа и конструкции сооружений ГЭС и ГАЭС, величины напора и других факторов.

13.8 Частота измерений в точках наблюдательной сети должна определяться видом наблюдений, конкретными задачами, общей гидрогеологической обстанов-

кой, метеорологическими условиями, режимом заполнения и эксплуатации водохранилища.

Общим принципом определения необходимой периодичности наблюдений должно стать учащение измерений в характерные периоды гидрологического, гидрогеологического и эксплуатационного годовых циклов и разрежение в остальное время года. К этим же периодам приурочивают отбор проб воды на анализ.

В процессе наблюдений следует фиксировать и контролировать все возникающие водопроявления, а также состав и количество выносимого водами грунтового материала.

13.9 При ДН за уровенным режимом карстовых вод применяют датчики давления (пьезодинамометры), устанавливаемые в отдельных крупных трещинах, кавернах и каналах, позволяющие изучать связь уровней подземных вод с атмосферными осадками (путем корреляции с показаниями дождемеров на дневной поверхности). С их помощью определяют потери напора при движении воды по карстовым ходам, связь напоров и расходов в карстовых водоводах, т. е. детально исследуют геогидравлику конкретных карстовых систем. Установку датчиков осуществляют либо с поверхности (в карстовых провалах и понорах), либо с помощью спелеологов-аквалангистов. Иногда измерения напора в карстовых системах выполняют при помощи заранее уложенных трубок, выведенных на поверхность к центральной измерительной системе.

Во всех случаях при измерении расходов следует обращать внимание на наличие в воде взвеси твердых частиц для контроля суффозионных процессов. Для количественной оценки выноса применяют различные конструкции пескоуловок, устанавливаемых на пути или на выходе потока СТО 70238424.27.140.035-2009 и используют данные анализа содержания взвеси в отбираемых пробах воды.

13.10 При обнаружении карстовых явлений вне зоны ответственности ГЭС, но влияющих на безопасность ГТС, программа наблюдений должна быть скоординирована с организациями, выполняющими наблюдения вне зоны ответственности ГЭС.

14 Обработка и представление результатов долговременных наблюдений за развитием ТПП в зоне взаимодействия оснований и сооружений

14.1 Обработка информации, полученной при осмотрах и инструментальном контроле, должна производиться в объеме, необходимом для получения сведений о масштабах повреждений и разрушений и о развитии их во времени.

14.2 Обработкой и анализом результатов наблюдений, полученных за определенный период времени, должны заниматься представители гидроцеха или других служб эксплуатации при наличии квалифицированных специалистов. Следует отметить, что в период временной эксплуатации, когда происходит наполнение водохранилища и наиболее активное развитие ТПП, необходимо привлекать проектные или научные организации для выполнения анализа ДН и составления заключений о состоянии сооружений и окружающей среды с рекомендациями по

дальнейшей эксплуатации сооружений в соответствии с СТО 70238424.27.140.026-2009.

14.3 Систематизация и анализ результатов натурных наблюдений должны включать:

- первичную регистрацию, обработку и оценку качества полученных данных с составлением таблиц и графиков;
- вторичную обработку с обобщением и группировкой по всем видам наблюдений, изучаемым параметрам, местоположению пунктов наблюдений с представлением результатов на картах, профилях, номограммах, диаграммах и составлением обобщенных графиков установленных зависимостей или описывающих их аналитических уравнений.

14.4 Анализ результатов визуальных наблюдений следует проводить отдельно для каждой точки наблюдения и в их совокупности.

Описания наблюдаемых объектов должны заноситься в журнал, форма которого приведена в Приложении А, и сопровождаться зарисовками и фотографиями. Из журнала для каждого объекта выписываются все признаки, характеризующие развитие техноприродного процесса и анализируется их изменение во времени. Признаки могут быть как качественными, так и количественными. Имеющиеся данные необходимо сопоставлять с положениями уровня верхнего и нижнего бьефов, датами и интенсивностью прохождения паводков, дождей, селей и т.п. Все эти сведения следует представлять в виде графиков. Кроме того, следует делать зарисовки и фотографии, отражающие характерные моменты или этапы развития техноприродного процесса.

В пояснительной записке представляют результаты визуальных наблюдений, указывают методики выполнения работ, их сроки, описание развития данного ТПП. Результаты обобщений следует представлять в табличной и графической форме, которая позволяет наглядно продемонстрировать изменения, происходящие в зоне взаимодействия оснований и сооружений, во времени.

14.5 Данные всех геодезических измерений необходимо заносить в накопительные ведомости и журналы, формы которых приведены в Приложении А.

Графики изменения перемещений во времени следует строить используя накопительные ведомости. На один чертеж целесообразно наносить результаты измерений по всем геодезическим маркам на всех пунктах наблюдений (СТО 70238424.27.140.025-2009 и [5, 6]).

Эпюры вертикальных перемещений следует представлять в виде графиков, на которых по оси абсцисс наносят положение геодезических марок, а по оси ординат – величину перемещений за период наблюдений. Такие эпюры иллюстрируют распределение перемещений, например, по длине откоса или склона. Эпюры рекомендуется строить после каждого цикла нивелирования геодезических марок.

Оформляемые материалы должны содержать данные, необходимые для сопоставления и анализа происходящих процессов:

- о положении уровней воды в верхнем и нижнем бьефах;
- о температурах воздуха;
- о динамических воздействиях;

- о геологических процессах;
- о регрессионных зависимостях между величинами деформаций и указанными факторами.

Графики деформаций следует строить в течение всего периода геодезических наблюдений.

На основании анализа результатов геодезических наблюдений должны быть установлены этапы развития техноприродного процесса (зарождение, развитие, затухание) и даны рекомендации о проведении необходимых мероприятий по его локализации или стабилизации.

14.6 При обработке результатов геофильтрационных наблюдений следует рассматривать и анализировать данные по каждой точке наблюдений.

Результаты измерений следует заносить в сводную ведомость, а помещенные в ней данные использовать для расчетов геогидравлических параметров (коэффициентов фильтрации, расходов, остаточных напоров и др.). Те же данные должны служить для построения графиков изменения указанных параметров во времени, которые строят как для каждой точки наблюдения, так и для всего наблюдаемого объекта.

14.7 При замерах углов склонов и откосов в процессе ДН следует указывать плановое и высотное положение точки наблюдения, ее высоту, время наблюдения, геологическое строение, уровни верхнего и нижнего бьефов, наличие и интенсивность атмосферных осадков, температуру воздуха, наличие ТПП, выполнять отбор проб грунтов для лабораторного определения их состава и физико-механических свойств.

В сводную ведомость рекомендуется заносить данные о замерах, выполненных на отдельных участках склона или откоса с указанием особенностей состояния и поведения откоса (склона) в момент замера.

По указанным материалам рекомендуется строить графики изменения характеристик устойчивости во времени как для отдельных точек наблюдения, так и для всего объекта в целом. Анализ результатов наблюдений должен дать возможность оценить устойчивость откоса (склона) и прогнозировать тенденцию развития ТПП в данном случае.

14.8 При обработке данных лабораторного изучения состава и свойств грунтов для каждой точки наблюдения следует составлять ведомости, в которых скважины размещаются в порядке возрастания номеров, а пробы для каждой скважины – по возрастанию глубин отбора образцов.

Указанные данные следует группировать в соответствии с выделенными инженерно-геологическими элементами, и они должны быть проанализированы и обобщены в соответствии с ГОСТ 20522 и ГОСТ 25100.

Результаты каждого из полевых экспериментов необходимо обрабатывать отдельно, а затем сводить в ведомость, где помещаются сведения об инженерно-геологических элементах, исходных материалах (номер выработки, где проводился опыт, величины нагрузок и деформаций и т.д.).

14.9 По результатам режимных геотермических наблюдений следует строить:

- графики изменения температур грунтов во времени в контролируемых точках;
- эпюры температур (термограммы) по глубине скважин;
- термоизоплеты – кривые распределения температур грунтов во времени по глубине контролируемой области;
- изотермы – кривые, характеризующие температурное состояние грунтов в контролируемой области на определенную дату.

Обработка и хранение результатов натурных измерений должна проводиться в специальной базе данных ПК. Для базы данных разрабатывается пакет программ, позволяющий проводить обработку любых блоков из базы данных и построение перечисленных выше графиков.

14.10 Для анализа результатов геотермических наблюдений следует строить специальные теплофизические модели по наблюдательным створам объекта. Эти модели рекомендуется строить на основе оценки состояния плотины в целом и каждого инженерно-геологического элемента конкретного створа, теплофизических свойств грунтов, наблюдений метеослужбы за температурой, влажностью воздуха, атмосферными осадками, ветром, снегомерной съемки и пр.

По разработанной теплофизической модели следует проводить расчет размеров температурного поля и динамики его развития, а также сравнение результатов ДН с данными прогнозного расчета температурного режима тела плотины и ее основания.

При выявлении отклонений в динамике температурного поля от проектных предположений должен проводиться анализ причин, вызвавших аномальное изменение температурного поля (протаивание, фильтрация и др.), а также разработка предложений по их устранению.

Прогнозные модели должны периодически уточняться с увеличением ряда ДН.

Анализ исходных данных и построение теплофизической и расчетной моделей должен проводиться специализированными научно-исследовательскими организациями.

14.11 При обработке результатов ДН следует пользоваться объемными математическими моделями – геофильтрационными, НДС, устойчивости и др. для проверки возможности дальнейшей безопасной работы ГТС при изменении параметров в зоне взаимодействия основания и сооружения. Модели должны быть постоянно действующими и дающими возможность сравнивать прогнозы с результатами долговременных наблюдений. При этом уточняются все критериальные значения диагностических показателей (К1 и К2). При необходимости на этих моделях можно прогнозировать эффективность мероприятий инженерной защиты и выбирать оптимальные. В случае наличия гипсоносных, соленосных или многолетнемерзлых массивов пород в основаниях ГТС, в которых быстро происходят изменения, желательно иметь модели развития процессов во времени (растворения, тепломассопереноса и др.).

14.12 По результатам наблюдений необходимо выполнить анализ корреляционных связей между количественными признаками техноприродного процесса и внешними факторами (уровни бьефов, температура воздуха и воды в водохра-

нилище, атмосферные осадки, естественные и искусственные динамические воздействия, режим работы гидроэлектростанций и др.), провести обобщение и комплексный анализ результатов различных видов ДН, используемых при контроле конкретного ТПП (например, обобщение результатов наблюдений по закладной КИА и выполненных геодезическими и геофизическими методами, используемыми при контроле изменения напряженно-деформируемого состояния основания сооружения).

14.13 Для оценки состояния сооружения по результатам анализа данных долговременных наблюдений и исследований ТПП должна быть установлена степень соответствия или несоответствия фактических значений всех контролируемых показателей проектным, нормативным и критериальным показателям. Должна быть определена адекватность реакции сооружения и его элементов на изменение нагрузок и воздействий. Эксплуатационное состояние плотины оценивается как нормальное (при котором плотина соответствует всем требованиям норм и проекта), если значения контролируемых показателей не превышают своих критериальных значений первого (предупреждающего) уровня К1; потенциально опасное – при котором значение хотя бы одного контролируемого показателя стало больше (меньше) своего первого (предупреждающего) уровня критериальных значений, но не превысило второго (предельного) уровня критериальных значений К2 при данном сочетании нагрузок; предаварийное – при котором значение хотя бы одного контролируемого показателя стало больше (меньше) второго (предельного) уровня критериальных значений К2.

14.14 Ежегодно результаты контрольных наблюдений и измерений необходимо представлять в виде технического отчета с приложением к нему заключения о состоянии гидроэнергетического объекта и выводов о необходимости проведения и объемах ремонтно-восстановительных мероприятий, а также предложений по корректировке программы ДН за ТПП.

14.15 В зависимости от структуры службы эксплуатации обработка результатов долговременных наблюдений может выполняться как персоналом ГЭС, так и аналитическим центром (группой) компании.

15 Охрана труда при проведении долговременных наблюдений за ТПП

15.1 При проведении долговременных наблюдений за развитием ТПП должны соблюдаться правила и нормы по охране труда в соответствии со стандартом организации [8].

15.2 Для каждого сооружения и каждого рабочего места должна быть разработана инструкция по охране труда (правилам безопасности) при проведении ДН за ТПП.

15.3 Визуальные и инструментальные наблюдения за гидросооружениями и берегами бьефов вблизи гидротехнических сооружений должны выполняться в соответствии с требованиями инструкций по охране труда с учетом местных условий.

15.4 Каждый работник службы эксплуатации конкретной ГЭС (ГАЭС), выполняющий ДН за ТПП, должен быть обучен безопасным методам труда, в том числе по электро-, пожаро-, взрывобезопасности, пройти проверку знаний, иметь удостоверение о проверке знаний по охране труда и документы, подтверждающие право проведения работ.

15.5 Персонал научно-исследовательских и специализированных организаций, прикомандированный для выполнения ДН за ТПП, должен иметь соответствующий документ от командирующей организации на право проведения работ на гидротехнических сооружениях и должен пройти инструктаж с записью в журнале об особенностях работы на конкретном сооружении.

15.6 Эксплуатируемые гидротехнические сооружения должны быть оснащены следующими техническими средствами, обеспечивающими безопасность труда при проведении визуальных и инструментальных наблюдений за ТПП:

- проходами по сооружениям и на высоте;
- переходными мостками с ограждениями для перехода с одного сооружения на другое;
- спасательными средствами на случай падения персонала в воду.

15.7 Проведение визуальных и инструментальных ДН за ТПП на объектах без постоянного эксплуатационного персонала должно производиться группой в составе не менее 2-х человек.

Приложение А
(рекомендуемое)
Формы документации

А.1 Форма журнала визуальных наблюдений

№№ объектов наблюдений	Местоположение	Даты		Описание пункта наблюдения	Отметки бьефов		Мероприятия по установлению причин возникновения процесса	Изменения в характере процесса за время наблюдения	Мероприятия по локализации или стабилизации процесса	Оценка эффективности мероприятий по локализации или стабилизации	КИА, установленная для наблюдений за процессами	Примечания (№ схем, зарисовок, фотографий, характеризующих процесс)
		осмотра	проявления процесса		УВБ	УНБ						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

А.2 Форма ведомости абсолютных осадок

№№ марок, реперов	Исходные абсолютные отметки марок, реперов, мм, на _____ дата	Вертикальные перемещения, мм, с _____ по _____ (дата дата)			Абс. отметка на дату n-го цикла, мм	Примечание
		I цикл _____ дата	II цикл _____ дата	n-ый цикл _____ дата		
М-1	10922,0	4,5	6,2	14,3	10907,7	
М-2	10920,4	6,3	7,1	15,6	10904,8	
М-3	10918,6	7,1	8,4	16,8	10901,8	
…..						

Примечания -

1 Отметки марок вычисляют от исходных реперов;

2 Значения осадок высотных знаков определяют как разность между исходными отметками и полученными при каждом очередном цикле измерений;

3 Вычисленные инженером-геодезистом абсолютные и относительные значения осадок высотных марок плотины заносят в соответствующие таблицы накопительных ведомостей.

А.3 Форма ведомости относительных осадок

№№ марок, реперов	Высота плотины h_i, м	Абс. осадка в I цикле наблюдений S_i, м	Относительная осадка в I цикле наблюдений $S_{i\%}$, %	Абс. осадка во II цикле наблюдений S_i, м	Относительная осадка во II цикле наблюдений $S_{i\%}$, %	Абс. осадка в n-цикле наблюдений S_i, м	Относительная осадка в n-цикле наблюдений $S_{i\%}$, %
М-1							
М-2							
М-3							

Относительная осадка для каждой марки на определенную дату измерений вычисляется как отношение величины ее абсолютной осадки к высоте плотины под маркой, выраженное в процентах:

$$S_{i\%} = \frac{S_i}{h_i} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где: S_i – абсолютная осадка i-той марки;

h_i – высота плотины под i-той маркой;

$S_{i\%}$ – относительная осадка i-той марки.

Необходимой информацией для анализа и оценки состояния объектов наблюдения являются данные о среднемесячных или среднегодовых скоростях (интенсивности) осадки марок, а также горизонтальных деформациях плановых знаков.

Средние значения скорости осадки любой марки на плотине вычисляют по формуле:

$$u_{Si} = \frac{(S_n - S_{n-1})_i}{t_n - t_{n-1}} = \frac{\Delta S_{ni}}{\Delta t_n}, \qquad (2)$$

где: $u_{Si}(t_n)$ – среднее значение скорости (интенсивности) осадки i-й марки в заданном интервале времени Δt_n;

S_n, S_{n-1} – осадки, измеренные соответственно в моменты времени t_n и t_{n-1} (мес., год).

А.4 Форма ведомости показателей скорости (интенсивности) осадки марок

№№ марок, реперов	Средняя скорость осадки (перемещения)								Среднее за период наблюдений по отдельным маркам (реперам)
	_____год		_____год		_____год		_____год		
	мм/мес	мм/год	мм/мес	мм/год	мм/мес	мм/год	мм/мес	мм/год	
М-1									
М-2									
М-3									
М-4									

А.5 Форма ведомости горизонтальных перемещений

NN марок, реперов	Исходные расстояния между марками, м	Горизонтальные перемещения, мм, с _____ (дата) по _____ (дата) по циклам			Примечание
		дата, I цикла		дата, n-го цикла	

Библиография

[1] СНиП 2.06.15–85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Утв. постановлением Госстроя СССР от 19.09.85 № 154

[2] СНиП 2.02.04–88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Утв. постановлением Госстроя СССР от 21.12.88 № 252

[3] СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Утв. постановлением Госстроя России от 30.06.2003 № 137

[4] ВСН 30-83. Инструкция по проектированию гидротехнических сооружений в районах распространения вечномерзлых грунтов ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева. Утв. совместным решением Минэнерго СССР, Минречфлота РСФСР Минморфлота СССР от 08.07.83

[5] СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Одобрено Управлением научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя России (письмо от 26.09.2000 № 5-11/89). Принято и введено в действие с 01.01.2002 г.

[6] Стандарт организации НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.140.040-2010 «Гидроэлектростанции. Организация системы надзора за безопасностью гидротехнических сооружений в гидрогенерирующих компаниях. Нормы и требования» (проект)

[7] Стандарт организации НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.140.024-2011 «Гидроэлектростанции. Мониторинг состояния окружающей среды в процессе эксплуатации. Нормы и требования» (проект)

[8] Стандарт организации НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.140.012-2011 «Гидроэлектростанции. Охрана труда (правила безопасности) при эксплуатации и техническом обслуживании сооружений и оборудования ГЭС. Нормы и требования» (проект)

[9] СП 11-105-97 ч. I,II. Инженерно-геологические изыскания для строительства

[10] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Утверждено Минэнерго РФ 19.06.2003 № 219, зарегистрировано в Минюсте России 20.06.2003, рег. № 4799.

УДК _____ ОКС_____

Ключевые слова: Гидроэлектростанция (ГЭС), гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС), гидротехнические сооружения (ГТС), стандарт организации (СТО), долговременные наблюдения (ДН), визуальные наблюдения, геодезические наблюдения, геофильтрационные наблюдения, геотехнические наблюдения, геотермические наблюдения, техноприродные процессы (ТПП), область взаимодействия сооружений с основанием, нормы и требования, плотина бетонная, плотина из грунтовых материалов, контрольно-измерительная аппаратура (КИА).

Руководитель организации-разработчика
НП «Гидроэнергетика России»
Исполнительный директор _____ Р.М. Хазиахметов

Руководитель разработки
главный эксперт, к.т.н. _____ В.С. Серков

Соисполнитель
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»
Генеральный директор _____ Е.Н. Беллендир

Руководитель разработки
Директор Экспертного центра, к.т.н. _____ А.Г. Василевский

Исполнители

Зав. лабораторией инженерной
геологии и геокриологии,
к. г.-м.н. _____ Н.Ф. Кривоногова

gost.e-ecolog.ru