

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

Кафедра инженерной геодезии и
маркшейдерского дела

Дипломная работа соответствует установленным
требованиям и направляется в ГЭК для защиты
Заведующий кафедрой _____ Лагутина Е.К.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.01–Прикладная геодезия

КОМПЛЕКС ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Выпускник _____ Тадина К.А.

Руководитель _____ Скрипникова М.А

Консультант _____ Скрипникова М.А

Консультант _____ Скрипникова М.А

Нормоконтролер _____ Репин А.С.

Новосибирск–2016

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ и ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

“УТВЕРЖДАЮ”
Зав. кафедрой ИГ и МД
Е.К.Лагутина

« 18 » 05 2016 г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

в форме дипломной работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту(ке) Тадиной Карине Андреевне

Группа ПГ-52

Направление (специальность) 21.05.01 – Прикладная геодезия

Степень или квалификация Специалист

Тема ВКР Комплекс геодезических работ при мониторинге гидротехнических сооружений

Руководитель^{1*} Скрипникова М.А.

Место работы, должность руководителя СГУГиТ кафедра ИГ и МД, ст. преподаватель

Срок сдачи полностью оформленного задания на кафедру 18.05.16

Задание на ВКР (перечень рассматриваемых вопросов):

Рассмотреть и выполнить анализ методов определения планово-высотных смещений гидротехнических сооружений. Выполнить предрасчет точности сети.

Вопросы экономики^{2**}

Выполнить расчет сметной стоимости работ на объекте

Вопросы безопасности жизнедеятельности** Рассмотреть вопросы

безопасности жизнедеятельности при определении деформаций гидротехнических

¹ Научный руководитель – для магистерских диссертаций

² может быть исключен из бланка при его отсутствии в структуре ВКР

сооружений

Перечень графического материала с указанием основных чертежей и (или) иллюстративного материала (формат А1): Схемы геодезических сетей

Исходные данные к ВКР (перечень основных материалов, собранных в период преддипломной практики или выданных руководителем): Результаты полевых измерений по определению деформаций гидротехнических сооружений и их камеральной обработки

Консультанты:

по экономике* Скрипникова М.А.
(ФИО, место работы и должность)

по вопросам безопасности жизнедеятельности* _____

Скрипникова М.А.
(ФИО, место работы и должность)

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ВКР

Этапы ВКР	Срок исполнения
Начало выполнения ВКР	18.05.2016г.
Подбор литературы и исходных материалов	18.05.2016г.
Выполнение исследовательских, экспериментальных, расчетных работ (нужное подчеркнуть)	20.05.2016г.
Выполнение графических (иллюстративных) работ	21.05.2016г.
Текстовая часть ВКР (указать ориентировочные названия разделов и конкретные сроки их написания)	
1. Геодезические измерения при мониторинге гидротехнических сооружений	23.05.2016г.
2. Анализ геодезических работ при мониторинге плотины гидроэлектростанции	28.05.2016г.
3. Организация, определение стоимости работ и безопасность жизнедеятельности на объекте	02.06.2016г.
Первый просмотр руководителем	3.06.2016г.
Второй просмотр руководителем	5.06.2016г.
Срок сдачи ВКР на кафедру	08.06.2016г.

« 18 » мая 2016 г.

Руководитель Скрипникова М.А.

Консультанты Скрипникова М.А.

Скрипникова М.А.

Задание принял к исполнению и с графиком согласен Тадина К.А.

(подпись студента)

* может быть исключен из бланка при его отсутствии в структуре ВКР

РЕФЕРАТ

Тадина Карина Андреевна. Комплекс геодезических работ при мониторинге гидротехнических сооружений.

Место дипломирования: Сибирский государственный университет геосистем и технологий, кафедра инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Руководитель – канд. тех. наук, старший преподаватель СГУГиТ
Скрипникова М. А.

2016 г., специальность 21.05.01 «Прикладная геодезия», квалификация специалист.

68 с., 3 табл., 14 рис., 19 источников, 9 приложений.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ
СООРУЖЕНИЯ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СМЕЩЕНИЯ, ОСАДКА, СРЕДСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ, НИВЕЛИРОВАНИЕ, СТВОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

Целью диплома является анализ геодезических наблюдений при мониторинге гидротехнических сооружений.

В дипломной работе рассмотрены основные требования к точности геодезических измерений. Подробно выполнен анализ методов определения горизонтальных и вертикальных смещений при мониторинге гидротехнических сооружений. Приведены общие сведения об автоматизированных системах мониторинга. Выполнен анализ результатов производственных геодезических измерений на плотине ГЭС. Рассмотрены вопросы организации труда и обеспечения жизнедеятельности. Выполнен расчет стоимости геодезических работ при наблюдениях за деформациями плотины.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	8
1.1 Общие сведения.....	8
1.2 Геодезические методы определения горизонтальных смещений гидротехнических сооружений.....	13
1.3 Геодезические методы определения вертикальных смещений гидротехнических сооружений.....	25
1.4 Автоматизированная система мониторинга.....	31
2 АНАЛИЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПЛОТИНЫ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	37
2.1 Общие сведения о ГТС на объекте и видах геодезических работ.....	37
2.2 Анализ определения горизонтальных смещений низконапорной плотины.....	39
2.3 Анализ определения вертикальных смещений низконапорной плотины.....	45
3 ОРГАНИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ.....	49
3.1 Организация работ на объекте.....	49
3.2 Расчет сметной стоимости работ.....	51
3.3 Безопасность жизнедеятельности выполнения работ на объекте.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) СХЕМА ЛИНЕЙНО-УГЛОВОЙ СЕТИ И СТВОРОВ НОВОСИБИРСКОЙ ГЭС.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) СХЕМЫ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ СТВОРОВ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ И ОПОРНЫХ ПУНКТОВ СООРУЖЕНИЙ ГЭС.....	59

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) ГРАФИКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) ВЕДОМОСТИ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) СХЕМА НИВЕЛИРОВАНИЯ МАРОК, РЕПЕРОВ И КОНТРОЛЬНЫХ ЗНАКОВ НА СООРУЖЕНИЯХ НОВОСИБИРСКОЙ ГЭС.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) СХЕМА НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГРУНТОВЫХ И БОКОВЫХ МАРОК НА ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЕ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ И (обязательное) ГРАФИКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЯ БЛОКОВ ТУРБИННОГО ЗАЛА.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ К (обязательное) ГРАФИКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Л (обязательное) СМЕТА НА ВЫПОЛНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Для своевременного принятия решений о необходимости выполнения ремонтных мероприятий проводят мониторинг гидротехнических сооружений.

Цели и задачи мониторинга безопасности достигаются посредством организации системы постоянных визуальных и инструментальных наблюдений, обеспечивающих получение качественной и достоверной информации в необходимых объемах, для проверки соответствия фактических смещений допустимым.

Обеспечение постоянного контроля, управления в области рациональной и безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, их воздействием на окружающую среду, предотвращение аварий и безопасного ведения работ является главной задачей мониторинга безопасности.

Водохранилища больших объемов, создаваемые напорными бетонными плотинами, должны отвечать требованиям их надежной эксплуатации. Единственной гарантией безопасной эксплуатации является оперативное принятие своевременных профилактических или неотложных мер, надежный контроль состояния сооружения. Вероятность аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях, оснащенных КИА и диагностическими системами, существенно ниже, чем на сооружениях, не оснащенных ими.

Для надежной работы сооружения необходимо обеспечить устойчивость, прочность и долговечность всех элементов системы «плотина-основание» береговых примыканий, при сочетании всех возможных нагрузок.

Наиболее значимыми из всех натуральных наблюдений являются геодезические методы измерений. Качество геодезических измерений зависит от правильно выбранной технологии измерений, учитывающий тип сооружения и условия выполнения измерений. Современные методы и средства измерений, основанные на электронных и оптико-электронных геодезических приборах, позволяют с

высокой производительностью и необходимой точностью своевременной определять деформации гидротехнических сооружений.

1 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

1.1 Общие сведения о гидротехнических сооружениях

К гидротехническим сооружениям относятся следующие виды: сооружения (дамбы), плотины, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, ограждающие хранилища жидких отходов промышленных организаций, каналы, туннели, насосные станции, устройство от размывов на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для предотвращения воздействия вод и жидких отходов на окружающую природную среду.

Требования к наблюдениям:

- регулярность;
- систематичность;
- охватывать все периоды жизненного цикла сооружения;
- при необходимости оснащаться контрольно-измерительной аппаратурой;
- анализ и оценка безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений, прогнозирование.

Проведение мониторинга выполняется для выявления соответствия основных показателей работы гидротехнического сооружения проектным показателям, критериям безопасности, которые разрабатываются на стадии проектирования, а затем уточняются на стадиях строительства и эксплуатации гидротехнического сооружения.

Для эксплуатируемых ГТС необходимо различать следующие эксплуатационные состояния:

- нормальное;
- потенциально опасное;
- предаварийное.

Диагностические показатели критерий для эксплуатируемых гидротехнических сооружений, назначают поверочными расчетами по

действующим нормам. В расчетных схемах и моделях следует учитывать конструктивные изменения сооружения в ходе строительства и эксплуатации.

Через каждые 5 лет эксплуатации необходимо выполнить обследование сооружения и на основе обобщения натуральных наблюдений и с учетом особенностей эксплуатации сооружения, а также изменения его состояния экспертным методом откорректировать перечень качественных диагностических показателей и определить их критериальные значения \bar{K}_1 и \bar{K}_2 .

Для гидротехнических сооружений критерии безопасности должны быть разработаны для двух уровней значений их диагностических показателей:

- предупреждающий, характеризует работоспособность состояния сооружения, при котором устойчивость водопропускных и водосбросных сооружений должна соответствовать условиям нормальной эксплуатации;
- предельный, характеризует переход сооружения от частичной работоспособности в предаварийное состояние, при котором эксплуатация гидротехнического сооружения не допустима.

Рекомендуют горизонтальные и вертикальные методы расчетов и исследований для определения критериальных значений K_1 и K_2 показателей состояния гидротехнического сооружения. Применяют детерминистические расчеты прочности и устойчивости бетонных гидросооружений и сооружений из грунтовых материалов. На стадии эксплуатации критериальные значения показателей состояния ГТС уточняются поверочными расчетами по «откалиброванным» на основе данных натуральных наблюдений детерминистическим математическим моделям, а также на основе прогнозных статистических (регрессионных) моделей.

Геодезические методы успешно применяются при определении деформаций, осадок, кренов, а иногда и для наблюдения за трещинами.

Способы и средства геодезических измерений, а также рекомендуемая периодичность наблюдений гидротехнических сооружений I класса приведена в таблице 1.

Таблица 1

Виды наблюдений	Рекомендуемая периодичность
Геодезические наблюдения за состоянием плотины, зданий и гидротехнических сооружений	
Измерение осадок агрегатных блоков по продольному гидронивелиру	ежемесячно
Измерения осадок секций плотины по продольным гидронивелирам в галереях	Два раза в год
Нивелировка подходов к плотине от фундаментальных и скальных реперов	Два раза в год
Наблюдения за наклонами секций плотины по системе поперечных гидронивелиров	Четыре раза в год
Плановые и высотные наблюдения по геодезическим знакам на фундаментах зданий	Один раз в год
Регистрация плановых перемещений секций плотины по системе прямых и обратных отвесов	ежемесячно
Измерение прогиба плотины по струнно-оптическому створу	Два раза в год
Наблюдения за раскрытием трещин в железобетонных оболочках водоводов и в напорной грани плотины	ежемесячно
Наблюдения за раскрытием межсекционных и межстолбчатых швов тела плотины и межагрегатных швов здания ГЭС	Четыре раза в год
Наблюдения за раскрытием трещин в несущих стенах зданий	ежемесячно
Наблюдения за прогибами ригелей и балок рам корпуса здания ГЭС	Четыре раза в год
Наблюдения за наклонами колонн корпуса здания ГЭС по прямым отвесам	Четыре раза в год
Планово-высотная съемка подкрановых путей	Один раз в год
на гребне плотины	
здания ГЭС	
на мосту нижнего бьефа, за зданием ГЭС	
на базе оборудования	
крана специального	
Нивелирование марок оборудования открытого распределительного	Один раз в пять лет

устройства	
------------	--

Для выполнения мониторинга разрабатывается программа наблюдений, которая является основным техническим документом для производства работ и составляется на стадии технического задания. В этом задании наблюдений на гидроузле, указывают:

- объекты наблюдений и виды деформаций (осадки, горизонтальные смещения);
- ожидаемые значения деформаций и точность их определения;
- схемы размещения КИА по каждому сооружению;
- циклы наблюдений, начало измерений деформаций;
- допустимые места расположения исходных плановых и высотных знаков (за пределами зоны деформаций горных пород), от которых будут определять деформации;
- виды отчетной документации и порядок ее представления.

В программе наблюдений должны быть отражены:

- характеристики района строительства и объектов наблюдений;
- схемы сетей, конструкция и размещение опорных и контрольных знаков;
- подсчет погрешности единицы измерения, выбор класса (разряда) измерений или разработка методики, выбор инструментов и оборудования, их исследования и поверки;
- контроль стабильности исходных пунктов;
- порядок камеральной обработки результатов измерений;
- виды отчетной документации и сроки их представления.

Составной частью системы мониторинга гидротехнических сооружений является автоматизированная система диагностического контроля. Она представляет собой интегрированную систему, в которую входят: информационно-диагностическая система (сбор, хранение, обработка и анализ результатов измерений по КИА, диагностика и оценка безопасности сооружений), автоматизированная система опроса КИА с использованием датчиков и передачи результатов измерений на сервер сбора данных.

Автоматизированная система диагностического контроля обеспечивает: автоматический опрос, накопление и хранение данных наблюдений, обработку данных измерений по КИА (первичная и вторичная), визуализацию данных наблюдений, доступ к данным наблюдений, графические схемы размещения КИА и контроль работоспособности измерительных приборов.

Инструментальные и визуальные наблюдения за гидротехническими сооружениями проводятся в режиме мониторинга в сроки с определенной программой наблюдений в соответствии с требованиями СТО 17330282.27.140.003-2008. Регулярные наблюдения начинают на стадии строительства и непрерывно продолжают в течение всего периода жизненного цикла сооружений.

Проверка абсолютных осадок и горизонтальных перемещений сооружения обязательно проводится перед началом наполнения водохранилища, в процессе наполнения водохранилища и при самом низком уровне. Внеочередные циклы измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений должны проводиться: после прохождения катастрофических паводков; землетрясений более 5 баллов; сильных штормов (ураганов); превышение уровня верхнего бьефа больше проектного; перемерзания дренажных устройств.

Первичная обработка данных мониторинга заключается в переводе показаний КИА и измерительных устройств в физические величины контролируемых показателей сооружения (например, напряжения, напор, расход, температура, смещения и др.), в выявлении ошибок измерений и в оперативном занесении полученной обработанной информации в базы данных информационно-диагностической системы (компьютер пользователя). Вторичная обработка проводится с использованием программного комплекса, результаты обработки должны быть представлены в виде таблиц и графиков. Первичная и вторичная обработки данных мониторинга должны выполняться подразделением (специалистами) ГЭС, осуществляющим оперативный контроль работы и технического состояния гидротехнических сооружений.

1.2 Геодезические методы определения горизонтальных смещений гидротехнических сооружений

Вследствие сдвига сооружений или их оснований, прогиба под действием давления воды и сезонного колебания температуры внешней среды могут возникнуть горизонтальные смещения.

Относительные и абсолютные смещения могут быть выявлены при проведении исследования. Относительные смещения представляют собой разность перемещений одних частей сооружения (секций) относительно других. Полученные результаты относительных смещений позволяют более правильно проектировать уплотняющие устройства в осадочных швах сооружений, размещать силовое оборудование и другое. Полной величиной горизонтального смещения по отношению к неподвижным геодезическим опорным знакам характеризуют абсолютные смещения.

Как показывает опыт, наблюдения за общими деформациями крупных плотин (осадками, горизонтальными смещениями, прогибами, наклонами и др.) позволяют достаточно точно и надежно оценить статическую работу сооружения совместно с основанием, как в период наполнения водохранилища, так и при последующей эксплуатации. Для организации наблюдений за горизонтальными смещениями плотины и берегов создаются внешние и внутренние геодезические сети. Основными методами создания внешних сетей являются линейно-угловые сети и сети, создаваемые с применением ГНСС-приемников, трилатерации. Внутренние сети состоят из опорных пунктов, расположенных на плотине. Опорные пункты создаются с помощью прямых и обратных отвесов или собственно опорных пунктов створов, если опорные пункты створа неподвижны.

За взаимными перемещениями бычков водосливной плотины и секций плотины ведут наблюдения на всех бетонных плотинах. Состояние и качество цементации позволяет сделать контроль раскрытия швов в эксплуатационный

период. По одноосным, двухосным и трехосным щелемерам производят наблюдения. Измерения выполняются микрометрами с ценой деления 0,01 мм.

Для наблюдений за плановыми смещениями сооружений применяются линейно-угловые сети, они чаще всего используются на крупных гидротехнических объектах. Они в основном используются для контроля устойчивости исходных опорных пунктов, для измерения смещений недоступных точек и других построений.

При небольших длинах сторон являются высокие требования к точности определения координат пунктов (2-5мм), это характерная особенность данного вида работ.

В линейно-угловых сетях треугольники стараются проектировать близкими к равносторонним; в особых случаях острые углы допускают до 20° , а тупые - до 140° . Для контроля масштаба сети в свободных сетях необходимо иметь не менее двух непосредственно измеренных базисных сторон.

Неподвижные опорные пункты створа не представляется возможным установить в натуре при возведении гидротехнических сооружений на сжимаемых основаниях. При этом случае для контроля горизонтальных перемещений сооружений применяется комбинированный способ, представляющий собой комбинирование способа створных измерений с гидротехнической трилатерацией или линейно-угловыми сетями.

Линейно-угловая сеть строится, как правило, как сеть треугольников, в которых измеряют углы и длины сторон. Отличием высокой надежности этой сети является большое число избыточных измерений.

При проектировании линейно-угловой сети следует иметь в виду следующее:

– наиболее жесткой являются построения линейно угловой сети по сравнению с другими геодезическими построениями. Жесткость триангуляции и трилатерации во многом зависит от геометрической конфигурации сети, но при этом конфигурация сети может быть не идеальной;

– сети триангуляции и трилатерации отличаются тем, что линейно-угловая сеть позволяет вычислить координаты пунктов точнее, чем в этих сетях, примерно в 1,5 раза;

– совместное уравнивание линейно-угловых сетей приводит к повышению точности элементов сети, если соотношение ошибок угловых и линейных измерений лежит в пределах.

$$\frac{1}{3} < \frac{m_{\beta}}{\rho}, \frac{m_s}{\rho} < 3 \quad (1)$$

При не соблюдений этих условий, целесообразно выполнить только линейные или только угловые измерения в зависимости от того, какая из двух величин- $\frac{m_{\beta}}{\rho}$ или $\frac{m_s}{\rho}$ меньше (т.е. измерения точнее).

Не все стороны сети, а только их часть можно измерить в ряде случаев. Исходя из заданной погрешности определения координат пунктов или сторон сети выбирают необходимый объем измерений в сети. С помощью ЭВМ или по формулам выполняют расчет ожидаемой точности элементов сети. Вычисляют суммарную ошибку по формуле (2), затем вычисляют отдельно погрешности M_u и M_l положения пункта для угловой и линейной сети при измерении всех сторон сети.

$$M_{l,y} = M_{l,y} / \sqrt{M_l^2 + M_y^2} \quad (2)$$

По существующим программам выполняют уравнивание линейно-угловой сети параметрическим способом на ЭВМ. Длины сторон и координаты пунктов сети, а также их погрешности получают в результате уравнивания.

Ведомость смещений пунктов составляют по полученным данным и в случае необходимости аналогичную ведомость изменения длин сторон.

Линейно-угловые сети (измерение углов и сторон) на практике встречаются обычно в тех случаях, когда существующие методы угловых или линейных измерений не могут каждый отдельно обеспечить требуемую точность

определения смещений. Линейно-угловые сети обычно создают в горных районах для изучения движения берегов в зоне водохранилища и в створе. Схема сети представлена в приложении А.

С точным измерением длин сторон и углов между ними прокладываются ходы полигонометрии в галереях плотины. К плановой сети плотины привязываются ходы полигонометрии, в других случаях концы хода закрепляются обратными отвесами, якоря которых заглублены в основание. Для оперативного наблюдения данный метод не пригоден, так как длителен и трудоемок. Также из-за рефракции в галереях плотин результаты могут быть искажены.

При подверженности опорных пунктов створа смещениям или при непрямолинейности формы сооружения применяют комбинированный способ. Комбинированный способ – линейно-угловые сети в сочетании со створным способом. При этом смещения на контрольных знаках сооружения должны быть определены с учетом происшедших перемещений, концевых знаков створа. На основании полученных данных строятся графики по времени нарастания нагрузок и осадок, перекосы (наклоны) секции сооружения. Попытки разработать новые, более эффективные способы определения абсолютных перемещений сооружения наблюдаются попытки в настоящее время в отечественной и зарубежной. Например, заслуживает внимания оптическое устройство, испытываемое на французской арочной плотине Абен и позволяющее одновременно измерить все 6 составляющих смещения контролируемой точки сооружения, что неосуществимо известными способами (3 линейных и 3 узловых). Устройство основано на свойстве прикрепленных к объекту 3 плоских зеркал отклонять при его смещении отраженные лучи света, падающие на специальный приемный экран. Источники света и приемный экран могут быть значительно удалены от контролируемого сооружения. Оптический способ позволяет фиксировать смещения с точностью + 2 мм, при расстояниях порядка 100 м, что вполне достаточно для практических целей.

К высоким требованиям к точности измерений, проводимых в среде с постоянно меняющимися параметрами, к которой с полным основанием могут

быть отнесены приземные слои атмосферы проводят традиционные геодезические измерения на земной поверхности. Необходимость постоянного совершенствования технических средств и методов постоянно требует повышение точности.

К настоящему времени созданные большинство высокоточных геодезических инструментов (теодолиты, нивелиры, тахеометры и др.), за счет удачных технических решений, так и за счет хорошо продуманной технологии их использования достигли достаточно высокого совершенства. В использовании оптического диапазона электромагнитных волн входят многие из выше перечисленных приборов, что выпустил целый ряд существенных недостатков, самые существенные из которых-обеспечение прямой видимости, трудности проведения измерений в динамике, трудности организации круглосуточных измерений, трудности учета влияния внешней среды, что сильно сказывается на выборе условий измерений.

Пространственные методы измерений с применением в качестве опорных точек мгновенных положений искусственных спутников Земли, используется как альтернативный подход к выполнению геодезических измерений на принципиально иной основе. Базирующиеся на таких принципах измерительные комплексы получили название глобальных систем позиционирования, первоначальное назначение которых состояло в решении навигационных задач.

Спутниковый метод определения координат геодезических пунктов основан на измерениях по сигналам спутников навигационных систем ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), выполняемых двумя (и более) наземными приемниками. По результатам измерений с высокой точностью определяют разности ΔX , ΔY , ΔZ геоцентрических координат между пунктами. Если известны координаты одного из пунктов, то, прибавив к ним измеренные разности, находят координаты остальных пунктов. Далее координаты преобразуют в геодезические или плоские прямоугольные.

Спутниковая геодезическая аппаратура обеспечивает возможность работы в различных режимах.

Одновременные измерения на двух или нескольких пунктах выполняются неподвижными приемниками, в режиме "Статика". За базовый принимают один из приемников. Относительно базового определяется положение остальных приемников. На больших расстояниях между пунктами (свыше 15 км), как правило, выполняют измерения в режиме «Статика». Время наблюдений зависит от расстояния между пунктами, числа спутников, состояния ионо- и тропосферы, требуемой точности и составляет обычно не менее 1 ч.

Сократить продолжительность измерений, позволяет режим «Быстрая статика», благодаря возможности применения на линиях до 15 км активных алгоритмов разрешения неоднозначности. Продолжительность наблюдения в этом режиме составляет 5-20 мин.

Когда нет одновременной видимости на необходимое число спутников, используется режим «Реокупация». Накапливая нужный объем данных, измерения выполняют за несколько сеансов. Все данные объединяют для выработки одного решения на этапе компьютерной обработки.

Значения средних квадратических погрешностей определения положения, мм, принято характеризовать формулой

$$m = a + \beta D; \quad (3)$$

где, D - расстояние между базовым и подвижным приемниками, км.

На рисунке 1 показаны возможные схемы построения геодезической сети с помощью спутниковых измерений. Каждая линия на схеме указывает, что на концах линии установлены спутниковые приемники, с помощью которых выполняют синхронные измерения, определяющие приращения координат DX, DY, DZ по данной линии.

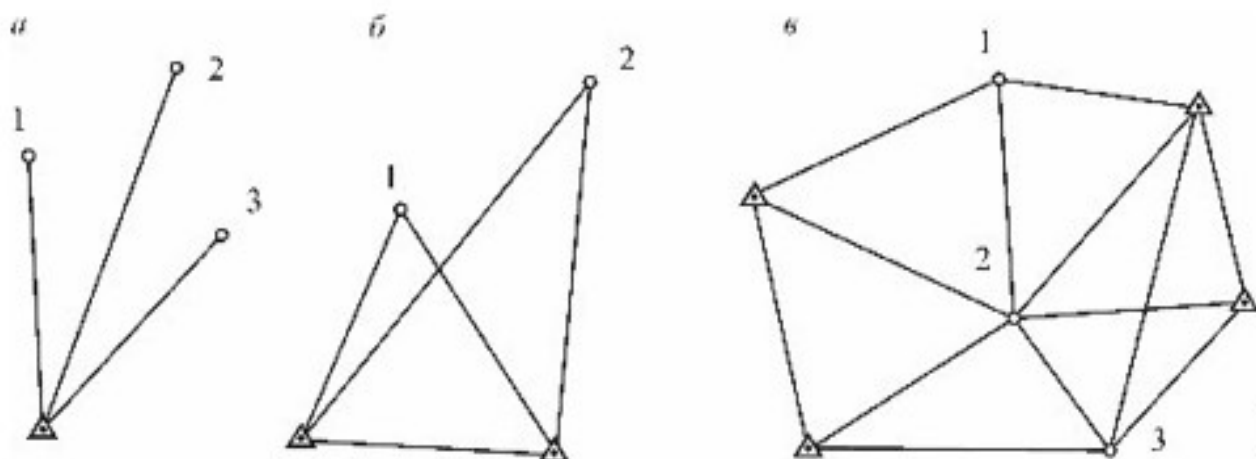
С применением лучевого и сетевого методов может быть построена геодезическая сеть.

При лучевом методе координаты определяемого пункта получают (рис. 1, а), измерив вектор, соединяющий его с опорным пунктом.

Для контроля координаты определяют дважды, то есть по результатам измерений, связывающих определяемый пункт с двумя опорными пунктами (рис. 1, б).

При сетевом методе (рис. 1, в) определяемые пункты связывают измерениями не только с опорными пунктами, но и между собой.

Возможны сети, где одну часть пунктов сети определяют сетевым, а другую - лучевым методом.



а, б – лучевой метод; в – сетевой метод; обозначения: \triangle - опорный пункт; i - определяемый пункт

Рисунок 1 – Схемы построения спутниковых геодезических сетей

Спутниковые технологии координатных определений имеют существенные преимущества перед традиционными. Им свойственны высокая точность, независимость от погоды и времени суток, оперативность, возможность определения координат при отсутствии взаимной видимости между пунктами. В то же время в закрытой и полужакрытой местности (лес, городские кварталы) применять их довольно трудно. В таких случаях спутниковые методы сочетают с традиционными. При этом возможны такие варианты:

- развитие сети традиционными методами от пунктов, определенных спутниковыми приемниками;

- развитие сети спутниковыми методами от пунктов, определенных традиционными методами;

- ступенчатое развитие сетей, при котором спутниковые и традиционные измерения чередуются.

Для определения координат пунктов с помощью спутниковой аппаратуры выполняют следующие работы:

- подготовительные, которые включают составление проекта сети, рекогносцировку и уточнение проекта, закладку центров на определяемых пунктах;

- измерения, которые включают развертывание аппаратуры, соединение кабелями ее частей, центрирование и ориентирование антенны, определение высоты антенны, установку карты памяти, ввод названия пункта и высоты антенны, выбор нужного режима измерений, после чего измерения и регистрация результатов выполняются автоматически;

- обработку результатов измерений с использованием программных пакетов, прилагаемых к спутниковой аппаратуре.

К внутренним сетям входят методы измерений с помощью отвесов, они нашли наибольшее применение в практике натуральных наблюдений на бетонных гидротехнических сооружениях. Система прямых и обратных отвесов решает задачи контроля за перемещениями плотины и основания: по определению характера эпюры, на различных отметках плановых смещений основания, определение глубины активной зоны основания (рисунок 2.)

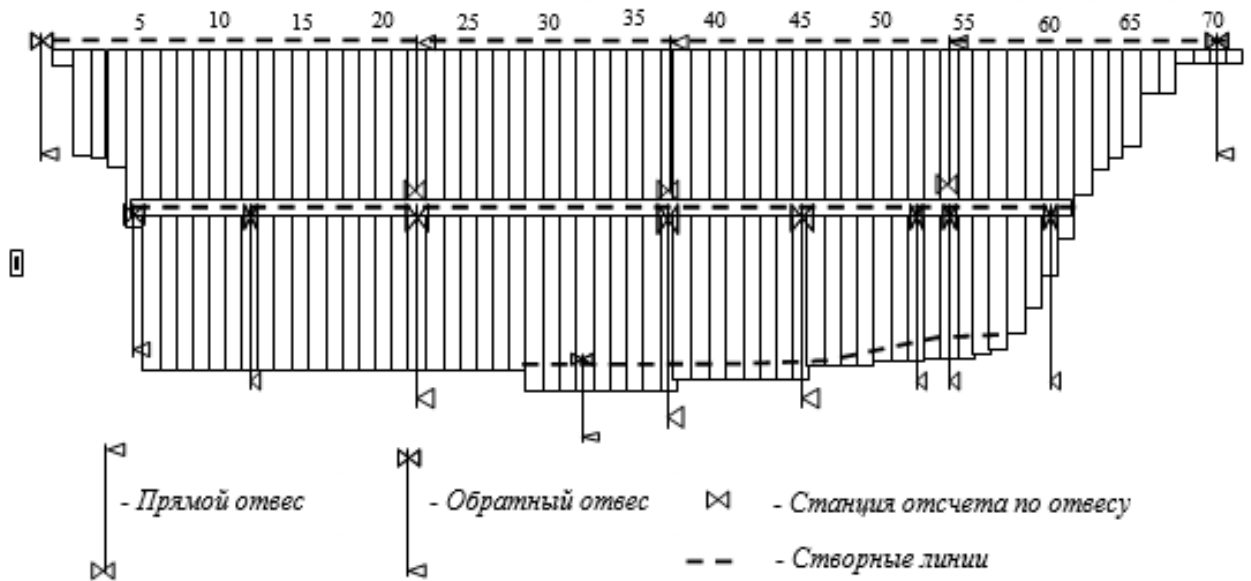
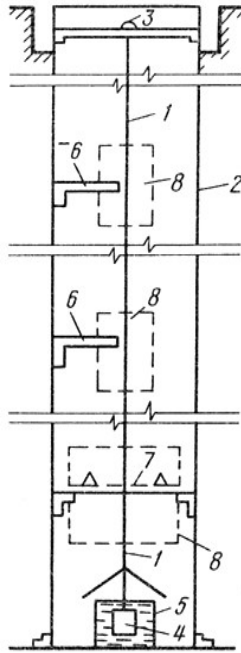


Рисунок 2 – Схема расположения отвесов для определения горизонтальных смещений плотины от внутренней сети

Для измерения горизонтальных смещений гидротехнических сооружений по основанию, наклонов и изгибов плотин широкое применение находят прямые и обратные отвесы. Примерная схема расположения отвесов для определения горизонтальных смещений плотины от внутренней сети приведена на рисунке 2.

Основные их достоинства - быстрота снятия отсчетов и малые затраты средств на производство измерений и возможность автоматизации. Конструктивная схема прямого отвеса показана на рисунке 3, схема обратного отвеса на рисунке 4.

Для контроля наклона и изгиба высоких бетонных гидротехнических сооружений и для передачи координат с гребня в потерну применяют прямой отвес. На рисунке 3 показана схема прямого отвеса, он представляет собой груз, подвешенный на проволоке, один из концов которого закреплен в верхней части плотины.

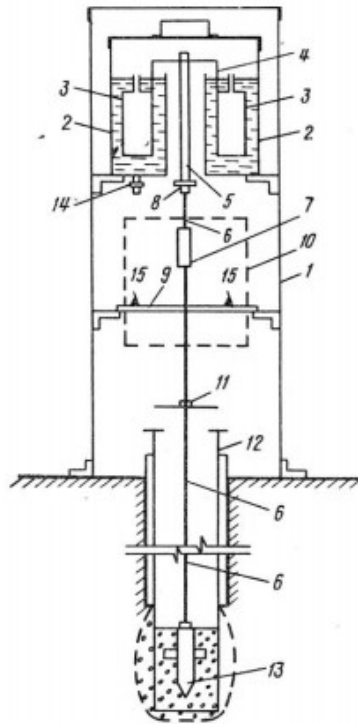


1-проволока; 2-стенка трубы; 3-верхний горизонт; 4-груз;
5-бак с жидкостью; 6-зацепы; 7-рама; 8-двери.

Рисунок 3 – Прямой отвес

Вертикальная линия фиксируется проволокой на верхнем ярусе в механическом прямом отвесе. С помощью переносного оптического координатомера, либо с помощью стационарного устанавливаемого механического координатомера в каждом цикле на нижних ярусах определяют положение проволоки.

Широкое распространение получил сухой обратный отвес, для наблюдений за горизонтальными смещениями гидротехнических сооружений. На рисунке 4 показан схематический чертеж сдвигометра (сухой обратный отвес Муравьева).



1-защитная труба; 2-жидкость; 3-поплавок; 4-крестовина; 5-шток; 6-проволока; 7-шкаловая марка; 8-регулирующее устройство; 9-рама; 10-дверь; 11-вилка; 12-скважина (защитная труба); 13-якорь; 14-кран; 15-посадочные конусы.

Рисунок 4 - Обратный отвес

В обратном отвесе нижний конец проволоки закреплен в забое скважины в основании плотины, а вертикальное положение задается с помощью поплавка погруженный в бак с жидкостью и поддерживает проволоку в вертикальном натянутом положении. Измерения по отвесам выполняются определением положения проволоки относительно сооружения по его высоте с помощью оптических (механических) средств измерения.

Обратный отвес по своим возможностям более универсальный прибор, так как им одним можно определять перемещения гребня плотины относительно; заданной точки основания и подошвы плотины; точки закрепления якоря отвеса.

В процессе строительства прямые отвесы лучше приспособлены для наблюдений за поведением части плотины; для определения смещений оснований сооружений используется обратный отвес. В необходимых случаях обратные отвесы, заложенные на конечных точках створа в галерее плотины на

значительную глубину, где положение якоря отвеса практически неподвижно, можно использовать в качестве опорных пунктов для определения смещений контрольных точек, расположенных на бетонных блоках сооружения. В практике братный поплавковый отвес конструкции М. С. Муравьева применяют для наблюдений смещений оснований крупных плотин.

Для определения прогибов и крена сооружения используются прямые отвесы, устанавливаемые, как правило, в опытных секциях и располагаемых от основания (подошва) до гребня. Гидростатическое нивелирование, а также клинометры могут использоваться для определения крена. Суть клинометра основано на использовании цилиндрического уровня или отвеса.

К потере устойчивости сооружения может способствовать увеличение крена, крен вызывает развитие деформации, это относится к сооружениям обладающих повышенной чувствительностью к деформациям.

Необходимо перед началом измерений горизонтальных перемещений и кренов установить:

- опорные знаки в виде неподвижных в горизонтальной плоскости столбов, снабженных центрировочными устройствами в верхней части знаков для установки геодезического инструмента; в качестве опорных знаков допускается использовать обратные отвесы и реперы;

- деформационные марки;

- ориентирные знаки в виде неподвижных в горизонтальной плоскости столбов; в качестве ориентирных знаков допускается использовать пункты триангуляции или удобные для визирования точки.

Для каждого цикла наблюдений следует контролировать устойчивость пунктов опорной сети в процессе измерений горизонтальных перемещений и кренов.

Методика измерения крена заключается в следующем. Прибор центрируется над точкой, выбранной на уровне основания сооружения. Эта точка должна находиться на минимальном расстоянии от сооружения, достаточным для удобной установки прибора на штативе. Компарированной рулеткой или другим

мерным прибором измеряется расстояние от сооружения до точки. Крен сооружения вычисляется как разность расстояний от центра палетки до сооружения на верхнем ярусе и расстояния от точки центрирования прибора до сооружения на нижнем ярусе. При четырех положениях прибора: 0° , 90° , 180° , 270° определяют положение визирного луча на верхнем ярусе для повышения точности. Для вычисления крена берут среднее арифметическое.

К недостатку данного способа относится затруднение при установке палетки верхних сечений сооружения. К достоинству относятся простота в схемах измерений, минимум вычислений, высокая точность.

Створный метод наиболее применяем в практике определения горизонтальных смещений контрольных пунктов плотины. Величины нестворностей можно определять с ошибкой 0,3 мм на 1 км створа. Створные измерения это совокупность наблюдений за смещениями, определения положения одной или нескольких точек на прямолинейных участках, где имеется возможность расположить наблюдаемые точки в один створ и примерно на одном уровне. В практике с помощью измерений малых параллактических углов или с использованием подвижной марки, выполняют створные наблюдения. Различные программы створных измерений применяют для повышения точности.

По методу измерений нестворностей различают оптический метод, струнный метод, струнно-оптический метод и метод лазерного луча.

Таким образом, для определения смещений гидротехнических сооружений используются следующие методы: линейно-угловые, спутниковые, створные, обратные и прямые отвесы.

Метод линейно-угловых сетей применяется в том случае, когда для создания створа нет условий. Например, для наблюдения контрольных марок, устанавливаемых на арочных плотинах со стороны низовой грани на разных ярусах.

В линейно-угловых сетях получается наибольшее количество избыточных измерений, что обеспечивает повышение точности при уравнивании. Если геометрические параметры для создания сети благоприятны, то используются

сети трилатерации. Сеть создается при значительных расстояниях и неблагоприятных условиях для угловых измерений.

Для земляных плотин, а также для бетонных плотин могут использоваться ГНСС приемники.

Спутниковые технологии координатных определений имеют существенные преимущества. Им свойственны высокая точность, независимость от погоды и времени суток, оперативность, возможность определения координат при отсутствии взаимной видимости между пунктами.

В створных измерениях определения горизонтальных смещений сооружения прямолинейных плотин есть свои достоинства: быстрота и простота полевых работ, малые затраты на камеральную обработку.

Прямые и обратные отвесы применяются для высоких плотин, в качестве опорных пунктов для определения смещений контрольных точек гребня плотины (крена плотины), поскольку линейно-угловые сети для расстояний 2-3 км не обеспечивают СКО измерений 0.7 мм.

1.3 Геодезические методы определения вертикальных смещений гидротехнических сооружений

Большие или меньшие вертикальные и горизонтальные смещения претерпевают все возводимые сооружения. Вертикальные смещения сооружений обычно называют осадками.

Осадки возникают в результате уплотнения грунта под воздействием внешних нагрузок и в отдельных случаях собственной массы грунта; просадки, происходящие в результате уплотнения под воздействием как внешних нагрузок и собственной массы грунта, так и дополнительно с ними действующих факторов (замачивание просадочного грунта, оттаивание ледовых прослоек в замерзшем грунте и т.п.); набухания и усадки, связанные с изменением объема некоторых видов глинистых грунтов при изменении их влажности, температуры (морозное пучение) или воздействию химических веществ.

Смещения сооружений могут быть равномерными, но чаще наблюдаются неравномерные смещения, в результате которых могут возникать крены, прогибы, и выгибы фундаментных частей сооружений. К образованию трещин и даже разрушению сооружения приводят неравномерные осадки сооружений, они вызывают в них дополнительные напряжения. Нарушение противофильтрационных устройств вызывают взаимные смещения отдельных блоков гидротехнических сооружений, а крены или прогибы фундаментов нарушить нормальную эксплуатацию установленного на них оборудования. Поэтому при проектировании фундаментных частей сооружений или грунтовых сооружений в качестве одного из основных принимается условие, чтобы все виды смещений не превышали предельных значений, устанавливаемых проектом (вторая группа предельных состояний). В свою очередь, предельные значения смещений определяются конструкцией сооружения, его прочностью и деформируемостью, а также эксплуатационными требованиями к сооружению и размещаемому оборудованию.

Все смещения сооружений происходят во времени. Развитие самих деформаций грунта во времени определяется как постепенным ростом нагрузки. Медленный процесс ползучести скелета грунта и фильтрационный процесс отжатия воды из пор грунта при уплотнении или разбухании, относятся к физическим величинам деформации скелета, для которых нужно значительное время, исчисляемое месяцами и годами.

«Мгновенной» можно принять если статическая нагрузка от сооружения нарастает весьма быстро по сравнению с развитием смещений сооружения во времени. После ее приложения сразу же возникают некоторые, обычно небольшие, смещения, которые также условно могут быть названы мгновенными смещениями. Определяются они в основном соотношением времени их возникновения и времени развития основных смещений и деформаций грунтового массива.

Величина конечных смещений достигает тогда, когда их нарастание затухает. В результате из мгновенной части, нарастающей во времени, и конечной можно представить весь процесс смещений.

Нивелированием называют комплекс геодезических работ, связанных с измерением превышений и высот точек местности. Данные работы проводятся при решении различных инженерно-геодезических задач в строительстве, при высотной съемке местности, а также научно-технических задач при изучении динамических процессов движения земной коры, исследовании разностей уровня воды в морях и океанах, при изучении деформаций инженерных сооружений и др.

Существует несколько основных методов нивелирования:

- геометрическое, применяется для измерений контрофорсных и арочных плотин;
- тригонометрическое, при контроле состояния берегов и для определения осадки марок арочных плотин;
- гидростатическое, применяется для определения вертикальных смещений с высокой точностью.

Методом геометрического, тригонометрического, гидростатического нивелирования осуществляется измерения осадок бетонных плотин и их оснований. Простое и недорогое стандартное оборудование, высокая точность и быстрота измерений, возможность в сложных и стесненных условиях выполнять измерения, за это методы геометрического нивелирования получили наибольшее распространение. Методом геометрического нивелирования можно определять разности высот точек, расположенных на расстоянии 5 - 10 м, с ошибкой 0,05 - 0,1 мм, а на несколько сотен метров - с ошибкой до 0,5 мм. Разные классы и разряды нивелирования применяются в зависимости от требуемой точности определения осадок.

Методика установленной государственной инструкцией нивелирования несколько отличается от методики нивелирования, используемая при наблюдении за осадками плотин и прилегающей территории. По постоянно закрепленным связующим точкам выполняется нивелирование. Расстояние между смежными

марками ограничена длиной визирного луча. Заранее производится разбивка и закрепление мест установки нивелира и реек. Для бетонных плотин на скальном основании осадка контрольных марок должна определяться со средней квадратической ошибкой ± 1 мм, что соответствует нивелированию 1 разряда, на нескальных основаниях ± 2 мм, что соответствует нивелированию 2 разряда для гидротехнических сооружений. На каждой плотине создаются внецентренная опорная высотная сеть исходных реперов, расположенных вне зоны влияния воронки оседания, сети из рабочих реперов и осадочных марок.

Передача отметок на гребень плотины и отдельные ее горизонты в основном осуществляется посредством инварных проволок и лент.

Отметки деформационных точек в цикле измерений определяют относительно исходного опорного репера. Отметку исходного репера чаще всего принимают условно, например 100,000 м и остается постоянна на весь период наблюдений. Для передачи отметки от исходного на все деформационные реперы разрабатывают специальную схему. Схема показана на рисунке 5.

В зависимости от класса и разряда нивелирования применяют специальную методику и соответствующие приборы при выполнении измерений. Штриховые инварные или специальные малогабаритные рейки, тщательно выверенные высокоточные нивелиры типа Н-05, используют для измерений с высокой точностью. Отсчеты берут по основной и дополнительной шкалам реек, установив нивелир строго посередине между наблюдаемыми точками.

В прямом и обратном направлениях выполняется нивелирование. Высота над поверхностью пола или земли - не менее 0,5 м, длина визирного луча допускается до 25 м. Нивелирование производится при достаточно отчетливых, спокойных изображениях штрихов реек и благоприятных условиях видимости. Для обеспечения высокой точности работ соблюдают другие меры предосторожности.

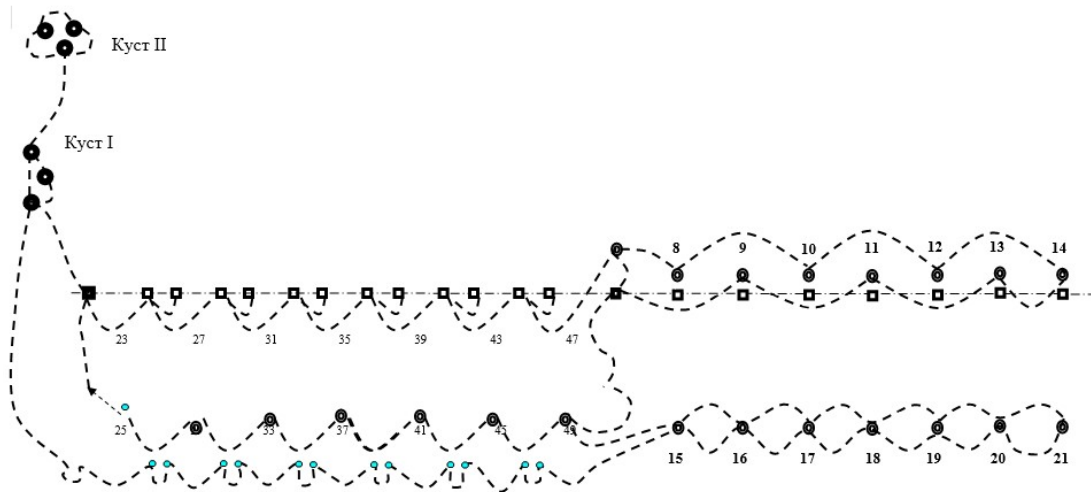


Рисунок 5 – Схема нивелирных ходов

Тщательно обрабатывают полученные результаты: оценивают фактическую точность и сравнивают ее с заданной, уравнивают, вычисляют отметки, а по разности их в циклах - осадки, строят графики осадок и т. д.

Для определения осадок точек, расположенных в труднодоступных местах, в основном используют тригонометрическое нивелирование. В последнее время данный метод нашел наибольшее применение с появлением высокоточных тахеометров. Такие случаи возникают при наблюдениях за высокими зданиями, башнями, плотинами, при производстве измерений через препятствия.

Наиболее высокая точность порядка 0,1 мм обеспечивается при коротких (до 100 м) лучах визирования с применением высокоточных теодолитов и специальной методики измерения, позволяющей измерять зенитные расстояния с ошибкой порядка 5". Выбор времени и условий наблюдений, строгую вертикальность реек предусматривает методика, однообразная во всех циклах установку теодолита и его тщательное исследование для уменьшения влияния вертикальной рефракции, и ряд других мероприятий, направленных на ослабление действий различных источников ошибок. С ошибкой 3-5 мм должны измеряться расстояния до определяемых точек.

На бетонных плотинах из-за высокой точности, своей простоты и возможности автоматизации применяют метод гидростатического нивелирования.

В основном используется метод стационарной гидростатической установки (переносные гидростатические нивелиры не нашли широкого применения на гидроузлах), состоящий из труб, укрепленных в горизонтальном положении. Жидкостью заполняют систему. Над трубами в местах измерения осадки закладываются боковые осадочные марки. В продольных и поперечных галереях плотины устанавливаются гидростатические системы, что позволяет существенно ослабить температурную погрешность, вызванную разностью температур жидкости в разных частях гидростатической системы, где колебания температур незначительны.

Относительно горизонтальной плоскости определяются превышения, устанавливаемой в сообщающихся сосудах гидростатического нивелира.

Гидростатический нивелир показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Общий вид автоматизированного гидростатического нивелира ASW101N

Применяются переносные и стационарные гидростатические системы. Стационарный гидростатический нивелир, расположенный в продольной галерее

(продольный гидростатический нивелир), позволяет определить эпюру осадки секций плотины в направлении берегов. По расположению марок не менее двух на секцию определяется их наклон. Наклон плотины по направлению потока определяется по поперечным гидростатическим нивелирам.

Для определения вертикальных смещений секций высоких плотин используются стационарные гидростатические системы. Около 0,02 мм составляет СКП измерений превышений.

1.4 Автоматизированная система мониторинга

Составной частью системы мониторинга гидротехнических сооружений является автоматизированная система диагностического контроля. Она представляет собой интегрированную систему, в которую входят: информационно-диагностическая система (сбор, хранение, обработка и анализ результатов измерений по КИА, диагностика и оценка безопасности сооружений), автоматизированная система опроса КИА с использованием датчиков и передачи результатов измерений на сервер сбора данных. В соответствии с требованиями [13] автоматизированная система должна быть установлена на всех высоких плотинах. Мониторинг гидротехнического сооружения на рисунке 7.



Рисунок 7 – Мониторинг на гидротехническом сооружении

Автоматизированная система диагностического контроля обеспечивает:

- автоматический опрос;
- накопление и хранение данных наблюдений;
- обработку данных измерений по КИА (первичная и вторичная);
- визуализацию данных наблюдений;
- доступ к данным наблюдений;
- графические схемы размещения КИА;
- контроль работоспособности измерительных приборов.

В настоящее время наиболее популярны автоматизированные системы контроля компаний Leica GeoSystems, Topcon и Trimble. Отсутствие модульной системы у автоматизированной системы компании Trimble делает ее менее гибкой в работе. В отличие от компании Trimble компания Topcon предлагает различные модули, например, для мониторинга гидротехнических сооружений (плотин), тоннелей и других.

Одним из достоинств автоматизированного мониторинга является нахождение координат в реальном времени с помощью приемников ГНСС, которые встроены в автоматизированную систему.

Одной из автоматизированных систем, которая широко используется в мире для определения деформаций является Leica GeoMoS, предназначенная для постоянного наблюдения за подвижками объектов, таких как плотины, дамбы и т.д.

GeoMoS состоит из двух основных компонентов: Monitor и Analyzer. Сетевое аналитическое программное обеспечение GeoMoS Adjustment корректировки и деформации дополняет компонент Analyzer.

GeoMoS проверяет измерения относительно задаваемых пользователем допусков на деформации. Если допуск был превышен, то отправляется пользователю сообщение по внутренней или внешней сети. В систему подключаются различные геодезические приборы и геотехнические датчики Leica

Система также содержит:

- редактор циклов измерений;
- редактор установки различных методов связи между сервером и датчиками (кабель, магистральная система, радио, LAN, WLAN, GSM/GPRS, UMTS и WiMax);
- средства для визуализации измерений и результатов в графическом и числовом виде.

GeoMoS Monitor предназначен для обслуживания датчика, измерения, вычисления и хранения данных. Графический интерфейс пользователя GeoMos Monitor достаточно прост и требует минимального времени для настройки программы для работы.

Строка меню программы GeoMos Monitor включает в себя 7 модулей (рисунок 8) файл; вид; настройки, службы, инструменты, справка.

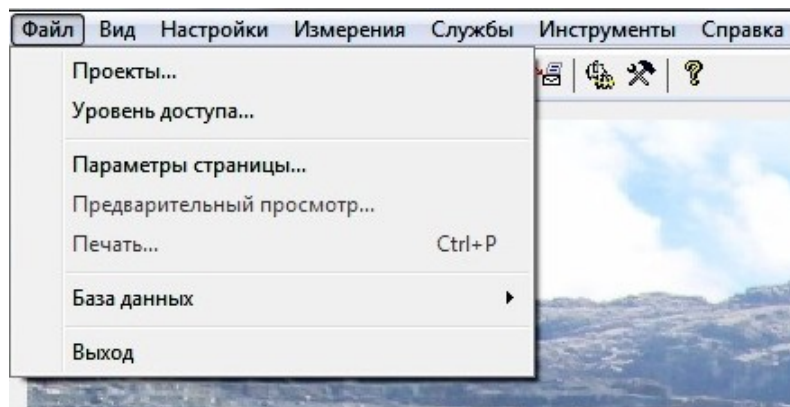


Рисунок 8 – Общий вид меню GeoMos Monitor

В меню «Вид» входят модули , представленные на рисунке 9.

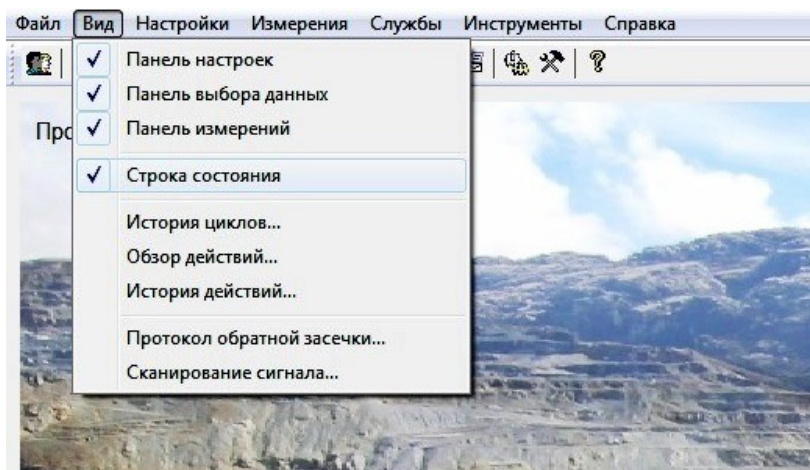


Рисунок 9 – Окно меню «Вид» GeoMos Monitor

В меню настройки входят следующие модули:

- управление ComBox (настройка программы для передачи данных интернету);
- управление датчиками (датчики добавляются, проверяются и задаются параметры связи, а также устанавливаются и другие параметры);
- редактор положения датчика (выбирается тип прибора и вводятся координаты точки стояния);
- редактор точек (добавляется необходимое для работы количество точек с указанием названия точки, класса допуска и режима наблюдения);
- редактор групп точек (объединение необходимых точек в одну группу);
- редактор циклов измерений (устанавливается время начала и конца измерений и длительность цикла);
- редактор классов допусков (устанавливаются предельно допустимые ошибки);
- редактор профилей (предназначен для вычисления проекции смещений по координатным осям).

Меню настроек показана на рисунке 10.

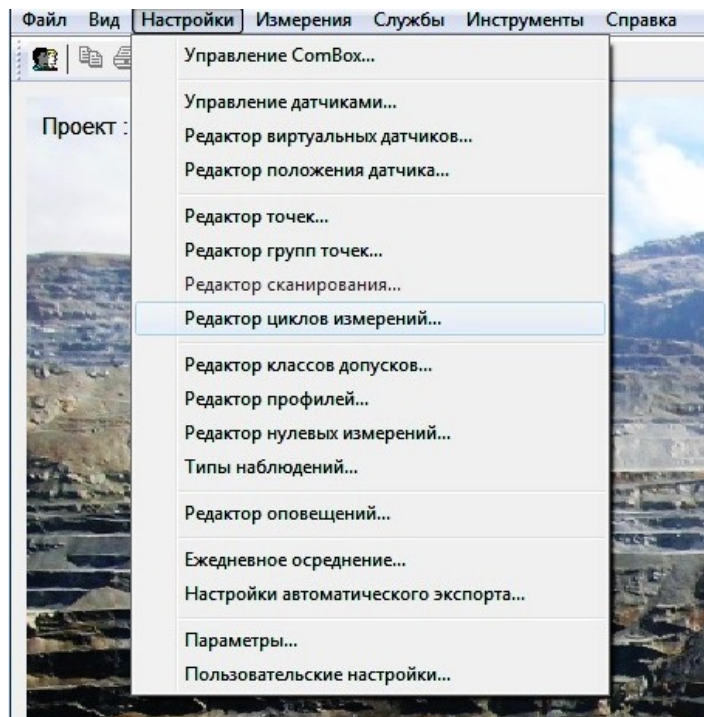


Рисунок - 10 Окно меню Настройки GeoMos Monitor

На рисунке 11 представлены опции окна «Измерения».

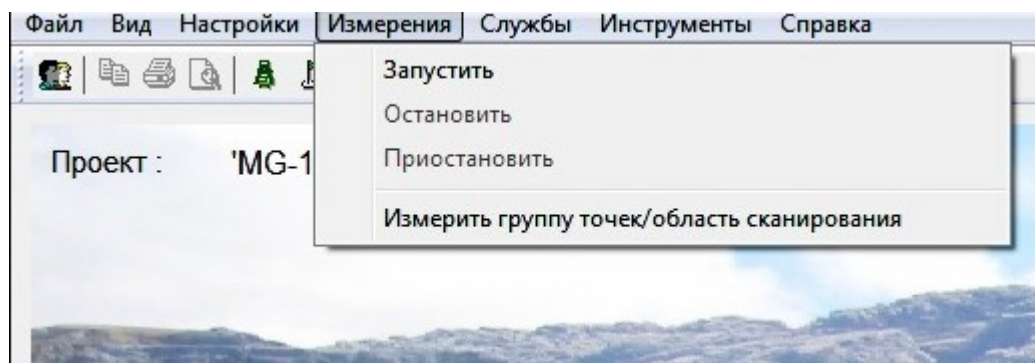


Рисунок - 11 Окно меню «Измерения» GeoMos Monitor

В модуле программы GeoMoS Analyzer выполняется анализ накопленного массива данных на основе заранее заданных критериев. Анализ выполняется либо на весь собранный массив данных за весь период наблюдений, либо за заданный интервал времени. В результате анализа большого объема данных, собранных за длительный период времени, отслеживают в реальном времени и прогнозируют на более длительный период либо кратковременные процессы деформаций, которые связаны с суточным нагревом или остыванием объекта, либо длительные процессы, которые связаны с разнообразными причинами.

Строка меню программы GeoMoS Analyzer включает в себя 6 модулей и представлена на рисунке 12.

GeoMoS Adjustment - ответственно за автоматический сетевой анализ корректировки и деформации. У этого также есть сетевые возможности моделирования.

Все измерения и результаты обработки Leica GeoMoS хранятся в открытой базе данных SQL. К этим данным можно обратиться через локальную сеть, либо удаленно, используя приложения Leica GeoMoS Analyzer, Leica GeoMoS Adjustment или иное программное обеспечение.

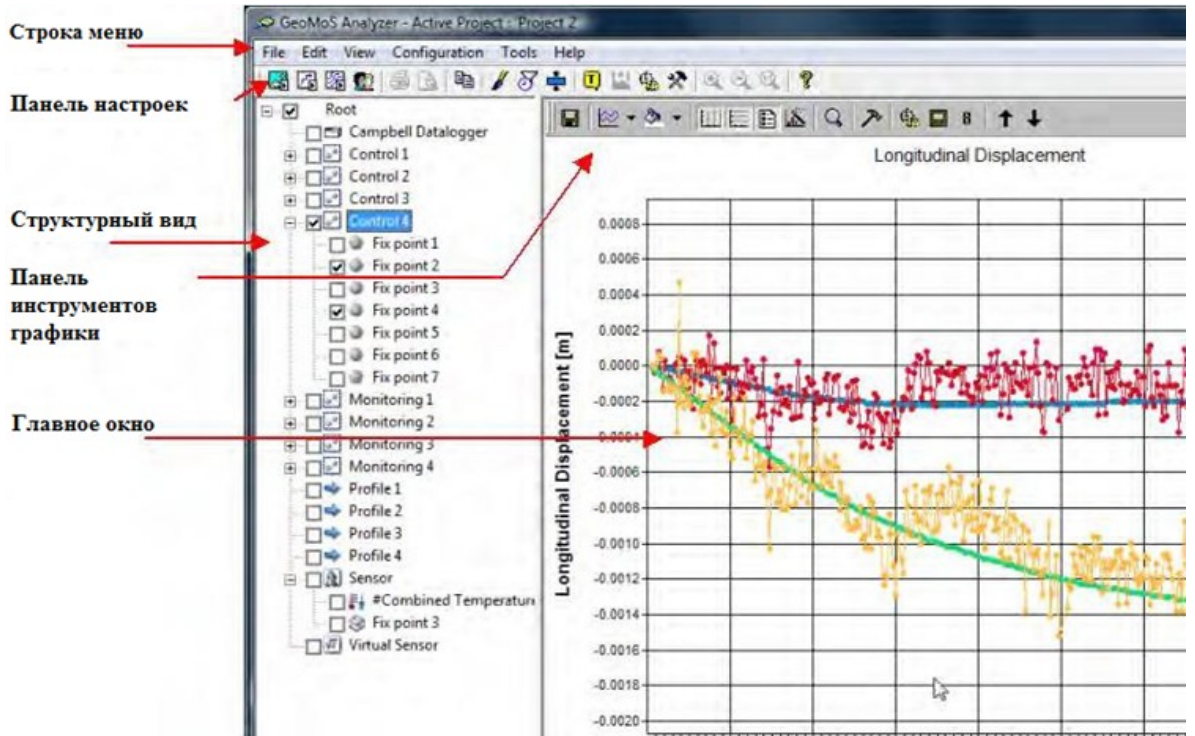


Рисунок 12 – Окно общий вид программы GeoMoS Analyzer

2 АНАЛИЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПЛОТИНЫ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

2.1 Общие сведения о ГЭС на объекте и видах геодезических работ

В черте города на реке Обь выше 20 км расположен створ Новосибирской ГЭС. Гидроузел представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию, включающая: земляную плотину и дамбу, бетонную водосбросную плотину, шириной 17,5 м и длиной 194,4 м, здание ГЭС шириной 53,76 м, длиной 178,45 м, высотой 38,0 м и судоходный шлюз. 4846 м составляет общая протяженность подпорных сооружений. На рисунке 13 - Новосибирская ГЭС.



Рисунок 13 – ГЭС г. Новосибирск

По натурным наблюдениям была составлена программа по определению относительных смещений блоков водосливной плотины и здания ГЭС, измерению общих осадок водосливной бетонной и земляной плотин.

В заранее установленные сроки должны выполняться отдельными циклами наблюдения за деформациями гидротехнических сооружений. Одновременно рекомендуется выполнять наблюдения за горизонтальными и вертикальными перемещениями. С учётом с требований особых условий эксплуатации сооружений составляют график наблюдений за гидротехническим сооружениями. График наблюдений является обязательным. Виды геодезических наблюдений и периодичность для Новосибирской ГЭС приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вид измерений	Периодичность
Контроль высотной основы	Периодичность наблюдений устанавливается в зависимости от устойчивости реперов, один раз в год, в первые три года после закладки фундаментальных реперов
Наблюдения за осадкой бетонных сооружений	(осенью) Один раз в 2 года
Наблюдения за наклонами агрегатных блоков	4 раза в год
Наблюдения за осадкой земляной плотины	(осенью) один раз в 2 года
Наблюдения плановой опорной сети	(осенью) один раз в 2 года
Створные наблюдения на станционной и водосливной плотинах	(осенью) один раз в 2 года
Наблюдения за горизонтальными перемещениями гребня земляной плотины	(осенью) один раз в 2 года
Наблюдения за относительными	(зимой) один раз в месяц

перемещениями секций бетонных сооружений по межсекционным швам	(летом) 4 раза в месяц
--	------------------------

В основании бетонных сооружений (здание ГЭС и водосливная плотина) залегают коренные породы, представленные пластами песчаников и глинистых сланцев.

Сложность инженерно-геологических условий района ГЭС заключается в том, что коренные породы, служащие основанием бетонных сооружений, находятся в состоянии сильной тектонической раздробленности, особенно на участке расположения здания ГЭС, левобережного отдельного устоя.

В проекте и при строительстве для левобережной земляной плотины и правобережной дамбы был принят второй класс капитальности сооружений, но, учитывая расположение в 20 км ниже ГЭС города Новосибирска и его интенсивный рост, все основные гидротехнические сооружения в настоящее время переотнесены к первому классу капитальности в соответствии с указаниями СНиП 2.06.01-86.

2.2. Анализ определения горизонтальных смещений низконапорной плотины

От величины деформаций зависит точность геодезических измерений гидротехнических сооружений.

Контрольно-измерительной аппаратура для геодезических наблюдений на Новосибирской ГЭС состоит из:

- опорных пунктов для закрепления опорных точек створов на водосливной и здании ГЭС;
- фундаментальных реперов;
- марок осадочных;
- плановых знаков для определения горизонтальных перемещений сооружений;
- марок поверхностных грунтовых;

- щелемеров трёхосных пространственных.

Ожидаемые расчетные наибольшие значения горизонтальных перемещений для здания ГЭС по бычкам нижнего бьефа составляют $\pm 2,5$ мм.

Ожидаемые расчетные наибольшие значения горизонтальных перемещений для водосливной плотины по бычкам верхнего бьефа составляют $\pm 6,5$ мм, по бычкам нижнего бьефа $\pm 3,8$ мм.

Задана средняя квадратическая погрешность определения абсолютных осадок и горизонтальных смещений $\pm 1,0$ мм, в соответствии расчетными значениями деформаций бетонных сооружений на скальных основаниях.

Опорная плано-высотная сеть создается для обеспечения высокоточных геодезических измерений горизонтальных и вертикальных перемещений гидротехнических сооружений относительно исходных пунктов. Пункты в сети должны быть в зоне минимального воздействия техногенных факторов, в том числе гидростатической нагрузки. Поэтому они удалены в сторону нижнего бьефа от 0,4 до 1 км.

Пункты должны соответствовать требованиям, устанавливаться на незатопляемых участках, иметь защитное устройство от случайных повреждений, обеспечение удобного и безопасного доступа для наблюдений с инструментом.

При возведении гидротехнических сооружений на сжимаемых основаниях практически не представляется возможным установить в натуре неподвижные опорные пункты створа. Для контроля горизонтальных перемещений сооружений Новосибирской ГЭС применяется комбинированный способ, представляющий собой сочетание способа створных измерений с линейно-угловой сетью.

С помощью линейно-угловой сети производятся наблюдения за горизонтальными смещениями опорных пунктов створа А,Б,В, расположенных на бетонной плотине и в здании ГЭС . В приложении А приведена схема линейно-угловой сети. В приложении Б приведена схема размещения опорных и контрольных пунктов.

Со стороны нижнего бьефа наблюдения за горизонтальными перемещениями межсекционных швов здания ГЭС выполняются по пунктам створа А- Б на

рисунке Б.1. За горизонтальными смещениями на водосливной плотине наблюдения выполняются по контрольным пунктам створа Б – В на рисунке Б.2.

Методом линейно-угловой сети выполняют контроль устойчивости опорных пунктов следующим образом. На пунктах линейно-угловой сети выполняются измерения высокоточными приборами, соблюдая допуски: 6" не должно превышать незамыкание горизонта, не больше 8" значение колебания двойной коллимации, не должны превышать 5" колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к нулю.

Измерение горизонтальных углов следует выполнять в наиболее благоприятные периоды, для минимальной ошибки боковой рефракции, рекомендуется в пасмурную погоду, ветреную не больше 4 м/сек и в утреннюю и вечернюю видимости, следует избегать наблюдения в жаркую погоду.

Если разность углов наклона визирной трубы при наблюдениях на разные пункты превышает 2°, то в измеренные горизонтальные направления должны быть введены поправки за наклон вертикальной оси вращения инструмента. С точностью до 0.1 деления ведется запись отсчетов по концам пузырька алидады горизонтального круга. СКП измерения угла не должна превышать 1", а невязка в треугольниках не должна превышать 4".

За исходные пункты принимаем Базис нижний, Базис новый и Правобережный, за опорные пункты принимаем пункты створов А, Б, В. Если разности координат между очередным и начальным циклом не превышают величины, рассчитанной по формуле(4), то пункты опорной сети считаются устойчивыми.

$$\Delta = 2m_{x,y} \sqrt{2}, \quad (4)$$

где, $m_{x,y}$ – погрешность положения пункта (средняя квадратическая) относительно исходного.

Значения средних квадратических погрешностей координат опорных пунктов линейно-угловой сети, относительно исходных пунктов вычислены в программном комплексе “CREDO”.

Средние квадратические погрешности определения положения пунктов, закрепляющих створы на здании ГЭС и водосливной плотине составляют ± 1 мм, средняя квадратическая погрешность определения горизонтального перемещения $M_{\text{смеш}} = +1.4$ мм.

По плановым знакам с центрированием, заложенных на блоках здания ГЭС выполняется створные наблюдения за горизонтальными перемещениями водосливной и станционной плотин. Способом отдельного угла выполняются измерения нестворностей в прямом и обратном направлениях. Измерения малых углов выполняется шестью приемами. В приемах колебания значений угла не должно превышать 5". По общепринятой методике выполняется камеральная обработка створных измерений.

Измерения деформаций швов бетонных сооружений наблюдаются относительными перемещениями секций плотины по трехосным щелемерам в кабельном тоннеле, на правобережной подпорной стенке и в щитовом отделении. С помощью микрометра выполняют измерения и по данным измерений определяют относительные перемещения смежных секций по осям X, Y, Z. По формуле (5) вычисляется средняя квадратическая погрешность относительных перемещений по трем измеряемым направлениям:

$$M_{x,y,z} = \pm \sqrt{2i + m_o^2 + m_g^2} \quad (5)$$

где, m_{ϕ} – в момент измерения рабочих поверхностей погрешность фиксации 0.01 мм;

m_q - деления на шкале штангенциркуля погрешность нанесения равна ± 0.02 мм;

m_o - по шкале штангенциркуля погрешность отсчета равна при одном измерении 0.1 мм, при трехкратном 0.06 мм.

После подстановки значений получим среднюю квадратическую погрешность равную 0.1 мм.

Графики горизонтальных смещений бетонных сооружений, определенных из створных измерений по низовому фасаду здания ГЭС, и график горизонтальных

смещений бычков водосливной плотины со стороны нижнего бьефа приведены в приложении В. На рисунке В.1 представлен график смещений бычков низового фасада здания ГЭС. В таблице В.1 приведены величины горизонтальных смещений бычков низового фасада здания ГЭС.

Смещения бычков бетонной плотины здания ГЭС не имеют остаточной деформации, а имеют знакопеременный характер.

В таблице В.2 приведены величины горизонтальных смещений водосливной плотины. Анализ графиков показывает, что бычки водосливной плотины со стороны нижнего бьефа имеет незначительные смещения в сторону нижнего бьефа (рисунок В.2).

В дипломной работе выполнен предварительный расчёт точности различных вариантов существующей геодезической линейно-угловой сети на Новосибирской ГЭС. Сеть состоит из 3 исходных пунктов (Базисный нижний, Базисный новый, Правобережный) и 3 опорных пунктов (А, Б, В).

Предрасчет точности опорных пунктов на гидротехнических сооружениях выполнялся в CREDO. В свойстве проекта выбирался I класс линейно-угловой сети, СКП измерения угла 0,5", СКП измерения линии 0,6 мм.

Первый вариант схемы сети представлен на рисунке 14.

Ведомости оценки точности приведены в приложении Г. Анализ данных по уравниванию показывает, что СКП определения координат составляет для пунктов: А - 0.0015 м, Б - 0.0016 м, В - 0,0018 м (Таблица Г.1).

Во втором варианте в схеме плановой сети исключали направление Б – Правобережный. В результате предрасчета получили СКП определения координат. Анализ данных по уравниванию показывает, что СКП определения координат составляет для пунктов: А - 0.0015 м, Б - 0.0017 м, В - 0,0019 м (Таблица Г.2).

В третьем варианте сети дополнительно исключили еще направление А – Правобережный. В результате предрасчета получили СКП определения координат. Анализ данных по уравниванию показывает, что СКП определения

координат составляет для пунктов: А - 0.0015 м, Б - 0.0017 м, В - 0,0018 м (Таблица Г.3).

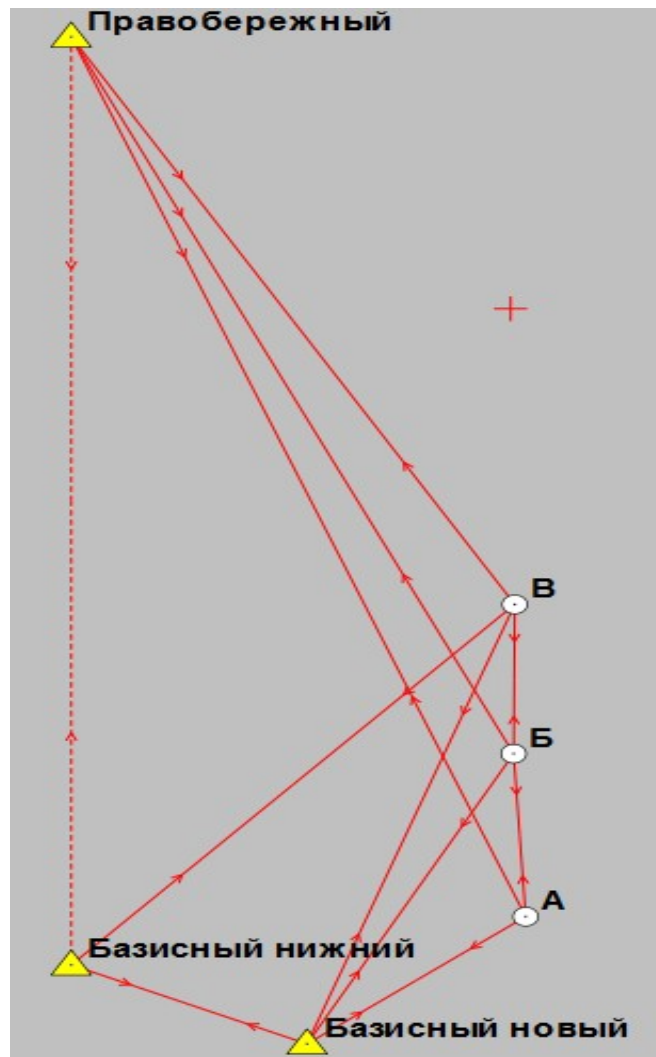


Рисунок 14 - Схема сети

Сравнение результатов расчета точности для трех вариантов показало, что исключение направлений с пункта Правобережный не приводит к повышению точности определения координат. Изменение формы сети при исключении сторон в сети приводит к изменению СКП определения координат для пунктов А, Б, В на $\pm 0,0001$ м.

2.3 Анализ определения вертикальных смещений низконапорной плотины

В соответствии с требованиями [5,11] выполнены измерения осадок марок и контрольных знаков бетонных блоков здания ГЭС методом высокоточного геометрического нивелирования I,II разряда. В прямом и обратном направлениях осуществлялось нивелирование.

Для выполнения наблюдений по определению осадок ГТС Новосибирской ГЭС существует опорная высотная геодезическая сеть. В качестве исходных реперов на левом берегу используются фундаментальные репера куста I №1, №2 и №3, заложенные на территории гидротехнического цеха. *Передача отметок с фундаментальных реперов куста I на фундаментальный репер куста II, а также периодический контроль превышений между ними выполняется проложением замкнутого нивелирного хода I разряда.*

На правом берегу в сеть включены фундаментальные репера №4 и №5 и репер государственного нивелирования №XXX. Фундаментальные репера внутри куста находятся на удалении друг от друга не более 30 м.

Наблюдения за осадками *земляной* плотины рекомендуется выполнять проложением хода геометрического нивелирования II разряда от куста реперов I до куста реперов III, заложенного в районе шлюза. Схема нивелирования приведена в приложении Ж.

Измерение превышений осадочных марок на каждом гидроагрегате выполнялось нивелированием I разряда и были получены измерения со средней квадратической погрешностью 0,1 мм.

В здании ГЭС со стороны нижнего бьефа выполняются наблюдения за вертикальными перемещениями, со стороны верхнего бьефа по сохранившимся маркам настенных шелемеров в помещении щитового отделения.

За вертикальными перемещениями на водосливной плотине наблюдения выполняются по поверхностным маркам.

На правобережной и левобережной земляной плотине наблюдения выполняются по боковым маркам, и поверхностным грунтовыми маркам (Приложение Д).

Геометрическое нивелирование выполняется в соответствии с требованиями, изложенными в [6].

Нивелирный ход I разряда прокладывают в прямом и обратном направлениях при двух горизонтах инструмента. Изменение горизонта инструмента производится подъемными винтами.

Нормальная длина визирного луча принимается 20-25 м и не должна превышать 35 м при достаточно благоприятных условиях, неравенство расстояний от нивелира до реек на станции не должно превышать 0,5 м, а накопление неравенств в секции - 1,0 м, причем, на последующих станциях накопление неравенств должно сводиться к нулю.

Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,8 м. При нивелировании на крутых склонах, где длины плеч не превышают 10-15 м, допускается понижение луча визирования по 0,5 м.

Нивелирование производится по заранее закрепленной трассе: нивелир устанавливается на постоянных площадках, а рейки на постоянные переходные точки. При установке реек обязательно применение подпятников, а для большей устойчивости реек целесообразно применять подпорки.

Для исключения систематических ошибок работы на станции производится по следующей программе, приведённой в таблице 3.

Таблица 3

	Первый горизонт	Второй горизонт
На станциях с нечетными номерами	Зо, По, Пд, Зд	По, Зо, Зд, Пд
На станциях с четными номерами	По, Зо, Зд, Пд	Зо, По, Пд, Зд

В таблице 3 следующие обозначения:

Зо - отсчет по основной шкале задней рейки;

Зд - отсчет по дополнительной шкале задней рейки;

По - отсчет по основной шкале передней рейки;

Пд - отсчет по дополнительной шкале передней рейки.

После выполнения нивелирования по секции в прямом и обратном направлениях сравнивает между собой два средних значения превышений. Если они различаются больше чем на $0,3 \text{ мм} \sqrt{n}$ (n - число станций в ходе одного направления). Геометрическое нивелирование II разряда отличается от нивелирования I разряда лишь объемом измерений. В нивелировании II разряда превышение определяют при одном горизонте инструмента при прямом и обратном направлениях.

Программа работ на станции следующая:

- нечетная станция - Зо, По, Пд, Зд;

- четная станция - По, Зо, Зд, Пд.

Допуски на длину и высоту визирного луча, расхождение превышений по основной и дополнительной шкалам на станции те же, что и в нивелировании I разряда.

Фундаментальные реперы считаются устойчивыми, если изменение превышение между ними не превышают критерий устойчивости (1):

$$K_h = \pm 2 m_{hcm} \cdot \sqrt{2h} \leq \pm 0.2 \text{ мм} \cdot \sqrt{2h} \quad (1)$$

Где, $2 m_{hcm}$ - средняя квадратическая погрешность определения превышений на станции нивелирования I разряда, равная $\pm 0.08 \text{ мм}$;

n - число станций.

Ошибка осадки получается из формулы

$$M_{oc} = \pm M_H \cdot \sqrt{2} \quad (2)$$

При выполнении измерений использовались высокоточные нивелиры NI 004 в комплектах со штриховыми рейками РН-05 для I класса государственного нивелирования.

Результаты измерений были уравнены в программе CREDO, получены уравненные отметки, вычислены осадки, построены графики осадок и сделаны выводы.

Для здания ГЭС, вертикальные перемещения по бычкам нижнего бьефа составили менее 1 мм и не превышают допуск.

Для водосливной плотины, вертикальные перемещения по бычкам верхнего бьефа также менее 1 мм.

Суммарные осадки блоков гидроагрегатов за весь период наблюдений имеют знак подъема, при допуске 0.8 мм, но не являются опасными, т.к. оси гидроагрегатов периодически при ремонте устанавливаются в вертикальное положение.

Абсолютные осадки контрольных пунктов, расположенных на разделительных стенках незначительны и не превышают точности измерений. Максимальные разности осадок двух соседних пунктов в одном блоке за этот же период составили менее 1 мм (приложение И).

По земляным плотинам общие осадки не превысили допустимую величину - 100 мм.

Средняя осадка секций здания ГЭС, вычисленных по осадкам контрольных пунктов I-XII и опорных пунктов А и Б, превысила значений показателя К1.

Анализ графиков по зданию ГЭС, приведённых в приложении К на рисунках К.1 – К.2 показывает практически равномерную осадку всех блоков, что может быть обусловлено как различием внешних условий измерений в октябре 2008 и октябре 2010 года, так и возможным воздействием на бетонные блоки неблагоприятных для их эксплуатации условий, вызванных аномальными

климатическими условиями зимы 2009-2010 годов и длительным весенне-летним паводком.

Анализ данных показывает, что осадки бетонных сооружений ГЭС за весь период наблюдений не представляют опасности.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ

3.1 Организация работ на объекте

Основной целью организации строительного производства является обеспечение всех организационных, технологических и технических решений для достижения конечного результата с необходимым качеством в установленные сроки.

В строительство каждого объекта, которые должны быть приняты в проекте организации строительства и проектах производства работ допускается только на основе предварительно разработанных решений по организации строительства и технологии. В соответствии с указаниями, в зависимости от вида строительства и сложности объекта строительства определяют состав и содержание проектных решений и документации в проекте организации строительства и проектах производства работ.

За состоянием гидротехнических сооружений проводят систематические наблюдения, сюда входят постоянные инструментальные измерения, для оценки их состояния и своевременного выявления повреждений и организации ремонтных работ, выполнение и разработка мероприятий, для обеспечения эффективности эксплуатации гидротехнического сооружения и своевременное проведение работ.

Геометрическое нивелирование I и II разряда выполняет бригада в составе: инженер – 1, техник – 1, рабочие – 3. Наблюдения линейно-угловой сети II разряда и створные измерения выполняет бригада в составе: инженер – 1, техник

- 1, рабочие – 2. Щелемерные наблюдения выполняет бригада в составе : инженер – 1, техник - 1, рабочий – 1. Установку КИА, текущий ремонт и обслуживание средств измерений осуществляет бригада в составе инженера и трех рабочих. Обработку материалов измерений выполняют инженер-геодезист и техник. Высокоточные геодезические измерения требуют систематического выполнения исследований геодезических приборов и измерительных устройств, совершенствования методов измерений и обработки. Этим специалисты занимаются в промежутках между циклами.

Территория гидроузла относится к зоне с потенциально действующими опасными производственными факторами. Поэтому при выполнении геодезических работ необходимо руководствоваться:

- Требованиями по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88),

- Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00;

- Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. РД 34.20.50-95; .

- Инструкцией по организации и производству работ повышенной опасности в строительном-монтажных организациях и на промышленных предприятиях Минтопэнерго РФ.

- требованиями Инструкции по эксплуатации гидротехнических сооружений Новосибирской ГЭС;

- Правилами безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций. РД.153-34.0-03.205-2001.

Техническая документация должна быть на каждой ГЭС включающая, параметры гидротехнических сооружений (проектные и фактические), изменения, произведенные в их конструкциях или происшедшие в условиях работы, действительное состояние сооружений и правила их эксплуатации, удовлетворяющие требованиям безопасной эксплуатации гидротехнических

сооружений. В состав технической документации гидротехнических сооружений входят: различные акты работ, проектные документации, технические паспорта гидротехнических сооружений, журналы надзора, исполнительные чертежи, свод правил по эксплуатации, инструкции, журналы осмотров, декларации безопасности, критерии безопасности и разрешение на эксплуатации гидротехнических сооружений.

3.2 Расчет сметной стоимости работ

Для наблюдения за деформациями гидротехнических сооружений площадью до 10 000 м² предусмотрена работа по выполнению одной программы измерения осадок и горизонтального смещения гидротехнического сооружения. Высокоточным геометрическим нивелированием измеряется осадка. Из методов триангуляции, полигонометрии, створов и трилатерации определяются горизонтальные смещения.

В объем работ входит ознакомление с запросом заказчика, с технической документацией, составление сметно-договорной документации. Перед отправкой приборов на объект подбирают и проверяют оборудование.

Выполняют обработку результатов измерения, вычисляют отметки значений осадок и горизонтальных смещений контрольных марок, определяют координаты исходных пунктов, составляют графики по деформациям и выполняется прогнозирование. Последним является состав отчетной документации.

Сметный расчет на выполнение работ по наблюдению за деформациями гидротехнического сооружения ГЭС представлена в приложении Л.

3.3 Безопасность жизнедеятельности выполнения работ на объекте

Готовность к чрезвычайным ситуациям, ликвидации, предотвращения последствий, защита окружающей среды, пожарная безопасность и охрана труда должны обеспечиваться при работе на объекте.

Охрана труда - это система обеспечения безопасности, жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Обеспечение техническим оборудованием, создания условия, предоставление рабочих мест, соответствующих правилам и нормам по охране труда, по технике безопасности, производственной санитарии, электробезопасности и другими правилами является из основных обязанностей работодателя.

При организации любых производственных операций и процессов учитываются вопросы по охране труда. Эффективность производимой работы по охране труда во многом определяется четкостью ее организации и управления, плановостью проведения комплексных мероприятий, направленных на предупреждение воздействия на человека опасных и вредных производственных факторов, ликвидации причин, приводящих к несчастным случаям и профессиональным заболеваниям [19].

Инструктаж, обучение и проверка знаний по охране труда является важным условием обеспечения безопасности труда. Вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий виды инструктажа должны пройти лица, переводимые на другую работу.

Построение физиологического обоснованного режима труда и отдыха, то есть рациональной системы чередования работы и перерывов необходимо для создания наиболее благоприятного условия труда, а также необходимо учитывать психофизиологические особенности человека [19]

На основании трудового кодекса Российской Федерации, а так же трудового договора, заключаемого между работником и работодателем проводится охрана труда.

Допускаются к производству геодезических работ лица прошедшие вводный инструктаж и обученные правилам техники безопасности на геодезических и

строительных работах, а также инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочем месте, проведение которых должно оформляться согласно требованиям СНиП 12-03-99.

Предохранительными или страховочными защитными ограждениями, а при расстоянии более 2 м — сигнальными ограждениями, соответствующими требованиям ГОСТ 12.4.059 должны быть ограждены рабочие места и проходы к ним, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте. Лица, прошедшие медицинское освидетельствование в порядке, определённом Минздравом допускаются к работам на высоте.

Вблизи нависших стенок, на краю незакреплённых откосов, вблизи экскаватора во время его работы нельзя производить геодезические работы. Меры предосторожности необходимо соблюдать при производстве работ вблизи автодорог, надеть демаскирующую спецодежду со светоотражающими полосами. Запрещается работать на автодорогах во время тумана, метели и грозы.

В зимний период, при обогреве грунта или бетона электротоком, линейные измерения следует вести, не допуская касания лентой арматуры находящейся под напряжением.

По лестничным маршам, имеющим ограждения должно осуществляться перемещение геодезистов с приборами. Лестницы должны быть в исправном состоянии и надёжно закреплены. Нельзя ходить по опалубке, если она не укреплена окончательно и не имеет распоров.

Во время перерывов в работе запрещается оставлять геодезические приборы без надзора на проезжих частях улиц и дорог, а также на монтажном горизонте. Перенос геодезических приборов осуществляют только в упаковочных ящиках, а штативы, вехи и рейки – в сложенном виде. Острые ножки штатива и заостренный наконечник визирной вехи могут стать источником травмы, а также повредить строительные материалы, например, слой гидроизоляции.

Нежелательные помехи радиосвязи может создавать электронный тахеометр, при установке и использовании не в соответствии с инструкцией, прибор

генерирует, использует и может излучать радиочастотную энергию. Категорически запрещается направлять в глаза лазерный луч прибора— это может привести к поражению зрения.

В помещении с хорошим освещением следует выполнять камеральную обработку. Правила использования электрических приборов следует выполнять в случае использования компьютера. К тяжелым поражениям электрическим током, вызвать загорание аппаратуры, что может повлечь за собой ожоги различной степени могут привести нарушение правил электробезопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время при мониторинге гидротехнических сооружений геодезическими методами применяются различные методы измерений и приборы. Наблюдения характеризуют состояние сооружения за весь период его действия.

При проектировании и выполнении измерений всегда используются методы, позволяющие повысить производительность работ и точность измерений смещений. Эти задачи решаются внедрением в практику автоматизированных систем мониторинга деформаций ГТС .

В работе общие сведения о работе автоматизированной системы Leica Geo-Mos. Эта система позволяет выполнять автоматизированные измерения с большим числом, как геодезических приборов, так и геотехнических датчиков. Одним из достоинств является удаленный доступ к данным измерений в режиме реального времени.

В работе большое внимание уделено традиционным методам определения деформаций, таким как линейно-угловые сети, створные измерения, прямые и обратные отвесы, геометрическое нивелирование, гидростатическое нивелирование.

В работе на примере гидротехнических сооружений Новосибирской ГЭС выполнении анализ результатов определения горизонтальных и вертикальных смещений гидротехнических сооружений геодезическими методами. Подробно рассмотрены методы измерений деформаций и камеральной обработки. Автор выполнил предрасчет точности определения координат опорных пунктов линейно-угловой сети различных вариантов. Анализ данных предрасчета показал, что введение в сеть дополнительных направлений существенно не увеличивают точность сети.

Кроме того в работе рассмотрена организация работ на объекте, выполнен расчет сметной стоимости. Большое внимание уделено рассмотрению вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Текст] / СТО 17330282.27.140.003-2008. (СТО – стандарт организации). Утвержден ОАО РАО «ЕЭС России».
- 2 Гидроэлектростанции в зонах с высокой сейсмической активностью. Геодинамический мониторинг гидротехнических сооружений. Нормы и требования [Текст] / СТО НП "ИНВЭЛ" от 04 декабря 2009 года №70238424.27.140.032-2009 / СТО 70238424.27.140.032-2009 / Приказ НП "ИНВЭЛ".
- 3 Гидротехнические сооружения. Основные положения. [Текст] / СП 58.13330.2012; 01.01.2013г.
- 4 Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий [Текст]: монография / Жуков, Б. Н. - Новосибирск: СГГА, 2003. – 356 с.
- 5 Геодезические работы в строительстве [Электронный ресурс] / СНиП 3.01.03-84. –М., 1985. Режим доступа:
- 6 Инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений Новосибирской ГЭС [Текст] – Новосибирская ГЭС, 2007. – 37 с.
- 7 Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга безопасности гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях [Текст] / рд 03-417-01 Москва, 2002.16.
- 8 Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений [Текст] / РД 153-34.2-21.342-00. – М.: 2001. – 24с.
- 9 Методические указания по составу и периодичности эксплуатационного контроля за состоянием гидротехнических сооружений гидравлических и тепловых электростанций [Текст] / РД 34.21.341-88. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

10 Оценка состояния Саяно-Шушенской плотины в период нормальной эксплуатации по данным геодезических измерений [Текст] / А. П. Карпик, Н. И. Стефаненко // ГЕО-Сибирь-2009: сб. материалов V Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2009», 20-24 апр. 2009 г., Новосибирск.– Новосибирск: СГГА, 2009.– Т. 1, Ч. 1.– С. 61-73.

11 Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений [Текст]: – М.: Стройиздат, 1973. – 195 с.

12 Плотины бетонные и железобетонные [Текст] / СНиП 2.06.06-85. М.ЦИТП Госстроя СССР. Москва. 1986 г.

13 Плотины из грунтовых материалов [Текст] / СНиП 2.06.05-84. Госстрой СССР. Москва. 1991 г.

14 Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций [Электронный ресурс] РД.153-34.0-03.205-2001. Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/gost/2/RD>

15 Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами [Текст] / А. А. Карлсон.– М.: Энергия, 1980.– 200 с.

16 Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами [Текст]– М.: ЦНИИОМТП, Стройиздат, 1981.– 56 с.

17 Стандарт организации ОАО РАО "ЕЭС России" гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Текст] / СТО 17330282.27.140.003-2008.

18 Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций [Текст] / П 79-2000 (УТВ. РАО "ЕЭС РОССИИ" 27.03.2000). Правовые акты России.

19 Трудовой кодекс [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.roskodeks.ru/>

6
1

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

**СХЕМА ЛИНЕЙНО-УГЛОВОЙ СЕТИ И СТВОРОВ НОВОСИБИРСКОЙ
ГЭС**

СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ И
ОПОРНЫХ ПУНКТОВ СООРУЖЕНИЙ ГЭС

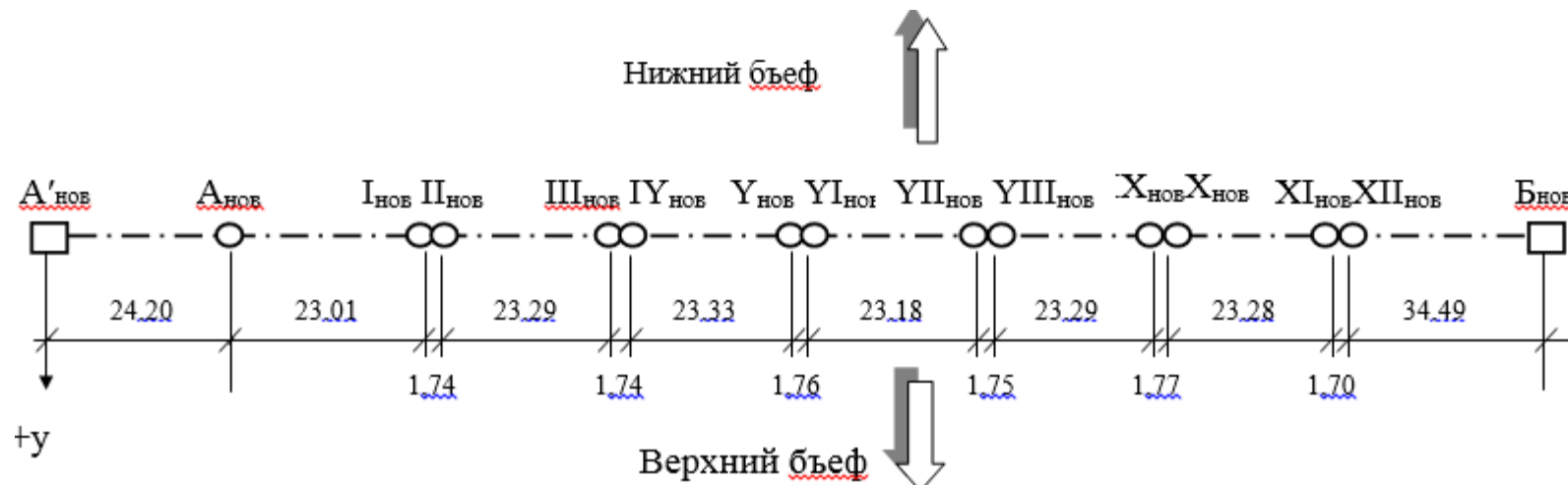


Рисунок Б.1 - Схема размещения опорных и контрольных пунктов створа А-Б

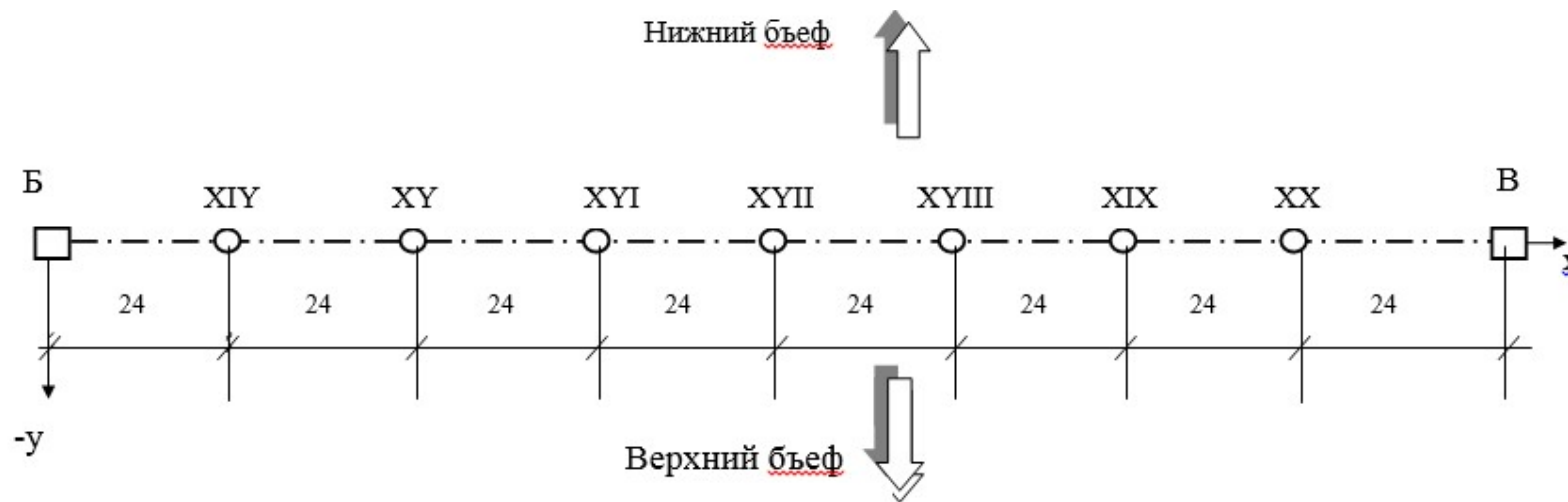


Рисунок Б.2 - Схема размещения опорных и контрольных пунктов створа Б-В

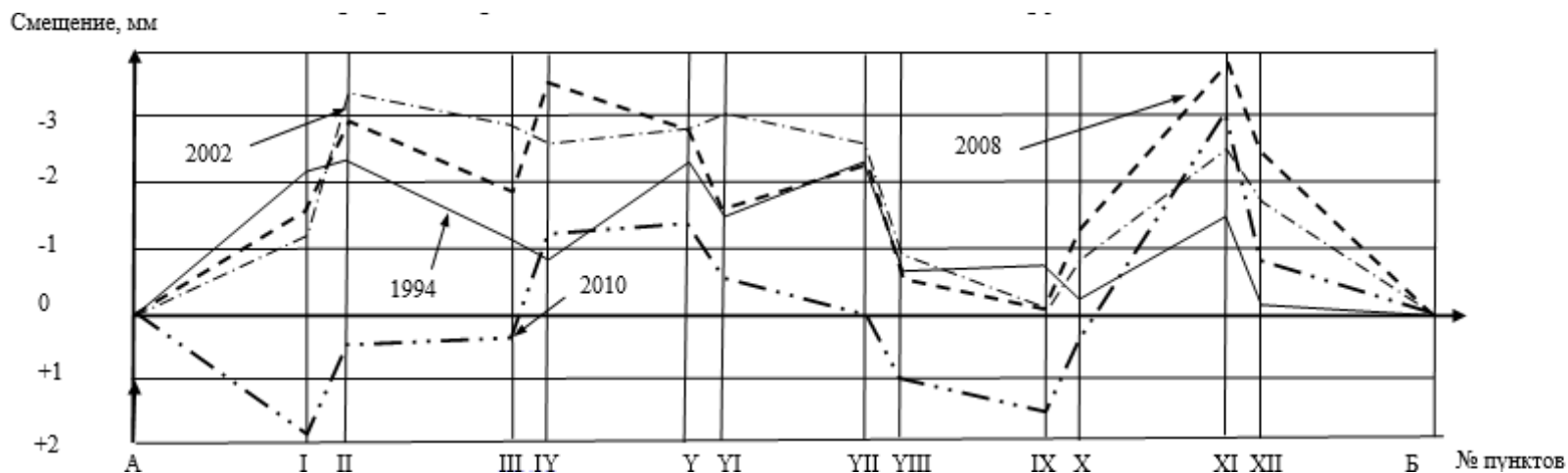


Рисунок В.1 – График смещений бычков низового фасада здания ГЭС

Таблица В.1 – Величины горизонтальных смещений бычков низового фасада здания ГЭС

№ пунктов	A	I II	III IV	V VI	VII VIII	IX X	XI XII	Б
За время с 24.11.1994 по 26.09.1997 г., мм	0	-2,0 -2,8	-1,7 -1,6	-1,9 -1,7	-2,1 -0,4	-0,4 -0,6	-1,5 +0,3	0
За время с 24.11.1994 по 09.09.2002 г., мм	0	-1,2 -3,5	-2,8 -2,6	-2,8 -3,0	-2,6 -0,9	-0,1 -0,9	-2,6 -1,8	0
За время с 24.11.1994 по 20.10.2008 г., мм	0	-1,3 -2,9	-1,9 -3,5	-2,8 -1,6	-2,1 -0,5	-0,2 -1,3	-3,8 -2,5	0
За время с 24.11.1994 по 20.10.2010 г., мм	0	+1,9 +0,5	+0,3 -1,2	-1,3 -0,6	0,0 +1,0	+1,6 +0,3	-3,0 -0,8	0
Расстояние между марками, м	21,5	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	17,5	12,5
	2,0		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	

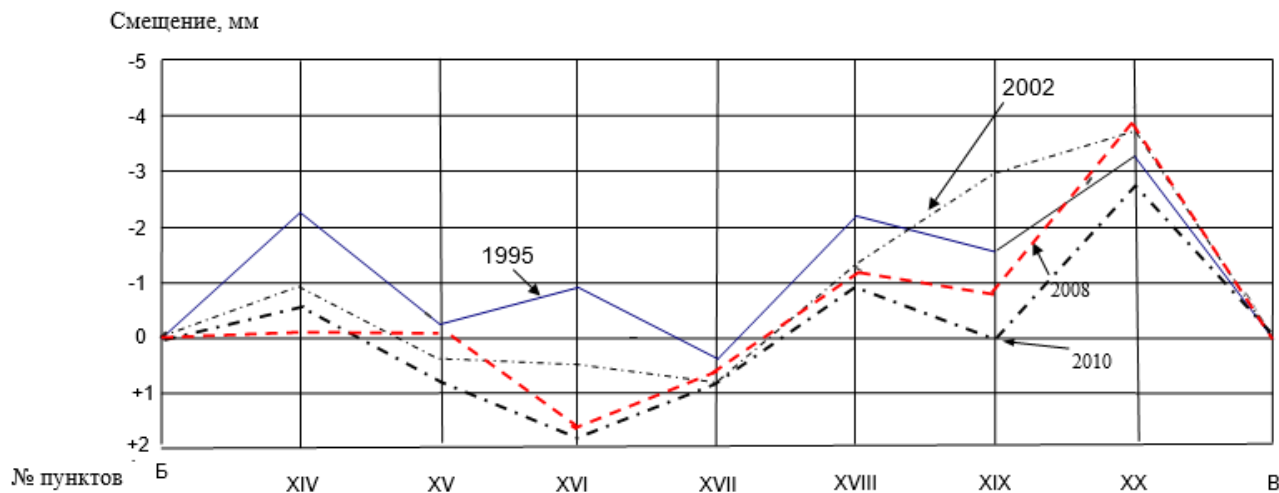


Рисунок В.2 – График горизонтальных смещений бычков водосливной плотины со стороны нижнего бьефа

Таблица В.2 – Величины горизонтальных смещений

№ пунктов	Б	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	В
За время с 9.1959 г. по 9.1995 г., мм	0	-2,26	-0,25	-0,90	+0,37	-2,19	-1,56	-3,27	0
За время с 9.1959 г. по 9.2002 г., мм	0	-0,93	+0,59	+0,65	+0,85	-1,31	-1,30	-3,58	0
За время с 9.1959 г. по 10.2008 г., мм	0	-0,1	-0,1	+1,7	+0,7	-1,2	-0,8	-3,9	0
За время с 9.1959 г. по 10.2010 г., мм	0	-0,6	+0,8	+1,8	+0,8	-0,9	0,0	-2,6	0
Расстояния, м	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Номера бычков	Разд.	1	2	3	4	5	6	7	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

ВЕДОМОСТИ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ

Таблица Г.1 - Ведомость оценки точности положения пунктов для схемы без исключения сторон

Пункт	М	Мх	Му	a	b	α
1	2	3	4	5	6	7
А	0,0015	0,0011	0,0009	0,0013	0,0007	34°19'48,8
Б	0,0016	0,0014	0,0008	0,0014	0,0008	12°49'56,1
В	0,0018	0,0015	0,0009	0,0015	0,0009	2°22'39,79

Таблица Г.2 - Ведомость оценки точности положения пунктов для схемы с исключением стороны А – Правобережный.

Пункт	М	Мх	Му	a	b	α
1	2	3	4	5	6	7
А	0,0015	0,0012	0,0009	0,0013	0,0007	34°40'54,1
Б	0,0017	0,0014	0,0009	0,0015	0,0009	12°05'14,5
В	0,0019	0,0015	0,0011	0,0015	0,0011	1°19'21,00

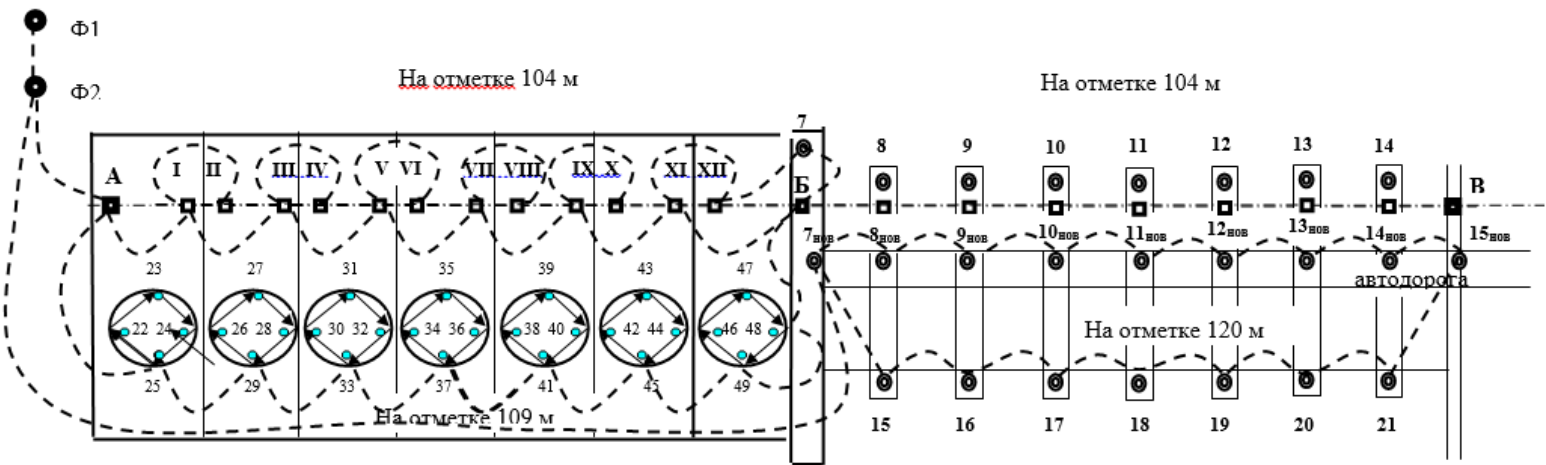
Таблица Г.3 - Ведомость оценки точности положения пунктов для схемы с исключением сторон Б – Правобережный и А – Правобережный.

Пункт	М	Мх	Му	a	b	α
1	2	3	4	5	6	7
А	0,0015	0,0012	0,0009	0,0014	0,0007	31°18'50,8
Б	0,0017	0,0014	0,0009	0,0014	0,0009	11°36'51,3
В	0,0018	0,0015	0,0010	0,0015	0,0010	1°32'12,88

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

СХЕМА НИВЕЛИРОВАНИЯ МАРОК, РЕПЕРОВ И КОНТРОЛЬНЫХ ЗНАКОВ НА СООРУЖЕНИЯХ НОВОСИБИРСКОЙ ТЭС



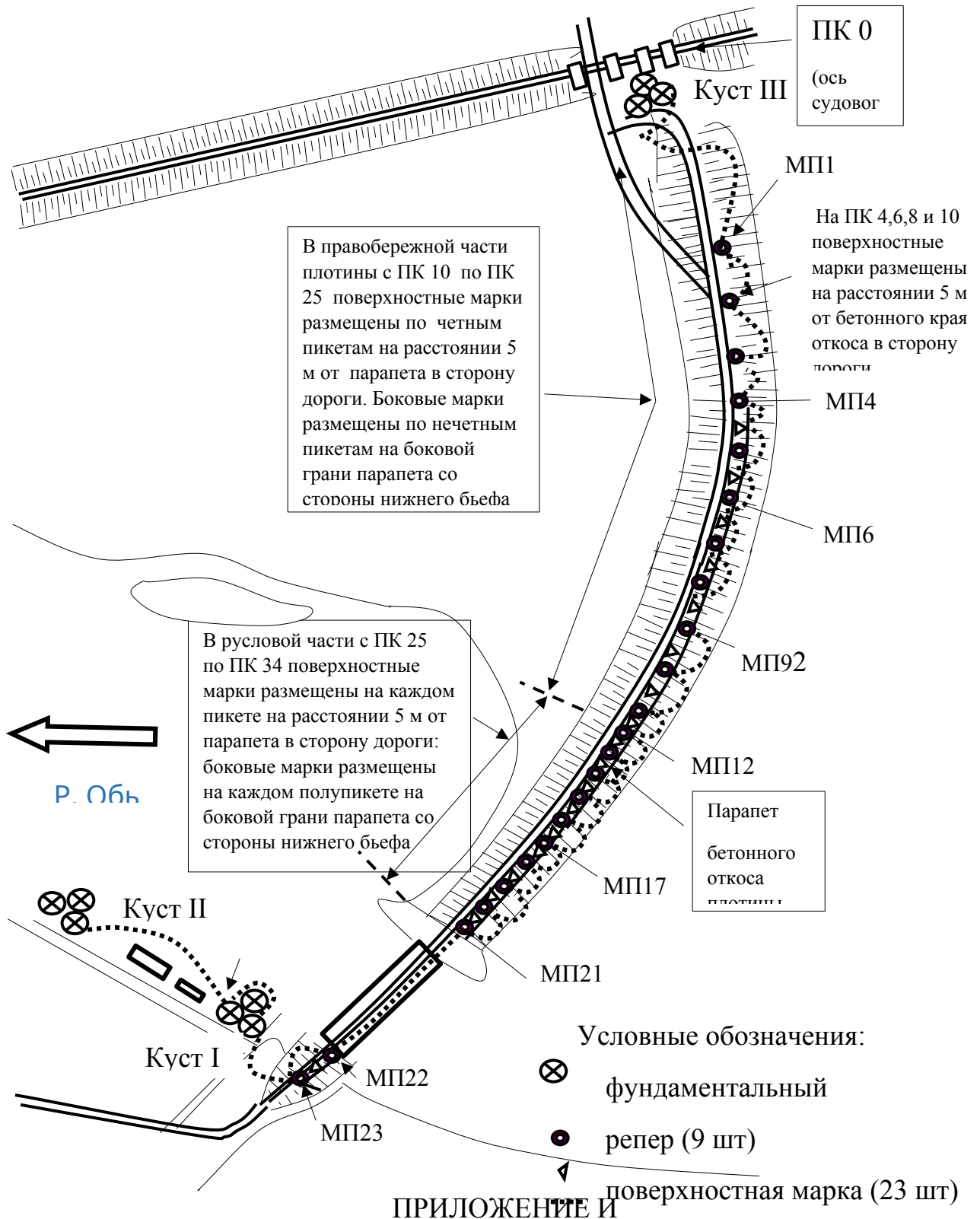
Условные обозначения:

- Контрольные пункты створа;
- Опорные пункты створа;

- Фундаментальные реперы;
- Контрольные реперы;

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

СХЕМА НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГРУНТОВЫХ И БОКОВЫХ
МАРОК НА ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЕ

(обязательное)

ГРАФИКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЯ БЛОКОВ ТУРБИННОГО ЗАЛА

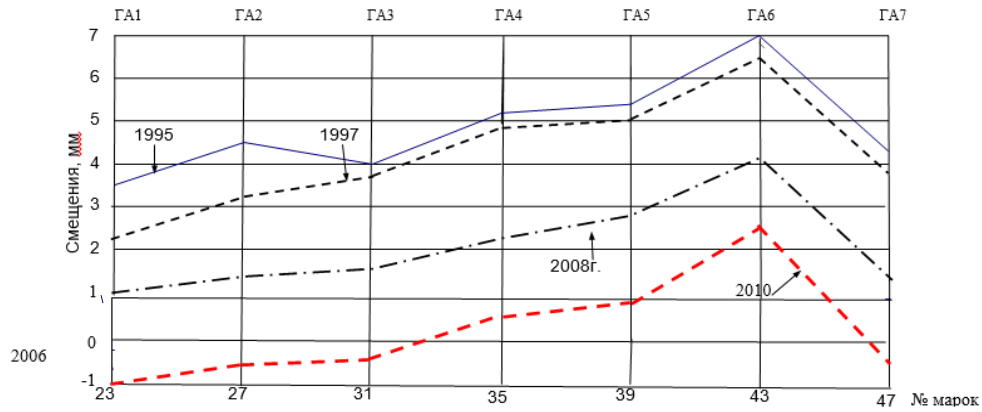


Рисунок И.1 - График вертикальных смещений блоков турбинного зала, составленный по маркам, установленным на блоках агрегатов со стороны нижнего бьефа.

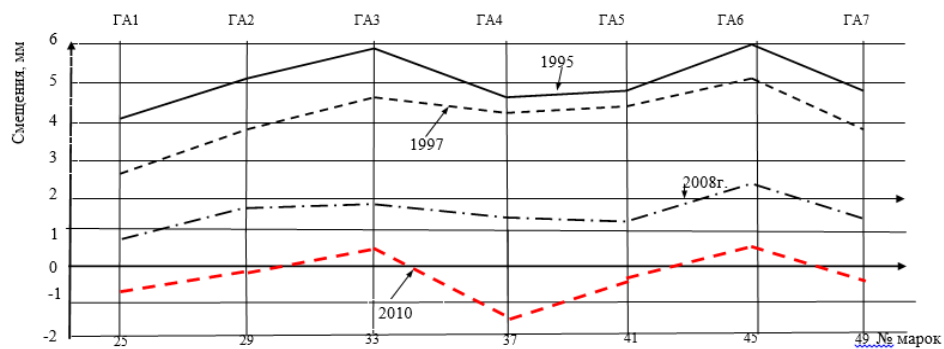


Рисунок И.2 – График вертикальных смещений блоков турбинного зала, составленный по маркам, установленным на блоках агрегатов со стороны верхнего бьефа

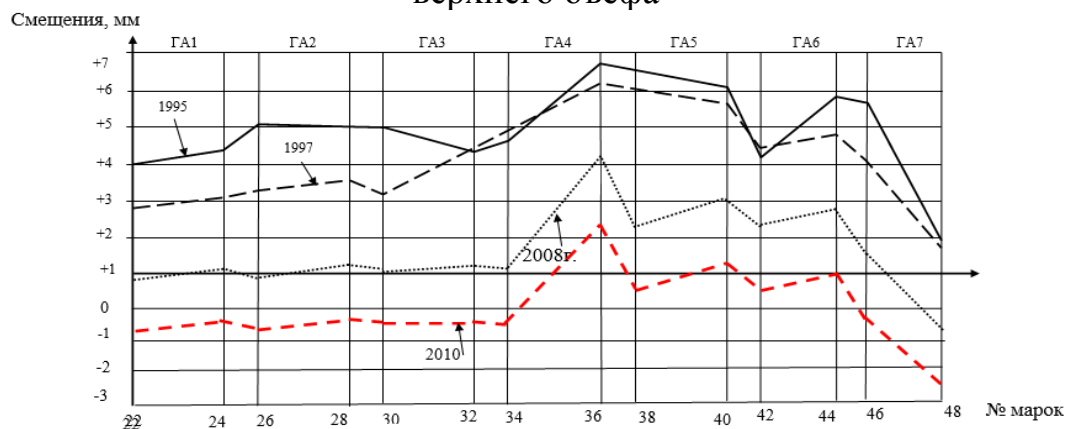


Рисунок И.3 - График вертикальных смещений блоков турбинного зала, составленный по маркам, установленным по оси агрегатов

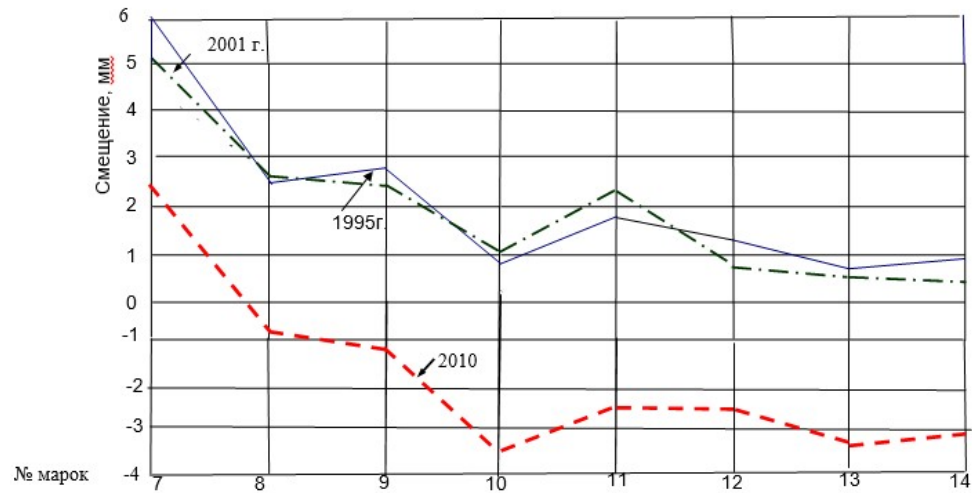


Рисунок К.1 - Графики вертикальных смещений бычков водосливной плотины со стороны нижнего бьефа

Таблица К.1 - Величины вертикальных смещений бычков водосливной плотины со стороны нижнего бьефа

№ пунктов	7	8	9	10	11	12	13	14
За время с 11.1959 г. по 9.1995 г., мм	+6,0	+2,5	+2,8	+0,8	+1,8	+1,3	+0,7	+0,9
За время с 11.1959 г. по 10.2001 г., мм	+5,1	+2,6	+2,4	0,0	+1,3	+0,8	+0,5	+0,4
За время с 11.1959 г. по 10.2010г.мм	+2,4	-0,9	-1,2	-3,5	-2,5	-2,5	-3,3	-3,1
Расстояние, м		24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Название сооружений	Раздел бычок	1 бычок	2 бычок	3 бычок	4 бычок	5 бычок	6 бычок	7 бычок

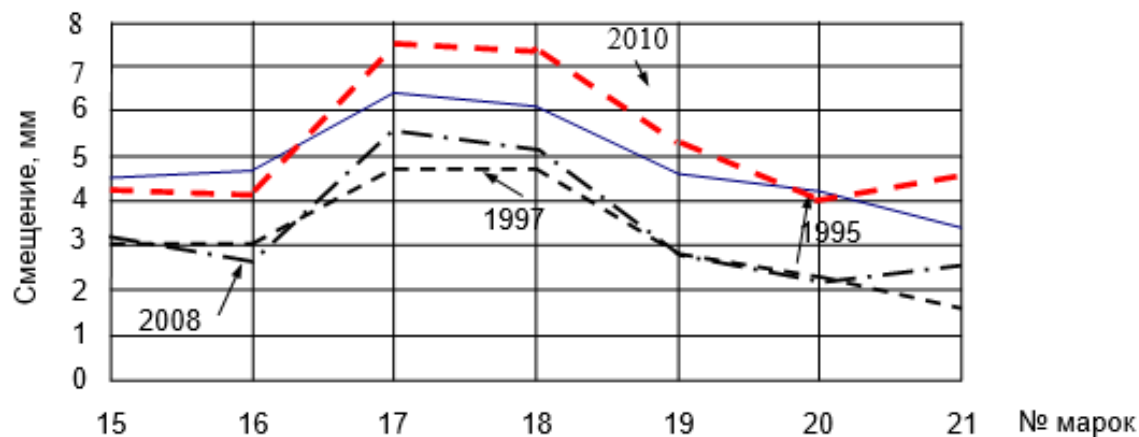


Рисунок К.2 - Графики вертикальных смещений бычков водосливной плотины со стороны верхнего бьефа

Таблица К.2 - Величины вертикальных смещений бычков водосливной плотины со стороны верхнего бьефа

№ пунктов	15	16	17	18	19	20	21
За время с 11.1959 г. по 9.1995 г., мм	+4,5	+4,7	+6,4	6,1	+4,6	+4,2	+3,4
За время с 11.1959 г. по 9.1997 г., мм	+3,0	+3,0	+4,7	+4,7	+2,8	+2,3	+1,6
За время с 11. 1959 г. по 10.2008 г., мм	+3.1	+2,7	+5,5	+5,2	+2,9	+2,2	+2,6
За время с 11. 1959 г. по 10.2010г., мм	+4.2	+4,1	+7,5	+7,3	+5,2	+4,0	+4,5
Расстояние, м	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Название сооружений	1 бычок	2 бычок	3 бычок	4 бычок	5 бычок	6 бычок	7 бычок

СМЕТА НА ВЫПОЛНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Таблица Л - Сметный расчет на выполнение работ по наблюдению за деформациями ГТС

Виды работ	Обоснование цен	Категория сложности	Ед.измер.	Цена ед. раб. Руб.	Поправочные коэффициенты			Стоимость ед. с учетом коэф.	Объем работ	Стоимость работ, руб.
Полевые и камеральные работы										
Нивелирование I класса (контроль высотной основы)	СБЦ-2006 Часть 1, табл. 9, п.2	1	1 станция	$\frac{143}{134}$	1,25	1,1 1,1	1,2	196,63 147,40	75 75	14746,88 11055,00
Нивелирование II класса	СБЦ-2006 Часть 1, табл. 9, п.2	2	1 станция	$\frac{136}{122}$	1,25	1,1 1,1		187,00 134,20	170 170	31790,00 22814,00
Наблюдение створных знаков, установленных на бетонных сооружениях	СБЦ-2006 Часть 1, табл. 9, п.12	2	1 знак	$\frac{509}{221}$	1,25	1,1 1,1		699,88 243,10	19 19	13297,63 4618,90
Наблюдение пунктов опорной геодезической сети	СБЦ-2006 Часть 1, табл. 8, п.1	2	пункт	$\frac{14423}{5651}$	1,25	1,1 1,1	0,7	12620,13 6216,10	6 6	75720,75 37296,60
Итого полевых										211339,75
Внутрен. Транспорт 13.75% (табл. 4, п.5 СБЦ-2006										29059,22
Орглики 6% (Общие указания, п. 13, СБЦ-2006										14423,94
Всего по работам										254822,90

