

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ _____
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2021г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ
ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	_____	_____	<u>М.Ф. Носков</u>
	подпись, дата	должность, научная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____	_____	<u>Р.А. Эльканов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	_____	<u>М.С. Ахкубеков</u>
	подпись, дата	должность	инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	_____	_____	<u>А.А. Чабанова</u>
	подпись, дата	должность	инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

В магистерской работе рассмотрены различные подходы к построению уникальных инженерно-технических сооружений, которые возрастают и продолжает увеличиваться и для этих целей применяется различное комплексное оборудование, как отдельные устройства, так и комплексные системы контроля технического состояния сооружений. Они включают множество предложений по использованию автоматических датчиков, выполняющих диагностику деформаций в режиме реального времени. На сегодняшний день представлено большое количество решения задач, связанных с наблюдениями за деформациями гидротехнических сооружений, как с помощью традиционных методов, так и с применением современных спутниковых методов.

Цель магистерской диссертации заключается в анализе технологий геодезических измерений при определении деформаций гидротехнических сооружений

Задачи, поставленные для решения в данной работе: Основная задача проанализировать методы определения осадок и горизонтальных смещений гидротехнических сооружений, различными способами;

- выполнить экспериментальные геодезические измерения с помощью электронного тахеометра Leica TPC1201 и программного обеспечения GeoMoS;

- выполнить анализ полученных данных и дать рекомендации по методике натурных измерений.

Ключевые слова: гидростанция, грунтовая плотина, натурные наблюдения, измерения, критериальные значения, декларация безопасности.

АВТОРЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации: Метод геодезических измерений при определении деформации гидротехнических сооружений

Объектом исследования при написании работы представлено большое количество решения задач, связанных с наблюдениями за деформациями гидротехнических сооружений, как с помощью традиционных методов, так и с применением современных спутниковых методов

Предметом исследования является анализом технологий геодезических измерений при определении деформаций гидротехнических сооружений.

Актуальность работы. В современном мире количество уникальных инженерно-технических сооружений резко возросло и продолжает увеличиваться. Непрерывно идет строительство жилых и административных зданий, возводятся мосты, расширяются сети дорожных сообщений. Рост числа инженерных объектов, безусловно, увеличивает риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Параллельно с возведением новых сооружений происходят и другие процессы - старение и разрушение уже существующих инженерно-технических объектов, таких как гидротехнические сооружения (ГЭС, мосты, дамбы и т.д.).

Актуальность работы представлено большое количество решения задач, связанных с наблюдениями за деформациями гидротехнических сооружений, как с помощью традиционных методов, так и с применением современных спутниковых методов.

Целями настоящей работы являются:

- проанализировать методы определения осадок и горизонтальных смещений гидротехнических сооружений, различными способами;
- выполнить экспериментальные геодезические измерения с помощью электронного тахеометра LeicaTPCR 1201 и программного обеспечения GeoMoS;
- выполнить анализ полученных данных и дать рекомендации по методике натурных измерений

Дальнейшее развитие работы: Работа может послужить основой к применению для методов анализом технологий геодезических измерений при определении деформаций гидротехнических сооружений.

Практическое применение: В ходе диссертационной работы были выполнены все поставленные задачи. Выполнен анализ методов по определению осадок и горизонтальных смещений. Из анализа следует, что на данный момент наилучшим методом является комбинированный метод наблюдений за деформациями, который включает современные методы с применением спутниковых технологий, электронных тахеометров и датчиков наклона

ABSTRACT

The topic of the master's thesis: The method of geodetic measurements in determining the deformation of hydraulic structures

The object of research in writing the work presents a large number of solutions to problems related to observations of deformations of hydraulic structures, both using traditional methods and using modern satellite methods

The subject of the research is the analysis of geodesic measurement technologies in determining the deformations of hydraulic structures.

Relevance of the work. In the modern world, the number of unique engineering structures has increased dramatically and continues to increase. Residential and administrative buildings are being built continuously, bridges are being built, and road networks are being expanded. The increase in the number of engineering facilities, of course, increases the risk of man-made emergencies. In parallel with the construction of new structures, other processes occur - aging and destruction of existing engineering and technical objects, such as hydraulic structures (hydroelectric power stations, bridges, dams, etc.).

Relevance of the work a large number of solutions to problems related to observations of deformations of hydraulic structures, both using traditional methods and using modern satellite methods, are presented.

The objectives of this work are:

- to analyze methods for determining sediments and horizontal displacements of hydraulic structures, in various ways;
- perform experimental geodetic measurements using the LeicaTPCR 1201 electronic total station and software GeoMoS;
- perform an analysis of the obtained data and give recommendations on the method of full-scale measurements

Further development of the work: The work can serve as a basis for the use of methods for the analysis of geodetic measurement technologies in determining the deformations of hydraulic structures.

Practical application: In the course of the dissertation work, all the tasks were completed. Methods for determining sediments and horizontal displacements are analyzed. I

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ методов геодезических измерений при определении деформаций гидротехнических сооружений.....	7
1.1 Анализ методов геодезических измерений при определении осадок.....	7
1.1.1 Анализ определения осадок методом геометрического нивелирования	7
1.1.2 Анализ определения осадок методом тригонометрического нивелирования	10
1.1.3 Анализ определения смещений плотин с помощью автоматизированных систем мониторинга.....	12
2 Анализ методики геодезических измерений при мониторинге гидротехнических сооружений.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	39
ПРИЛОЖЕНИЕ А	40

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире количество уникальных инженерно-технических сооружений резко возросло и продолжает увеличиваться. Непрерывно идет строительство жилых и административных зданий, возводятся мосты, расширяются сети дорожных сообщений. Рост числа инженерных объектов, безусловно, увеличивает риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Параллельно с возведением новых сооружений происходят и другие процессы - старение и разрушение уже существующих инженерно-технических объектов, таких как гидротехнические сооружения (ГЭС, мосты, дамбы и т.д.). Некоторые из этих объектов ежедневно воспринимают механические воздействия, приводящие не только к сверхнормативным напряжениям, но и недопустимым частотно амплитудным колебаниям. Важная задача эксплуатационной безопасности гражданских и промышленных сооружений - непрерывный контроль напряженно деформированного состояния их несущих конструкций.

Для этих целей применяется различное комплексное оборудование, как отдельные устройства, так и комплексные системы контроля технического состояния сооружений. Они включают множество предложений по использованию автоматических датчиков, выполняющих диагностику деформаций в режиме реального времени.

На сегодняшний день представлено большое количество решения задач, связанных с наблюдениями за деформациями гидротехнических сооружений, как с помощью традиционных методов, так и с применением современных спутниковых методов.

Главной целью данной дипломной работы является анализ технологий геодезических измерений при определении деформаций гидротехнических сооружений.

Для наиболее полного решения задачи и достижения поставленной цели в работе поставлены следующие задачи:

- проанализировать методы определения осадок и горизонтальных смещений гидротехнических сооружений, различными способами;
- выполнить экспериментальные геодезические измерения с помощью электронного тахеометра LeicaTPCR 1201 и программного обеспечения GeoMoS;
- выполнить анализ полученных данных и дать рекомендации по методике натуральных измерений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача наблюдения за деформациями гидротехнических сооружений являются актуальной с того момента, как данные сооружения начинают возводиться. На данный момент существует большое разнообразие способов за наблюдениями деформаций, позволяющих с различной точностью выполнять поставленную задачу. Однако развитие технологий позволяет применять новые методы, и их необходимо изучать.

В ходе диссертационной работы были выполнены все поставленные задачи. Выполнен анализ методов по определению осадок и горизонтальных смещений. Из анализа следует, что на данный момент наилучшим методом является комбинированный метод наблюдений за деформациями, который включает современные методы с применением спутниковых технологий, электронных тахеометров и датчиков наклона.

В работе были выполнены экспериментальные измерения с помощью электронного тахеометра LeicaTPCR 1201 и программного обеспечения GeoMoS. Анализ результатов измерений LeicaTPCR 1201 показал, что точность автоматического наведения на отражатель соответствует паспортному значению. При моделировании натуральных измерений установлено, что наибольшее влияние конвекция воздуха оказывает на угловые измерения, поэтому рекомендуется при мониторинге использовать только измерение линий. Также были выполнены экспериментальные измерения с применением специального программного обеспечения GeoMoS. Анализ результатов показал что для расстояний около двадцати метров от тахеометра до отражателя точность определения координат и отметок контрольных точек не превышает 0,1 мм. Кроме того были выполнены измерения с помощью датчиков наклона Nivel 220. Данные измерения показали высокую стабильность работы датчиков. Кроме того была выполнена оценка точности измерений спутниковыми приемниками на плотине Новосибирской ГЭС. Анализ результатов вычислений показал, что СКП измерения базовых линий не превышают одного мм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новак В.Е. Курс инженерной геодезии [Текст] : учебник для вузов / Москва: Недра, 1989. - 432 с.
2. Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами [Текст]. - Москва: Энергия, 1980. - 201 с.
3. Общественная организация «Союз маркшейдеров России» проект [Электронный ресурс]. - Режим допуска: <http://akt-zakon.ru>
4. Методы и средства измерений при установке конструкций в плановом положении [Электронный ресурс]. - Режим допуска: <http://studopedia.su>
5. LeicaTPS1200+ Справочник по использованию системы [Текст]. - Швейцария, 2007.
6. Скрипников, В. А. К вопросу модернизации плановой сети для определения деформаций плотин ГЭС / В. А. Скрипников, М. А. Скрипникова // Геодезия и картография. – 2012. - № 1. – С. 4-7;

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись инициалы, фамилия
«21» июня 2021г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ
ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	 подпись, дата	 должность, научная степень	<u>М.Ф. Носков</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u>18.06.2021</u> подпись, дата		<u>Р.А. Эльканов</u> инициалы, фамилия
Рецензент	<u>10.06.2021</u> подпись, дата	 должность	<u>М.С. Ахкубеков</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	<u>21.06.21</u> подпись, дата	 должность	<u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021