

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

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

« ____ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка критериев безопасности Нива ГЭС-2

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	_____	доцент кафедры ГТС и ГМ канд. техн. наук	<u>Е. Ю. Затева</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	должность, ученая степень	
Выпускник	_____		<u>И.Э. Черкесов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		
Рецензент	_____	ведущий инженер СМ ГТС СШГЭС	<u>Е.Н. Решетникова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	должность, ученая степень	
Нормоконтролер	_____		<u>А. А. Чабанова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		

Саяногорск; Черёмушки 2021

АННОТАЦИЯ

Напорные ГТС являются объектами повышенной опасности, аварии которых могут создать чрезвычайные ситуации, привести к значительным ущербам, а также к человеческим жертвам. Актуальной проблемой в России и зарубежных странах является обеспечение безопасности гидротехнических сооружений. Огромную опасность представляют аварии и разрушения больших плотин и водохранилищ, т.к. с увеличением высоты плотин и объемов водохранилищ возрастает степень риска, которому подвергается население, хозяйственные и природные объекты в НБ гидроузлов.

В данной работе предложено использовать метод расчета положения депрессионной кривой, а также расчет устойчивости низового откоса грунтовой плотины. Результаты расчетов позволят определить фактическое состояние плотины. Далее построены математические модели. На основе выполненных расчетов и назначаются критериальные значения, и делаются выводы о работе сооружения и даются рекомендации по поддержанию работоспособности оборудования.

Ключевые слова: мониторинг, гидротехнические сооружения, диагностика, критерии безопасности, кривая депрессии.

АВТОРЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации: Разработка критериев безопасности Нива ГЭС-2

Объектом исследования при написании работы являются количественные показатели, полученные в результате проведения натурных наблюдений за грунтовой плотиной головного узла Нива-ГЭС-2

Предметом исследования послужило воздействие фильтрации на тело плотины, уровень фильтрации через тело плотины.

Актуальность работы. Гидротехнические сооружения имеют высокий уровень ответственности. Аварии на них могут сопровождаться большими ущербами экономического, социального и экологического характера. Несомненно, возможность аварий и разрушений плотин не может быть сведена к нулю. Следовательно, при проектировании, строительстве и эксплуатации плотин основной задачей является сведение риска аварий к минимуму. Для этого нужно следить за количественными и качественными показателями состояния гидротехнических сооружений, соответствия их допустимому уровню риска аварий на ГТС.

Актуальность разработки критериев безопасности обоснована тем, что на головном узле Нива ГЭС-2 критериальные показатели по некоторым пьезометрам не установлены. Поэтому возникла необходимость в разработке и назначении критериальных значений.

Целями настоящей работы являются:

Оценка технического состояния земляной плотины с левобережной дамбой, разработка технических решений для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации, включая разработку критериев безопасности.

Для реализации данных целей в работе поставлены следующие **задачи**:

- Изучить методики определения критериев безопасности;
- Изучить состав контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), установленной на гидроузле;

-Собрать материалы натурных наблюдений различных контролируемых параметров;

-Выполнить фильтрационный расчет гидротехнического сооружения Нива ГЭС-2;

-Провести диагностику состояния земляной плотины;

-Разработать критерии безопасности.

Дальнейшее развитие работы: Работа может послужить основой к применению для диагностирования сооружения. И к дальнейшей автоматизации диагностики ГТС предложенным методом.

Практическое применение: Результаты работы могут применяться для прогноза поведения тех или иных параметров, в зависимости от внешних воздействий и для назначения критериальных значений диагностических показателей.

ABSTRACT

Master's thesis topic: Development of safety criteria for Niva GES-2

The object of the study when writing the work is the quantitative indicators obtained as a result of field observations of the soil dam of the head unit Niva GES-2

The subject of the study was the effect of filtration on the dam body, the level of filtration through the dam body.

The relevance of the work. Hydraulic structures have a high level of responsibility. Accidents on them can be accompanied by large economic, social and environmental damage. Undoubtedly, the possibility of accidents and dam destruction cannot be reduced to zero. Therefore, in the design, construction and operation of dams, the main objective is to minimize the risk of accidents. To do this, it is necessary to monitor the quantitative and qualitative indicators of the state of hydraulic structures, their compliance with the permissible level of risk of accidents at hydraulic structures. The relevance of the development of safety criteria is justified by the fact that at the head node of the Niva GES-2, the criterion indicators for some piezometers have not been established. Therefore, it became necessary to develop and assign criterion values.

The objectives of this work are:

Assessment of the technical condition of the earthen dam with the left-bank dam, development of technical solutions to ensure further safe operation, including the development of safety criteria.

To achieve these goals, the following tasks have been set in the work:

- To study the methods for determining the safety criteria;
- To study the composition of the control and measuring equipment, installed at the waterworks;
- Collect materials of field observations of various controlled parameters;
- Perform filtration calculation of the hydraulic structure of the Niva GES-2;
- Perform diagnostics of the condition of the earthen dam;
- Develop safety criteria.

Further development of the work: The work can serve as a basis for use for diagnosing a structure. And to further automation of the GTS diagnostics by the proposed method.

Practical application: The results of the work can be used to predict the behavior of certain parameters, depending on external influences and to assign criterion values of diagnostic indicators.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Общие сведения.....	10
1.1 Общие данные о ГТС Нива ГЭС-2	10
1.1.1 Плотина из грунтовых материалов.....	11
1.2 Задачи, направленные на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений	12
1.2.1 Ремонтные работы на ГТС	13
1.2.2 Критерии безопасности и эксплуатационные состояния гидротехнических сооружений	14
1.2.3 Данные о КИА грунтовой плотины.....	16
1.3 Сведения о натурных измерениях и наблюдениях за плотиной Нива ГЭС-2.....	17
1.3.1 Инструментальные наблюдения.....	17
2 Основная нормативная база по безопасности гидротехнических сооружений	19
2.1 Полномочия Правительства Российской Федерации в области безопасности гидротехнических сооружений.....	19
2.2 Общие требования к обеспечению безопасности гидротехнических сооружений	20
2.3 Основные понятия, содержащиеся в нормативно-технической документации по безопасности ГТС	21
2.4 Нормативно-техническая документация для разработки критериев безопасности.....	22
2.5 Показатели состояния ГТС	25
2.6 Выбор диагностических показателей.....	28
2.7 Обоснование состава диагностических показателей состояния сооружений	30
2.8 Разработка критериев безопасности ГТС в период строительства и эксплуатации.....	31

2.9 Анализ и оценка безопасности	32
3 Оценка состояния земляной плотины Нива ГЭС-2	34
3.1 Диагностические показатели состояния ГТС.....	34
3.2 Описание проблемы	36
3.3 Расчеты	38
3.4 Выводы и рекомендации	41
4 Диагностика состояния грунтовой плотины	42
4.1 Визуальное обследование.....	42
4.2 Проверочные расчеты	42
4.3 Выводы	45
5 Разработка критериев безопасности.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А Общие сведения о ГТС Нива ГЭС-2	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Анализ натуральных наблюдений	54
ПРИЛОЖЕНИЕ В Смоделированный провал грунта	55

ВВЕДЕНИЕ

ГТС являются сложными инженерными конструкциями. Размер, число гидротехнических сооружений растет постоянно. Поэтому своевременное выявление возможных отклонений от нормального состояния у ГТС приобретает особую актуальность, т.к. аварии связаны с крупными материальными потерями и гибелью людей, а крупные из аварий могут носить характер национальных бедствий.

Всего в России более десяти тысяч зарегистрированных ГТС. Из них только 44% имеют нормальный уровень безопасности, остальные 56% соответствуют пониженному, неудовлетворительному или опасному уровню безопасности.

В данной работе рассматривается диагностика состояния Нива ГЭС-2. Предлагается метод оценки состояния с помощью сравнения расчетной и эксплуатационных депрессионных кривых, а также с помощью расчета устойчивости низового откоса. Методы позволяют анализировать степень влияния различных факторов на изменение контролируемых параметров и назначить критерии безопасности сооружений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены вопросы, связанные с диагностикой состояния гидротехнических сооружений.

В качестве рассматриваемого гидротехнического сооружения была выбрана грунтовая плотина Нива ГЭС-2 проанализированы основные способы контроля за состоянием ГТС и предложены методы, которые должны способствовать безаварийной эксплуатации сооружения.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

- Была рассмотрена контрольно-измерительная аппаратура, используемая для мониторинга состояния плотины Нива ГЭС-2. Изучены контролируемые и диагностические параметры (количественные и качественные).

- Произведены расчеты по уравнению Дюпюи кривой депрессии. Собранные и проанализированные данные говорят нам о том, что плотина надежно работает на протяжении длительной эксплуатации. Также на основе данного расчета можно утверждать о том, что авария произошедшая в 2016 г. никак не связана с кривой депрессии.

- На основании расчета устойчивости низового откоса построены математические модели, позволяющие нам изучить поведение плотины при том или ином нерасчетном случае, а также с высокой степенью достоверности прогнозировать поведение сооружения.

- Даны рекомендации по контролю состояния ГТС, направленные на повышение ее надежности. Результаты выполненных исследований значительно упрощают оценку технического состояния ГТС и делают ее более объективной, а также уменьшают вероятность аварии.

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





«18» 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка критериев безопасности Нива ГЭС-2

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	 подпись, дата	доцент кафедры ГТС и ГМ канд. техн. наук	<u>Е. Ю. Затеева</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата	должность, ученая степень	<u>И.Э. Черкесов</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	ведущий инженер СМ ГТС СШГЭС	<u>Е.Н. Решетникова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	должность, ученая степень	<u>А. А. Чабанова</u> инициалы, фамилия

Саяногорск; Черёмушки 2021