

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

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.А. Ачитаев

подпись, инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

**РАЗРАБОТКА ДЕКЛАРАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ КРАСНОЯРСКОЙ
ГЭС**

| | | | |
|---------------------------|-------|---|---|
| Научный руководи- тель | _____ | <u>ст. преподаватель</u> <u>Саяно-Шушенского</u> <u>филиала СФУ</u> должность | <u>Т.Ю. Толошинова</u> инициалы, фамилия |
| Выпускник | _____ | | <u>И.Л. Горбатов</u> инициалы, фамилия |
| Рецензент | _____ | <u>Инженер-гидротехник</u> <u>2 категории ООО «ГЭС</u> <u>Сибири» в г. Красноярске</u> должность | <u>А.А. Костин</u> инициалы, фамилия |
| Нормоконтролёр | _____ | | <u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия |

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

Гидротехнические сооружения представляют собой сложные инженерные конструкции, которые оказывают значительное влияние на формирование хозяйственного и культурного облика целых районов, преобразуют их природные условия. Напорные ГТС являются объектами повышенной опасности, аварии которых могут создать чрезвычайные ситуации, привести к значительным ущербам, а также к человеческим жертвам. Число и размеры гидротехнических сооружений растут, происходит развитие хозяйственного освоения районов, находящихся в зоне влияния крупных гидроузлов. Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что проблема обеспечения безопасности ГТС остается актуальной в России и в зарубежных странах. Чрезвычайную опасность представляют аварии и разрушения больших плотин и водохранилищ, так как из-за больших объемов водохранилищ повышается степень риска, которому подвергаются население, хозяйственные и природные объекты в нижнем бьефе гидроузлов.

Ключевые слова: декларация безопасности, гидротехническое сооружение, критерии безопасности, многофакторный анализ.

АВТОРЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации: «Разработка декларации безопасности Красноярской ГЭС».

Актуальность: Гидротехнические сооружения представляют собой сложные инженерные конструкции, которые оказывают значительное влияние на формирование хозяйственного и культурного облика целых районов, преобразуют их природные условия. Напорные ГТС являются объектами повышенной опасности, аварии которых могут создать чрезвычайные ситуации, привести к значительным ущербам, а также к человеческим жертвам. Продолжающиеся аварии и аварийные ситуации на плотинах, особенно высоких, говорят о том, что еще не все факторы, обеспечивающие надежность сооружений выявлены и учтены.

Цель работы: разработать декларацию безопасности гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС, провести расчет вероятности вреда в результате аварии гидротехнического сооружения.

Основные задачи:

- Изучить документы, которыми регулируется безопасность гидротехнических;
- Изучить этапы проведения декларирования безопасности гидротехнических сооружений;
- Собрать материалы натурных наблюдений различных контролируемых параметров;
- Выполнить расчет вероятного вреда;
- Подготовить декларацию безопасности и сведения в регистр гидротехнических сооружений.

Объект исследования: Красноярская гидроэлектростанция.

Содержание работы: в данной работе для Красноярской ГЭС выполнена последовательность разработки декларации безопасности, расчет вероятности

вреда в результате аварии гидротехнического сооружения, декларация безопасности гидротехнических сооружений.

Дальнейшее развитие работы: в дальнейшем данная работа может послужить основой к применению предложенной структуризации объекта для диагностирования сооружений и разработки декларации безопасности.

Практическое применение: результаты данной работы могут применяться при разработке декларации безопасности Красноярской ГЭС, для прогноза параметров, в зависимости от внешних воздействий и для создания перечня необходимых мероприятий по обеспечению безопасности.

ABSTRACT

The theme of the master's thesis: "Development of the safety declaration of the Krasnoyarsk hydroelectric power station"

Relevance: Hydraulic structures are complex engineering structures that have a significant impact on the formation of the economic and cultural appearance of entire regions, transform their natural conditions. Pressurized hydraulic structures are objects of increased danger, the accidents of which can create emergency situations, lead to significant damage, as well as to human casualties. Continuing accidents and emergencies at dams, especially high ones, indicate that not all factors ensuring the reliability of structures have been identified and taken into account.

Purpose of the work: to develop a safety declaration for hydraulic structures, to calculate the probability of harm as a result of an accident at a hydraulic structure.

Main goals:

- Study the documents that regulate the safety of hydraulic engineering;
- Study the stages of the declaration of the safety of hydraulic structures;
- Collect materials of field observations of various controlled parameters;
- Calculate the probable harm;

Research object: Krasnoyarsk hydroelectric power station.

The content of the work: In this work, the sequence for the development of a safety declaration, the calculation of the probability of harm as a result of an accident at a hydraulic structure is carried out.

Further development of the work: In the future, this work can serve as a basis for the application of the proposed structuring of the object for diagnosing structures and developing a safety declaration.

Practical application: the results of this work can be used to predict parameters, depending on external influences and to create a list of necessary safety measures.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| 1 Гидротехнические сооружения и безопасность | 8 |
| 2 Состав и содержание декларации безопасности | 11 |
| 2.1 Определение декларации безопасности | 11 |
| 2.2 Состав декларации безопасности | 11 |
| 3 Этапы проведения декларирования безопасности гидротехнического сооружения..... | 14 |
| 4 Сроки этапов проведения декларирования безопасности гидротехнического сооружения..... | 16 |
| 5 Диагностирование эксплуатационной надежности сооружений на основе данных натуральных наблюдений, расчетов и критериальных показателей (многофакторный анализ)..... | 18 |
| 6 Декларация безопасности гидротехнического сооружения «Красноярская ГЭС» | 20 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 70 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 71 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Расчет вероятного вреда Красноярской ГЭС..... | 75 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Критерии безопасности Красноярской ГЭС | 132 |

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехнические сооружения представляют собой сложные инженерные конструкции. Их число и размер постоянно растет, поэтому такое внимание уделяется разработке деклараций безопасности ГТС, контролю за обеспечением безопасной эксплуатации, за количественными и качественными показателями состояния гидротехнических сооружений, обеспечением непрерывной эксплуатации. Потому, что аварии связаны с крупными материальными потерями и гибелью людей. Согласно данным Российского регистра гидротехнических сооружений (РРГТС), всего в России более 10 тысяч зарегистрированных ГТС. Из них 44% имеют нормальный уровень безопасности, остальные 56% соответствуют пониженному, неудовлетворительному или опасному уровню безопасности.

1 Гидротехнические сооружения и безопасность

Гидротехническое сооружение (ГТС) – это сооружение, подвергающееся воздействию водной среды, предназначенное для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами.

Гидротехнические сооружения принято различать по назначению на:

- Подпорные, предназначенные для создания напора (перепада уровней бьефов);
- Водосбросные, для удаления лишней воды (сброса), пропуска льда, шуги, мусора и других плавающих предметов;
- Водозаборные, для забора и подачи воды потребителям;
- Энергетические, для производства или использования электроэнергии;
- Водотранспортные, для обеспечения судоходства или лесосплава;
- Рыбохозяйственные, для обеспечения рыбного хозяйства;
- Для удаления наносов, отложившихся в водохранилище;
- Водовыпускные, для обеспечения расходов воды в нижнем бьефе (санитарных попусков);
- Ограждающие, для хранилищ жидких отходов;
- Оградительные, для речных портов, судостроительных и судоремонтных предприятий
- Водоспускные, для опорожнения водохранилища.

Весьма важно правильно назначить класс ГТС. Гидротехнические сооружения относят к следующим классам:

- I класс - гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности.
- II класс - гидротехнические сооружения высокой опасности;

- III класс - гидротехнические сооружения средней опасности;
- IV класс - гидротехнические сооружения низкой опасности.

Критериями классификации ГТС являются:

- высота и тип грунта оснований;
 - назначение и условия эксплуатации;
 - максимальный напор на водоподпорное сооружение;
 - последствия возможных гидродинамических аварий.
- Красноярская ГЭС относится к ГТС I класса: высота более 100м, мощностью более 1500 МВт, число постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии более 3000 чел.

Последствия аварий ГТС представляют ту или иную степень опасности ГТС для населения, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, водных и земельных ресурсов и др.

Для регламентирования степени опасности гидротехнических сооружений в Российской Федерации разработан Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» [15], в котором дается понятие «Безопасность ГТС».

Под безопасностью гидротехнических сооружений, в соответствии с этим законом, понимается свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

Социальная безопасность – это свойство объекта, определяющее его способность не допускать наступления событий и состояний, которые могут создавать угрозы для эксплуатационного персонала и населения.

Техническая безопасность – это свойство объекта, определяющее его надежность при аварийных воздействиях.

Экологическая безопасность – это свойство объекта, определяющее его способность не допускать наступления событий и состояний, которые могут

создавать угрозы для экосистем, отдельных представителей флоры и фауны, ареалов их обитания, среды жизнедеятельности человека.

Безопасность гидротехнических сооружений регулируется:

- Федеральными законами Российской Федерации;
- Постановлениями Правительства Российской Федерации;
- Приказами органов исполнительной власти Российской Федерации, прошедших регистрацию в Минюсте России;
- Законодательными и нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации;
- Стандартами предприятий и организаций.

В обязанности собственника гидротехнического сооружения, а также эксплуатирующей организации входит регулярная процедура разработки и утверждения декларации безопасности гидротехнического сооружения на всех этапах жизненного цикла гидротехнического сооружения.

Законодательство по безопасности ГТС поменялось в 2020 году. Перечень действующих документов приведен в ДБ Красноярской ГЭС.

2 Состав и содержание декларации безопасности

2.1 Определение декларации безопасности

Декларация безопасности гидротехнического сооружения документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения, и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса.

Собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация составляют и представляют в уполномоченные федеральные органы исполнительной власти декларацию безопасности гидротехнического сооружения при эксплуатации гидротехнического сооружения I, II или III класса, а также при консервации и ликвидации гидротехнического сооружения I, II, III или IV класса.

При проектировании гидротехнического сооружения I, II, III или IV класса декларация безопасности гидротехнического сооружения составляется в составе проектной документации.

2.2 Состав декларации безопасности

Декларация безопасности должна содержать:

а) **общую информацию**, включающую данные о гидротехнических сооружениях и природных условиях района их расположения, меры по обеспечению безопасности, предусмотренные проектом, правилами эксплуатации и предписаниями органа надзора, сведения о финансовом обеспечении гражданской ответственности за вред, который может быть причинен в результате аварии гидротехнических сооружений, основные сведения о собственнике и эксплуатирующей организации;

б) **анализ и оценку безопасности гидротехнических сооружений**, включая определение возможных источников опасности;

в) **сведения об обеспечении готовности эксплуатирующей организации** к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций;

г) **порядок информирования населения**, органа надзора, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на гидротехнических сооружениях аварийных ситуациях;

д) **заключение**, включающее оценку уровня безопасности отдельных гидротехнических сооружений и комплекса гидротехнических сооружений объекта, а также перечень необходимых мероприятий по обеспечению безопасности;

е) **реквизиты заключения МЧС РФ** или его территориального органа о готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии гидротехнического сооружения;

ж) **порядок осуществления мероприятий** по консервации или ликвидации (в случае утраты или отсутствия проектной документации) гидротехнических сооружений (при консервации или ликвидации гидротехнических сооружений).

К декларации безопасности прилагаются:

1. Сведения о гидротехнических сооружениях, необходимые для формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений;
2. Акт преддекларационного обследования гидротехнических сооружений, составленный участниками обследования;
3. Расчет вероятного вреда, определяемый в соответствии с методикой;
4. Критерии безопасности гидротехнического сооружения и пояснительная записка к ним.

На основании имеющихся данных для гидротехнического сооружения «Красноярская ГЭС» разработан расчет размера вреда, приведенный в приложении [А].

Декларация безопасности подлежит корректировке:

Собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация составляют и представляют в уполномоченные федеральные органы исполнительной власти декларацию безопасности гидротехнического сооружения при эксплуатации гидротехнического сооружения I, II или III класса, а также при консервации и ликвидации гидротехнического сооружения I, II, III или IV класса.

При проектировании гидротехнического сооружения I, II, III или IV класса декларация безопасности гидротехнического сооружения составляется в составе проектной документации.

Положение пункта 7 Декларация безопасности представляется декларантом в орган государственного надзора не реже одного раза в 5 лет со дня ввода гидротехнического сооружения в эксплуатацию.

Декларация безопасности также представляется:

- При изменении условий эксплуатации, повлекшем снижение уровня безопасности гидротехнического сооружения, выявлении повреждений и аварийных ситуаций на гидротехническом сооружении, ухудшении условий локализации или ликвидации чрезвычайных ситуаций и защиты от них населения и территорий, смене эксплуатирующей организации гидротехнического сооружения - в течение 6 месяцев со дня обнаружения (фиксации) соответствующего обстоятельства (события);

- При изменении обязательных требований, невыполнение которых влечет превышение критериев безопасности гидротехнического сооружения, утвержденных в составе действующей декларации безопасности, если гидротехническое сооружение не соответствует таким обязательным требованиям, - в течение года со дня вступления в силу соответствующих нормативных правовых актов.

3 Этапы проведения декларирования безопасности гидротехнического сооружения

- Проведение открытого конкурса на выбор организации по сопровождению работ при разработке декларации безопасности ГТС.
- Проведение регулярного преддекларационного обследования ГТС.
- Разработка (уточнение) критериев безопасности ГТС.
- Проведение расчета вероятного вреда и согласование его с органами власти субъектов РФ.
- Уточнение состава ПЛАС, паспорта потенциально опасного объекта.
- Получение заключения МЧС России о готовности объекта к локализации и ликвидации последствий аварии ГТС.
- Разработка декларации безопасности ГТС.
- Формирование сведений в Российский регистр гидротехнических сооружений и получение справки территориального управления Ростехнадзора о полноте и непротиворечивости этих сведений.
- Формирование пакета чертежей ГТС, района расположения ГТС и водохранилища.
- Прохождение экспертизы декларации безопасности ГТС в экспертном центре.
- Исправление замечаний экспертов.
- Направление пакета документов декларации безопасности ГТС в Ростехнадзор для утверждения.
- Оплата госпошлины за получение свидетельства о разрешении эксплуатации ГТС.
- Получение пакета документов утвержденной декларации и разрешения на право эксплуатации.

- Разработка плана мероприятий по заключению Ростехнадзора, государственной экспертизы декларации безопасности ГТС, декларации безопасности ГТС, акта регулярного преддекларационного обследования и согласование плана в территориальном органе Ростехнадзора.
- Формирование источника финансового обеспечения.

4 Сроки этапов проведения декларирования безопасности гидро-технического сооружения

В таблице 1 приведены сроки этапов декларирования безопасности ГТС.

Таблица 1 - Основные этапы, сроки декларирования безопасности ГТС.

| № позиции | Наименование вида работ | Срок выполнения работ | Срок согласования/утверждения работ |
|-----------|--|--|---|
| 1 | Обследование ГТС, сбор исходных данных, составление акта преддекларационного обследования, подготовка писем в органы надзора, для направления сотрудников с целью участия в преддекларационном обследовании ГТС | 3 месяца | За 1 месяц до даты обследования Председателю комиссии декларантом направляется справка в форме Акта преддекларационного обследования |
| 2 | Выполнение расчета вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС в соответствии с приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 года N 516 на основании сценариев аварий и согласование в субъектах РФ. | 4-5 месяцев | Согласование удлинняется, так как ряд документов имеет государственную тайну и продолжается до 3-х месяцев. Окончание согласования - до передачи ДБ на экспертизу |
| 3 | Организация получения страхового полиса гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии ГТС | Выполняется постоянно эксплуатирующей организацией | |
| 4 | Разработка паспорта безопасности опасного объекта в соответствии с Приказом МЧС России от 04.11.2004 №506 (без расчетно-пояснительной записки) | | 30 дней в соответствии с регламентом документооборота МЧС России |
| 5 | Разработка (уточнение) критериев безопасности ГТС | 4 месяца | Согласовывается с собственником ГТС или эксплуатирующей организацией. Окончание согласования - до передачи ДБ на экспертизу. |

Окончание таблицы 1

| | | | |
|--|---|---|---|
| 6 | Организация получения заключения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий или его территориального органа о готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии ГТС | Выполняется постоянно эксплуатирующей организацией | От одного месяца до 2 (двух); Срок зависит от характера возможной чрезвычайной ситуации. Окончание получения - к началу разработки ДБ |
| 7 | Составление Декларации безопасности ГТС с учетом всех предшествующих этапов | 8 месяцев | Согласовывается с собственником ГТС или эксплуатирующей организацией. Окончание согласования - до передачи ДБ на экспертизу |
| 8 | Экспертиза Декларации безопасности ГТС и исправление замечаний экспертов | до 3-х месяцев (постановление Правительства РФ от 20.11.2020 № 1892) | |
| 9 | Утверждение Декларации безопасности ГТС органом надзора | 30 (тридцать) календарных дней (приказ федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.08.2015 № 312) | Срок утверждения не должен превышать срок действия предыдущей ДБ |
| Общий (минимальный) срок выполнения работ составляет 1 год (один) год | | | |

Последовательность выполнения этапов может варьироваться от территориальных требований надзорных органов.

Сроки определены соответствующими регламентами работ контролируемых и надзорных органов.

5 Диагностирование эксплуатационной надежности сооружений на основе данных натуральных наблюдений, расчетов и критериальных показателей (многофакторный анализ)

Для диагностирования надежности сооружений Красноярской ГЭС предложено использовать системный многофакторный анализ. В качестве системы необходимо рассматривать систему: «внешняя среда- сооружение-основание». Для высокой плотины, какой является Красноярская ГЭС, основание необходимо рассматривать как «слабое звено» и уделить больше внимания на оценку его надежности.

Многофакторный анализ состояния сооружения, длительное время находящегося в эксплуатации, должен предусматривать:

а) детальное изучение проектных материалов и полного технического «досье» сооружения на всех этапах его строительства и эксплуатации как основной исходной информации;

б) анализ изменения во времени всех натуральных показателей работы и состояния сооружения (по видам наблюдений) за весь период его эксплуатации с определением влияния отдельных и совокупности «дефектных» структурных элементов, благоприятных или неблагоприятных тенденций на эксплуатационную надежность сооружения (напряжения, деформации, осадки, смещения, противодавление, фильтрационные расходы, напоры, градиенты и т.д.);

в) выявление изменений количественных и качественных показателей физико-механических характеристик материалов сооружения и основания, произошедших за период эксплуатации (снижение прочности, деструктивные нарушения, морозное пучение или выветривание, разуплотнение грунта и т.п.);

г) анализ, а при необходимости и корректировку расчетных схем, сочетания нагрузок, расчетных характеристик сооружения в соответствии с требованиями современных СНиП и условий работы сооружения;

д) разработку математических моделей сооружения с учетом показателей его состояния в период длительной эксплуатации, статические и динамические

расчеты прочности и устойчивости сооружения в целях корректировки критериев надежности и безопасности;

е) сравнительный анализ данных натурных наблюдений и результатов расчетов по уточненным математическим моделям и расчетным схемам, сопоставление фактических диагностических показателей работы и состояния сооружения с критериями надежности и безопасности.

6 Декларация безопасности гидротехнического сооружения «Красноярская ГЭС»

Данная декларация безопасности разработана по новой форме утвержденной приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 9 декабря 2020 г. № 509

Аннотация

Краткое изложение основных разделов и приложений декларации безопасности гидротехнического сооружения (далее - ГТС):

Документы, на основании которых составлена декларация безопасности ГТС:

1. ФЗ 117 «О безопасности гидротехнических сооружений» от 23.06.1997 (в ред. 08.12.2020г)
2. Постановление Правительства РФ «О декларировании безопасности гидротехнических сооружений» № 1892 от 20.11.2020 -Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений
3. Распоряжение Ростехнадзора от 02.12.2020 № 105рп «О декларировании безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»
4. Приказ Ростехнадзора от 09.12.2020 № 509 «Об утверждении формы декларации безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»
5. Приказ Ростехнадзора от 12.08.2015 №312 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по предоставлению государственной услуги по утверждению деклараций безопасности поднадзорных гидротехнических сооружений, находящихся в эксплуатации» (с изм. от 30.06.2017г.)

6. Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 г. №499 «Об утверждении состава, формы представления сведений о гидротехническом сооружении, необходимых для формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений, и правил ее заполнения».

7. Постановление Правительства РФ от 05.10.2020 N 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений».

8. Постановления Правительства РФ от 03.10.2020 г. № 1596 «Об утверждении правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнических сооружений».

9. Федерального закон РФ от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». (ред. От 18.12.2018)

10. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 г. № 516 “Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»

Оглавление

Краткое изложение основных разделов и приложений декларации безопасности гидротехнического сооружения

I. Общая информация, включающая данные о ГТС и природных условиях района их расположения, меры по обеспечению безопасности, предусмотренные проектной документацией, правилами эксплуатации ГТС и предписаниями федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности ГТС, и территориаль-

ных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, сведения о финансовом обеспечении гражданской ответственности за вред, который может быть причинен в результате аварии ГТС, основные сведения о собственнике ГТС и эксплуатирующей организации.

II. Анализ и оценка безопасности ГТС, включая определение возможных источников опасности.

III. Сведения об обеспечении готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии гидротехнического сооружения.

IV. Порядок информирования населения, федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности ГТС, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на ГТС аварийных ситуациях.

V. Оценка уровня безопасности ГТС, а также перечень необходимых мероприятий по обеспечению безопасности.

VI. Порядок осуществления мероприятий по консервации или ликвидации (в случае утраты или отсутствия проектной документации) ГТС (при консервации или ликвидации ГТС).

Список источников информации.

VII. Приложения.

I. Общая информация, включающая данные о ГТС и природных условиях района их расположения, меры по обеспечению безопасности, сведения о финансовом обеспечении гражданской ответственности за вред, который может быть причинен в результате аварии ГТС, основные сведения о собственнике ГТС и эксплуатирующей организации

1. Полное и сокращенное (при наличии) наименование ГТС:

Полное наименование – комплекс гидротехнических сооружений Красноярской гидроэлектростанции.

Сокращенное наименование – ГТС Красноярской ГЭС

2. Планируемая или фактическая дата ввода ГТС в эксплуатацию:

Начало ввода в эксплуатацию – 03 ноября 1967 года.

Ввод в постоянную эксплуатацию – 26 июля 1972 года.

3. Сведения об эксплуатирующей ГТС организации:

3.1. Полное и сокращенное (при наличии) наименование эксплуатирующей организации, идентификационный номер налогоплательщика, основной государственный регистрационный номер, адрес, телефон, банковские реквизиты:

Эксплуатирующей организацией является Публичное акционерное общество «Красноярская ГЭС» (ПАО «Красноярская ГЭС»).

Юридический адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск

Почтовый адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск, а/я 99

Телефон: (39144) 63359, факс: (39144) 37134

Адрес электронной почты: kges@kges.ru

ИНН 2446000322, КПП 997450001

р/с 40702810800340000359, Филиал ГПБ (ОАО) в г. Красноярске

к/с 30101810100000000877, БИК 040407877

ОКПО 00105472; ОГРН 1022401253016

3.2. Фамилия, инициалы руководителя эксплуатирующей организации:

Генеральный директор ПАО «Красноярская ГЭС» Кузнецов Сергей Владимирович.

3.3. Численность и квалификация работников организации, эксплуатирующей ГТС:

Эксплуатацию гидротехнических сооружений осуществляют:

- производственно-технический отдел численностью 12 человек, высшее образование имеют 12 человек;
 - отдел по охране труда и промышленной безопасности численностью 4 человека, высшее образование имеют 4 человека;
 - турбинный цех численностью 67 человек, высшее образование имеют 12 человек,
 - гидротехнический цех численностью 60 человек, высшее образование имеют 14 человек;
- ремонтно-эксплуатационный цех численностью 52 человека, высшее образование имеют 7 человек.
-

4. Сведения о собственнике ГТС:

4.1. Форма собственности (государственная, муниципальная, частная):

В соответствии с общероссийским классификатором форм собственности (ОКФС) – частная собственность, код 16.

4.2. Собственник ГТС: Российская Федерация/наименование субъекта Российской Федерации/наименование муниципального образования/полное и сокращенное (при наличии) наименование организации, идентификационный номер налогоплательщика, основной государственный регистрационный номер, адрес, телефон, банковские реквизиты - для юридического лица/фамилия, имя, отчество (при наличии), паспортные данные - для физического лица:

Собственник:

АО «ЕвроСибЭнерго»

Юридический адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск

Почтовый адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск, а/я 99

Телефон: (39144) 63359, факс: (39144) 37134

Адрес электронной почты: kges@kges.ru

ИНН 2446000322, КПП 997450001

р/с 40702810800340000359, Филиал ГПБ (ОАО) в г. Красноярске

к/с 30101810100000000877, БИК 040407877

ОКПО 00105472; ОГРН 1022401253016

4.3. Наименование организации, на балансе которой находится ГТС:

Публичное акционерное общество «Красноярская ГЭС» (ПАО «Красноярская ГЭС»).

5. Полное и сокращенное (при наличии) наименование проектной организации, разработавшей проект ГТС; адрес, телефон, банковские реквизиты проектной организации:

Всесоюзный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Гидропроект» им. С.Я. Жука (Ленинградское отделение). С 2008 года ОАО «Ленгидропроект». С 2015 года АО «Ленгидропроект».

Юридический и почтовый адреса:

197227, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Испытателей, 22

Телефон: (812) 395-29-01

Факс: (812) 394-44-26, 395-29-12

Адрес электронной почты: office@lhp.ru

Банковские реквизиты:

ИНН 7814159353, КПП 783450001

р/с 40702810555070184255

Северо-Западный банк ОАО «Сбербанк России» г. Санкт-Петербург

к/с 30101810500000000653

БИК 044030653, ОКПО 00113365

Адрес страницы в интернете: <http://www.lhp.rushydro.ru>

6. Полное и сокращенное (при наличии) наименование строительных организаций, выполнивших строительство ГТС и монтаж оборудования, генеральных подрядчиков, субподрядных организаций, идентификационный номер налогоплательщика, основной государственный регистрационный номер, адрес, телефон, банковские реквизиты этих организаций:

Сведения о строительных организациях, выполнивших строительство ГТС и монтаж оборудования, генеральных подрядчиков, субподрядных организациях приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень организаций, участвовавших в строительстве и монтаже сооружений Красноярской ГЭС

| № позиции | Наименование организации | Выполняемая работа |
|-----------|--|--|
| 1 | Управление строительства Красноярской ГЭС» Красноярскгэсстрой», Главвостокэнергогостроя, Министерства энергетики и электрификации СССР (далее МЭиЭ СССР) | Выполнение по генподряду всего комплекса строительно-монтажных работ. Собственными силами: земельно-скальные, бетонные, арматурные, дорожные и другие строительные работы. |

Окончание таблицы 2

| № позиции | Наименование организации | Выполняемая работа |
|-----------|---|---|
| 2 | Красноярское СУ «Гидромеханизация» Главгидроэнергостроя МЭиЭ СССР | Гидромеханизированные работы по расчистке подходов к гидроузлу. |

7. Сведения о финансовом обеспечении гражданской ответственности за вред, который может быть причинен в результате аварии ГТС, а именно: источник возмещения вреда, который может быть причинен в результате аварии ГТС; сведения о наличии и реквизиты договора обязательного страхования гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии ГТС и страхового полиса; результаты оценки максимально возможного вреда в результате аварий ГТС:

Страхование риска гражданской ответственности за вред, причиняемый в результате аварии гидротехнических сооружений, регламентируется Федеральным законом от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О безопасности гидротехнических сооружений» (ст. 15, 16) [1], Федеральным законом от 27.07.2010 № 225-ФЗ (ред. от 04.11.2014 г.) «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» [2].

Согласно приказу № 016-01-2.01/0121 от 28.06.2013 г. «О финансовом обеспечении гражданской ответственности» установлена величина финансового обеспечения гражданской ответственности ПАО «Красноярская ГЭС» в случае возмещения вреда, причиненного в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением обстоятельств вследствие неопределенной силы) в размере 100 000 000 рублей.

Финансовое обеспечение гражданской ответственности осуществлять за счет страховой суммы, определенной договором страхования риска гражданской ответственности.

Наименование и реквизиты организации-страховщика:

Открытое страховое акционерное общество «Ингосстрах» (ОСАО «Ингосстрах»)

Юридический адрес:

115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Пятницкая, 2, стр. 2

ИНН 7705042179, КПП 775001001

р/с 40701810500020106042 в ОАО «Сбербанк России», г. Москва

к/с 30101810400000000225, БИК 044525225

Филиал ОСАО «Ингосстрах» в Красноярском крае (г. Шарыпово)

Юридический адрес:

Россия 662315, Красноярский край, г. Шарыпово, 2-й мкр., 1/21

Договор страхования между ПАО «Красноярская ГЭС» и ОСАО «Ингосстрах» №432-721-077019/15-ОС/016-49-1.09/12047 от 13.03.2015 г. Срок действия до 31.03.2016 г.

Страховой полис ПАО «Красноярская ГЭС» серия 111 № 0100626377 от 31.03.2015 г.

В соответствии с выполненным в ходе декларирования «Расчетом вероятного вреда...» расчетное значение размера вероятного ущерба в результате возможной аварии гидротехнических сооружений Красноярского гидроузла составляет в ценах 2021 года 544688,586 млн. рублей.

8. Основные характеристики района расположения ГТС:

8.1. Наименование субъекта Российской Федерации, муниципального образования, бассейнового округа, на территории которого расположено ГТС:

Красноярская ГЭС и входящие в ее состав ГТС расположены на территории Красноярского Края, Муниципального образования - «город Дивногорск». Территория размещения объекта относится к Енисейскому Бассейновому округу (код бассейнового округа – 17).

8.2. Наименование водного объекта, на котором расположено ГТС, местоположение створа ГТС (расстояние от устья или истока водотока):

Красноярская ГЭС расположена на реке Енисей.

Створ Красноярской ГЭС расположен в 2502 км от устья реки.

8.3. Сведения о предоставлении в пользование земельного участка, необходимого для размещения ГТС (реквизиты документа, устанавливающего право пользования или собственности):

Кадастровые номера земельных участков: уч. №1 – 24:46:0301001:3; уч. №2 – 24:46:0301001:4; уч. №3 – 24:46:0302001:7; уч. №4 -24:46:0302001:10; уч. №5 – 24:46:0301001:7.

8.4. Расчетный максимальный расход (уровень) воды (обеспеченность), включая основной и поверочный расчетные случаи:

- Отметка НПУ 243 м;
- отметка ФПУ 245 м.

Расчетные максимальные расходы воды (по приточности) в створе Красноярской ГЭС составляют:

- Максимальный расход дождевого паводка вероятностью превышения 0,1 % (основной) – 19 900 м³/с;
 - Максимальный расход воды весеннего половодья вероятностью превышения 0,01 % с гарантированной поправкой (поверочный) – 38 700 м³/с.
-

8.5. Суммарный сбросной расход воды через все водопропускные сооружения (с учетом аккумуляирования части стока реки в водохранилище), включая основной, поверочный расчетные случаи:

Расчетный сбросной расход воды с учетом аккумуляирования части стока в водохранилище:

- обеспеченностью 0,1 % (основной расчетный случай) – 13 000 м³/с;
- обеспеченностью 0,01 % (поверочный расчетный случай) – 20 600 м³/с, в том числе: через турбины – 7 380 м³/с.

7 пролетов, число ГА – 12 шт.

Проверка пропускной способности в соответствии с СП 58.13330.2019 п.8.28 и 8.29.

Пропуск расчетного расхода воды для основного расчетного случая должен обеспечиваться, как правило, при НПУ через все эксплуатационные водопропускные сооружения гидроузла при полном их открытии. При количестве затворов на водосбросной плотине более 6 следует учитывать вероятную невозможность открытия одного затвора и исключать один пролет из расчета пропуска расходов паводка или половодья. В любом случае количество агрегатов, участвующих в пропуске расчетных расходов, должно быть не более $(n-2)$ - при числе гидроагрегатов от 7 до 12 включительно;

Суммарный расчетный расход воды через водосливные отверстия:

при НПУ – 11 400 м³/с, из п.9.3 ;

Таким образом максимальный сбросной расход Красноярской ГЭС при НПУ= 243 м составит:

$$Q_{max} = 6 \cdot \frac{11400}{7} + 10 \text{ ГА} \cdot 600 \text{ м}^3/\text{сек} = 15774 \text{ что больше } 13000 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Пропускная способность основного расчетного случая обеспечена.

Пропуск поверочного расчетного расхода воды должен осуществляться при наивысшем технически и экономически обоснованном ФПУ всеми водопропуск-

ными сооружениями гидроузла, включая эксплуатационные водосбросы, гидротурбины ГЭС, водозаборные сооружения оросительных систем и систем водоснабжения, судоходные шлюзы, рыбопропускные сооружения и резервные водосбросы. Суммарный расчетный расход воды через водосливные отверстия:

при ФПУ – 15 500 м³/с из п.9.3 ;

Таким образом максимальный сбросной расход Красноярской ГЭС при НПУ= 243 м составит:

$$Q_{max} = 6 \cdot \frac{15500}{7} + 10 \text{ ГА} \cdot 600 \text{ м}^3/\text{сек} = 19284$$
 что немного меньше 20600 м³/с. Для пропуска паводочных вод поверочного случая необходима аккумуляция расхода в размере 1316 м³/сек в водохранилище.

8.6. Сведения о прошедших паводках в створе ГТС, превышающих обеспеченность расчетного сбросного расхода:

Паводков в створе ГТС, превышающих обеспеченность расчетного сбросного расхода за 43 года эксплуатации не зафиксировано.

Гидростатическая нагрузка на плотину Красноярской ГЭС формируется вследствие притока воды в водохранилище за счет стока р. Енисей, регулируемого выше по течению сооружениями Майнского и Саяно-Шушенского гидроузла, и атмосферных осадков и притоков между МГУ и КрасГЭС.

8.7. Наличие и общая характеристика существующих ГТС и/или прочих сооружений каскада водохранилищ на водном объекте:

На реке Енисей имеется каскад водохранилищ, созданных строительством Красноярской, Саяно-Шушенской (СШГЭС) и Майнской ГЭС.

Верхней ступенью в каскаде является СШГЭС (в 3 050 км от устья). В состав гидротехнических сооружений СШГЭС входят: арочно-гравитационная плотина, состоящая из водосбросной, станционной и двух глухих частей; здание ГЭС приплотинного типа с монтажной площадкой; береговой водосброс (БВ).

Длина сооружений напорного фронта ГТС СШГЭС составляет 1 150,4 м (длина плотины по гребню – 1 074,4 м; БВ – 76 м). Высота плотины – 245 м, ширина по основанию – 105,7 м, по гребню ~ 25 м. Плотина очерчена по напорной грани радиусом 600 м.

Ниже по течению реки Енисей, примерно в 21,5 км от СШГЭС, расположен Майнский гидроузел, который вместе с Саяно-Шушенской ГЭС образуют единый энергетический комплекс – Филиал ПАО «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного».

8.8. Информация о ГТС, входящих в гидроузел:

В состав гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС входят:

– *водоподпорное сооружение* – бетонная плотина гравитационного типа с разгрузочными полостями в основании длиной по гребню 1072,5 м, максимальной высотой 128 м, состоящая из левобережной глухой плотины длиной 187,5 м с водозаборами высоконапорной гидравлической лаборатории (заглушены), водосливной плотины длиной 225 м с 7 пролетами водосливов, глухой русловой плотины длиной 60 м, стационарной плотины длиной 360 м (турбинные водоводы вынесены на низовую грань плотины) и правобережной глухой плотины длиной 232,5 м с водозабором водоснабжения г. Дивногорска;

– *водосбросное сооружение* – открытый водосброс в теле плотины с водосливом практического профиля длиной 225 м с 7 пролетами;

– *водозаборное сооружение* – глубинные водозаборы в теле плотины (подача воды на гидротурбины);

– *водопроводящие сооружения* – железобетонные турбинные водоводы (с внутренней металлической оболочкой) на низовой грани плотины;

– здание гидроэлектростанции приплотинного типа имеет подводную часть длиной 367 м и надводную часть длиной 430 м, включая монтажную площадку и торцевой блок.

В состав гидроузла Красноярской ГЭС входят гидротехнические сооружения, не принадлежащие ПАО «Красноярская ГЭС» и им не эксплуатируемые:

– водозабор водопровода г. Дивногорска, глубинного типа, расположен в 64 секции глухой правобережной плотины. Расход $Q = 5 \text{ м}^3/\text{с}$. Водозабор эксплуатируется МУП «Водоканал» г. Дивногорска;

– наклонный судоподъемник, расположенный на левом берегу, с аванпортом в верхнем бьефе и проходным каналом с нижнего бьефа, находится вне напорного фронта гидроузла. Судоподъемник предназначен для пропуска судов водоизмещением не более 1500 т, является федеральной собственностью и эксплуатируется Енисейским бассейновым управлением Минтранса России.

8.9. Общая характеристика природных условий района расположения ГТС: природно-климатические условия, гидрологические, топографические сведения, инженерно-геологические и геокриологические условия в зоне расположения ГТС; сведения о сейсмических условиях района расположения ГТС:

Природно-климатические условия

Климат в зоне расположения Красноярской ГЭС резко континентальный. Зима суровая и продолжительная с малым количеством осадков, лето короткое и теплое, обильные осадки.

| | |
|--|-----------|
| Температура наиболее холодной пятидневки | -39 °С |
| Абсолютная минимальная температура | -53 °С |
| Среднемноголетняя температура воздуха | + 0,88 °С |
| Минимальная температура (января) | - 41,4 °С |
| Максимальная температура (июль) | + 38 °С |
| Годовое количество осадков составляет | 583 мм |
| а) в зимний период | 173 мм |
| б) в теплый период | 410 мм |

Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров юго-западного направления. Средняя расчетная скорость ветра за январь составляет 6,2 м/с, за июль – 1,8 м/с. Максимальная скорость ветра с расчетным обеспечением 2% – 22 м/с (79,2 км/ч), абсолютная максимальная скорость ветра за последние 25 лет регистрировалась 28 м/с (100 км/ч).

Гидрологические условия

Река Енисей образуется слиянием Большого Енисея (Бий-Хем) и Малого Енисея (Каа-Хем) у города Кызыл и протекает с юга на север и впадает в Енисейский залив Карского моря. Общая длина водотока от места слияния 3487 км из них 3011 км судоходны. Навигация продолжается от 125 до 180 дней в году. Гарантированные глубины для судоходства составляют 240÷300 см.

Бассейн Енисея включает в себя обширные области центральной и южной Сибири, располагаясь в большей своей части в пределах Средне-Сибирского плоскогорья и Саяно-Байкальской горной стороны. По размерам площади водосбора, равной 2580 тыс. км², Енисей среди рек России занимает второе место, после реки Обь.

В верхнем течении Енисей носит горный характер, в среднем – переходный, а в нижнем течении выходит на равнину, где приобретает черты типичной равнинной реки. Общее падение реки, от истоков до устья, около 1500 м, а средний уклон равен 0,37%.

Основным источником питания Енисея служат талые снеговые и дождевые воды; грунтовые воды в питании реки имеют второстепенное значение. Водный режим Енисея характеризуется высоким и продолжительным весенне-летним половодьем, устойчивой осенней и низкой зимней меженью. Весеннее половодье переходит на первую половину лета; на продолжительность его оказывают также влияние дожди, выпадающие в этот период. Наивысший уровень наблюдается во время наиболее обильного поступления в русло талых вод из горной части бассейна.

В летнее время ежегодно наблюдаются паводки, уступающие по своей высоте весеннему половодью.

Красноярская ГЭС в соответствии со схемой использования водных ресурсов р. Енисей является третьей ступенью Енисейского каскада ГЭС (Саяно-Шушенская ГЭС – 1-ая ступень, Майнская ГЭС – 2-ая ступень).

Основные гидрологические характеристики реки Енисей в створе Красноярской ГЭС: Площадь водосбора - 289 тыс. км².

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Среднегодовой сток | – 88,3 км ³ |
| Среднегодовой расход | – 2 800 м ³ /с |
| Максимальный наблюдаемый расход | – 21 400 м ³ /с |

Расчетные максимальные расходы воды в створе Красноярской ГЭС составляют:

| | |
|--|----------------------------|
| - максимальный расход дождевого паводка вероятностью превышения 0,1% | – 19 900 м ³ /с |
| - максимальный расход воды весеннего половодья вероятностью превышения 0,01% с гарантированной поправкой | – 38 700 м ³ /с |

Расчетный сбросной расход воды с учетом аккумуляции части стока в водохранилище:

| | |
|------------------------|----------------------------|
| обеспеченностью 0,01 % | – 20 600 м ³ /с |
| обеспеченностью 0,1% | – 13 000 м ³ /с |

Топографические условия

Ширина русла реки Енисей в створе ГЭС равна 700 м. Правобережный склон не террасирован, поднимается от реки под углом около 30° на высоту 400 м; левобережный склон под углом около 45° и круче поднимается на 100 метровую высоту, где сменяется широкой площадкой эрозионной террасы, которая за пределами участка соединяется с коренным склоном долины.

Ниже створа плотины на участке длиной 23 км долина реки представляет собой теснину с высокими бортами высотой 200-300 м, очень узкой, фрагментарной поймой, нередко образованной прибрежными островами; врезанное прямолинейное русло имеет ширину 600-1200 м.

Русло Енисея ниже Красноярской ГЭС является очень стабильным. Хотя поток обладает довольно высокой для равнинной реки энергией, большая крупность наносов и устойчивость берегов обуславливают малые темпы его деформаций. Это обусловлено также тем, что средний многолетний расход $2800 \text{ м}^3/\text{с}$ близок к нижнему интервалу руслоформирующих расходов.

Понижение максимальных уровней в условиях регулирования стока Красноярской ГЭС привело к сокращению затопляемости поймы, снижению опасности наводнений на освоенных пойменных территориях, концентрации потока в русле и, как следствие, более слабой выраженности волн подпора и спада, связанных с неравномерной шириной дна долины. Это способствует постепенной трансформации разветвленного русла в неразветвленное или приводит к сокращению водности второстепенных рукавов. В пределах г. Красноярска ограничению водности второстепенных рукавов способствуют набережные, причалы, мостовые переходы, дамбы, которыми перекрыты истоки некоторых рукавов, продольные направляющие дамбы в главном русле.

Ниже города Красноярска Енисей имеет широкопойменное русло: здесь развита двусторонняя пойма шириной до 3-5 км и высотой от 1,5 до 6 м над меженим уровнем воды. Еще ниже по течению при пересечении Атамановского хребта долина резко сужается, вновь превращаясь в теснину; русло становится врезанным, шириной от 0,6 (беспойменное) до 3 км.

Следующее сужение долины реки до 1 км протяженностью около 70 км начинается у с. Предивинского (218 км от плотины). Очередное сужение долины до 1 – 3 км наблюдается на участке, отстоящем от ГЭС на 327 – 350 км, а затем долина вновь расширяется до 12 км. В районе г. Енисейска (453 км от ГЭС) ширина долины составляет 6-8 км.

Инженерно-геологические условия

Красноярская ГЭС расположена в пределах Шумихинского гранитного массива девонского возраста. Долина р. Енисей на этом участке сравнительно узкая и глубоко врезана в гранитный массив.

Основания глухой левобережной и части водосливной плотин, а также плит водобоя у левого берега сложены среднезернистыми гранитами. Остальные части основания станционной и правобережной плотин и здания ГЭС располагаются на мелкозернистых гранитах.

Контакт между разностями гранита спаянный, извилистый, без видимых тектонических нарушений, проходит в районе 15-21 секций. В среднезернистых гранитах наблюдаются многочисленные апофизы и жилы мелкозернистого гранита, имеющие северное и северо-западное простирание.

Как граниты, так и жильные породы разбиты многочисленными трещинами первичной отдельности. В гранитах прослеживаются три основные системы трещин – две крутопадающих и одна – субгоризонтальная. Выделяется еще четвертая, круто падающая, система диагональных трещин отдельности, развитая не повсеместно.

Коренные породы участка основных сооружений почти повсеместно прикрыты четвертичными отложениями. Аллювиальные отложения русла, поймы и надпойменных террас р. Енисей имеют мощность местами 12-18 м. На берегах коренные породы прикрыты чехлом элювиально-делювиальных отложений мощностью от 0,5 до 10-15 м; на крутых склонах граниты обнажены.

Гидрогеологические условия

Скальное основание гидроузла характеризуется фильтрационной неоднородностью, обусловленной наличием тектонических крутопадающих и пологих зон и трещин. Слабопроницаемые крутопадающие тектонические швы создают препятствия для горизонтального потока вод, массивные, почти горизонтальные плиты гранита затрудняют погружение вертикального фильтрационного потока

перед плотиной и восхождение его за ней. Открытые пологонаклонные трещины могут являться путями движения подземного потока.

К коренным скальным породам основания приурочен горизонт трещинных вод, который в русловой части соединяется с водами аллювия и реки.

По химическому составу воды относятся к слабо минерализованным гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-магниевым-кальциевым. По отношению к бетону не агрессивны.

Геокриологические условия

Расчетная глубина промерзания суглинков, лишенных растительного и снежного покрова, составляет в районе ГЭС для средней по температуре зимы 187 см, для самой холодной – 212 см. На территории расположения гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС отсутствуют участки с вечной мерзлотой.

Сведения о сейсмических условиях района расположения ГЭС

В соответствии с СП 358.1325800.2017 «Правила проектирования и строительства в сейсмических районах» расчетная сейсмичность района ГЭС составляет 7 баллов по шкале MSK – 64 на грунтах второй категории по сейсмическим свойствам при повторяемости 1 раз в 5000 лет.

Для данной территории характерны землетрясения разломного типа, обусловленные разгрузкой напряжений сдвига. Такие землетрясения приурочены к активным разломам, которые характеризуются определенной сейсмичностью. Наиболее близкий активный разлом с максимальной сейсмичностью в 6 баллов называется Канско-Агульский. Это протяженный разлом, расположенный на востоке юго-востоке от Красноярской ГЭС на расстоянии от 80 до 300 км.

Оползневые явления

Берега приплотинного участка водохранилища протяженностью около 60 км, скальные, сложены палеозойскими породами, без обрушений. На этом участке в первый год заполнения водохранилища (в 1967 г., при повышении уровня водохранилища на 64 м) имел место один оползень на расстоянии 50 км от плотины с

незначительным объемом оползневой массы – 21 тыс. м³. Эти берега по результатам обследований и наблюдений до и после наполнения водохранилища характеризуются как устойчивые, допускается возможность весьма незначительных (и не опасных) обрушений абразивно-обвального типа.

На выше расположенных участках водохранилища оползневые процессы наиболее интенсивно протекали в первые годы наполнения (1967-1970 гг.). В последующий период наблюдалась заметная стабилизация в процессах переформирования берегов водохранилища.

Береговые склоны в нижнем бьефе не подмочены, без выходов грунтовых вод на дневную поверхность, без обрушений. При ослаблении поверхностный слой горных склонов периодически (раз в 10-12 лет) очищается от неустойчивых блоков и камней.

Селевая и лавинная опасность – отсутствует.

9. Основные характеристики ГТС:

9.1. Назначение, класс и вид ГТС, срок эксплуатации ГТС:

Основное назначение ГТС Красноярской ГЭС – выработка электроэнергии. Установленная мощность всех гидроагрегатов Красноярской ГЭС – 6 000 МВт. Среднегодовая выработка электроэнергии за период 1970-2015 гг. составляет 18,4 млрд. кВт·ч (по проекту 20,4 млрд. кВт·ч) и в зависимости от обеспеченности гидроресурсами может изменяться на 24% относительно средней многолетней.

Электроэнергия отпускается на напряжении 500 кВ и 220 кВ в Единую энергосистему России.

Начало эксплуатации ГТС Красноярской ГЭС – 1967 г. Таким образом, фактический срок эксплуатации – 48 лет. Нормативный срок эксплуатации – 100 лет. ГТС отнесены к сооружениям 1-го класса.

Наименование, вид и тип ГТС Красноярской ГЭС приведены в таблице 3:

Таблица 3 – Наименование, вид и тип ГТС Красноярской ГЭС

| Наименование | Вид | Тип |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Бетонная гравитационная плотина | Водосбросные и водонапорные ГТС | Плотина водохранилищ высоконапорные (H>40 м) |
| Открытый водосброс | Водосбросные и водопропускные ГТС | Открытые водосбросы |
| Глубинные водозаборы в теле плотины | Водозаборные | Глубинные водозаборы |
| Турбинные водоводы | Водопроводящие ГТС | Водоводы, пульповоды и золошлакопроводы |
| Здание ГЭС | ГТС специального назначения | Здания ГЭС |

9.2. Общая длина сооружений напорного фронта ГТС:

Общая протяженность напорного фронта Красноярской ГЭС – 1072,5 м.

9.3. Тип грунтов основания ГТС, сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС, длина, ширина ГТС по гребню, максимальная строительная высота, тип дренажа и откосов ГТС, максимальная водопропускная способность ГТС:

Водоподпорное сооружение (бетонная гравитационная плотина)

Тип сооружения – бетонная гравитационная плотина с разгрузочными полостями в основании.

Грунты основания – гранит.

Отметка гребня – 248,0 м.

Максимальный напор – 100,5 м.

Строительная высота – 128,0 м.

Длина по гребню – 1072,5 м.

| | |
|--|--------------------------------|
| Ширина по гребню | – переменная от 7,3 до 24,0 м. |
| Ширина по подошве | – переменная от 88 до 113,3 м. |
| Суммарный расчетный расход воды через водосливные отверстия: | |
| при НПУ | – 11 400 м ³ /с; |
| при ФПУ | – 15 500 м ³ /с. |

Материалы для гидротехнических сооружений – согласно схеме разбивки сооружения на блоки бетонирования выполнено распределение бетона по маркам в теле плотины. В прискальной зоне и по напорной грани применен бетон М200 В6, во внутренней зоне М150 В2. В оголовках плотины в пределах сработки водохранилища, на водосливной грани и в быках водосливной плотины, а также на турбинных водоводах применен бетон марки М250 МРЗ 300. По низовой грани стационарной и глухих плотин уложен бетон М200 МРЗ 100. Сборный железобетон в конструкциях плотины применен для устройства плит и сводов перекрытий галерей, балок перекрытий донных отверстий, балок под забральной стенкой и под водосливным носком, дренажных шахт, обетонированные закладные части затворов и блоки пазов решеток стационарной плотины. Сборные элементы изготавливались из бетона марки М200 – М300 при среднем содержании арматуры около 100 кг/м³. Среднее содержание арматуры в глухих береговых плотинах составляет 3,2-3,5 кг/м³, в глухой русловой 7 кг/м³, в водосливной 11 кг/м³ и стационарной 13 кг/м³, в облицовке водовода – 110 кг/м³.

Дренаж основания плотины выполнен двумя рядами скважин диаметром 76÷110 мм по три скважины на секцию, заведенные в русловой части в основание до отметки 105,0 м. Первый ряд скважин выведен в галерею на отметке 153,0 м, второй ряд – на отметке 131,0 м.

Отсасывающие трубы сопрягаются с дном реки скальным откосом с уклоном 1:4, покрытым на длине 10,0 м железобетонной облицовкой.

9.4. Сведения о водохранилище, расположенном в верхнем бьефе ГЭС: название, назначение, объем, площадь, длина, глубина, режим регулирования, температурный режим водохранилища; сведения о площади водосбора водного объекта; сведения о накопителе жидких отходов промышленности: тип, количество секций, включая законсервированные, общая площадь и площадь секций, проектный объем, фактическое наполнение по данным последнего обследования, проектные сроки складирования:

Красноярское водохранилище предназначено для комплексного использования его водных ресурсов в интересах энергетики, судоходства, водоснабжения, рыбного хозяйства и рекреации.

Основные параметры водохранилища Красноярской ГЭС:

| | |
|--|-------------------------------|
| полный объем (при НПУ) | – 73,3 млрд. м ³ ; |
| полезный объем (при НПУ) | – 30,4 млрд. м ³ . |
| Площадь зеркала водохранилища (при НПУ) | – 2000 км ² . |
| Длина водохранилища (при НПУ) | – 388 км. |
| Максимальная ширина водохранилища | – 15 км. |
| Протяженность берегов (при НПУ) | – 1560 км. |
| Глубина водохранилища у створа КрГЭС при НПУ | – до 100 м. |

Характер регулирования бытового стока реки – годовой с элементами многолетнего регулирования в многоводные годы.

Температурный режим – Красноярское водохранилище является глубоким и малопроточным, поэтому летом температуры на поверхности воды существенно отличаются от температуры в придонном слое. Наиболее активным является верхний слой толщиной 40-50 м. В этом слое перепад температуры достигает 16°С. В летний период температура нижних слоев изменяется незначительно от 4 до 10°С.

Ледостав на Енисее начинается в низовьях и отсюда постепенно распространяется к истоку, вскрытие, наоборот, идет от верховий к устью. Замерзает

река во второй половине ноября. Средняя толщина льда на водохранилище составляет 1,0-1,1 м, на отдельных участках достигает 1,5 м. Вскрытие реки происходит в третьей декаде апреля.

Площадь водосбора - 289 тыс. км².

9.5. Сведения об имевших место реконструкциях и капитальных ремонтах ГТС:

Реконструкции и капитальные ремонты ГТС Красноярской ГЭС за последние шесть лет эксплуатации не проводились.

10. Меры по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС:

10.1. Общие меры по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС, в том числе наличие на объекте подразделения охраны и технических систем обнаружения несанкционированного проникновения на территорию, систем физической защиты:

На Красноярской ГЭС с целью обеспечения эксплуатационной надежности и безопасности ГТС принимаются следующие общие меры:

- Осуществляется непрерывный контроль технического состояния ГТС: назначены уполномоченные на техническое состояние и правильную эксплуатацию; проводится составление и изучение НТД; осуществляется техническое освидетельствование, обследование, сотрудниками участка КИА гидротехнического цеха осуществляется мониторинг в соответствии с графиками проведения наблюдений.
 - Своевременно и качественно проводятся необходимые ремонтные мероприятия.
 - Регулярно проводится обучение и подготовка эксплуатирующего и руководящего персонала и их аттестация. Сведения о проводимых учениях, тре-
-

нировках и занятиях работников эксплуатирующей организации по предупреждению, локализации и ликвидации чрезвычайных (аварийных) ситуаций приведены в разделе III настоящей Декларации. Также обеспечивается постоянная готовность системы оповещения о ЧС.

На Красноярской ГЭС имеются подразделения охраны и технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на территорию, имеются системы физической защиты. Имеется охранное освещение в темное время суток.

10.2. Информация об организации контроля (мониторинга) безопасности ГТС; наличие и соответствие проекту, а также описание работоспособности и состояния технических средств контроля, схемы размещения контрольно-измерительной аппаратуры, о периодичности контрольных наблюдений и комиссионных обследований состояния ГТС:

Анализ данных натурных наблюдений проводится специализированной организацией при уточнении критериев безопасности гидротехнических сооружений не реже 1 раза в 5 лет.

Схемы размещения контрольно-измерительной аппаратуры (КИА)

Для КрасГЭС применена створная схема размещения КИА, так как под действием нагрузки прочностные, деформационные и фильтрационные свойства проявляются совместно, поэтому логично контролировать их всех в одном месте и при одних и тех же внешних воздействиях. Это позволит сопоставлять данные и выявить параметры, которые раньше и лучше других реагируют на внешние воздействия.

Натурные наблюдения за состоянием ГТС (в состав входят: визуальные, инструментальные и специальные исследования)

На Красноярской ГЭС проводятся:

- Визуальные наблюдения, которые включают в себя осмотры бетонных поверхностей плотины, сооружений и строительных конструкций и проводятся с зарисовками на картах-развертках и фотографированием трещин на внешних поверхностях бетонных и железобетонных конструкций.
- Инструментальные наблюдения
Техническое обслуживание и ремонт КИА ГТС проводится своевременно.
Используемые средства и системы автоматизированного контроля по сбору и обработке результатов измерений:
 - для геодезических наблюдений используются электронные приборы (нивелир Leica DNA03 и тахеометр Leica TPS1203 R300) и программное обеспечение (CREDO, Leica и AutoCAD);
- Специальные исследования:
 - на КрасГЭС выполнены исследования изменения плановых перемещений гребня и других отметок сооружений, которые являются одним из способов контроля основания. Для контроля было выполнено спутниковое позиционирование гидротехнического сооружения.

Обследования состояния ГТС

Комиссионные преддекларационные обследования ГТС проводятся регулярно, не реже одного раза в 5 лет.

В состав комиссии по обследованию ГТС включаются представители собственника – эксплуатирующей организации (Красноярская ГЭС), проектной организации (АО «Ленгидропроект»), специалисты ведущих научно-исследовательских организаций, а также представители территориальных органов Ростехнадзора и Главного управления МЧС России по Красноярскому краю.

10.4. Сведения о результатах регулярного обследования ГТС, предшествующего составлению декларации безопасности ГТС:

В ходе проведения преддекларационного обследования в период 22-23 апреля 2015 года комиссией были осмотрены: гребень плотины, открытые бетонные

поверхности напорной грани плотины, низовая грань плотины, в том числе бетонные поверхности водоводов и водосливная грань, здание ГЭС.

В галереях плотины и здания ГЭС также была осмотрена КИА, сейсмометрическая аппаратура, помещения и места установки аппаратуры, оценены условия ее эксплуатации.

В ходе осмотра ГТС и механического оборудования комиссией не выявлено новых дефектов по состоянию ГТС и механического оборудования, снижающих надежность ГТС.

10.5. Сведения о наличии необходимой проектной, эксплуатационной и нормативно-методической документации, согласованных правил эксплуатации ГТС:

Имеется следующая проектная документация:

Документация в составе материалов, предъявленных Государственной комиссии по приемке Красноярской ГЭС в промышленную эксплуатацию, в том числе: утвержденный технический проект с пояснительной запиской (инв. № 714-1-31Т).

Исполнительная документация согласно сводному перечню (том I). В перечне представлено содержание папок, находящихся на хранении в архиве Красноярской ГЭС. В каждой папке имеется опись чертежей, находящихся в папке.

В распоряжении эксплуатационного персонала Красноярской ГЭС имеется необходимая проектная, эксплуатационная и нормативно-методическая документация, перечень которой приводится настоящей Декларации безопасности.

II. Анализ и оценка безопасности ГТС, включая определение возможных источников опасности

11. Основные сведения, характеризующие безопасность ГТС:

11.1. Сведения о результатах оценки состояния ГТС, выполненной с использованием инструментальных и расчетных способов, включая результаты анализа данных натуральных наблюдений, за междекларационный период:

На основании проведенного комплексного анализа данных натуральных наблюдений за состоянием ГТС за междекларационный период можно сделать следующий вывод: бетонная гравитационная плотина Красноярской ГЭС находится в нормальном состоянии, надежность и безопасность гидротехнических сооружений и их механического оборудования в целом обеспечиваются.

Состояние ГТС соответствует нормам и правилам, предъявляемым к объекту при локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и при обеспечении защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

11.2. Краткая характеристика всех аварий (повреждений) и чрезвычайных ситуаций на ГТС:

Аварий и чрезвычайных ситуаций на ГТС Красноярской ГЭС, отказов гидромеханического и технологического оборудования, которые могут привести к аварии на ГТС, за весь период эксплуатации не было.

11.3. Сведения об изменениях условий эксплуатации ГТС и природных условий за междекларационный период:

Условия эксплуатации ГТС Красноярской ГЭС, влияющие на их безопасность и определяющие комплекс мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в целом, не изменялись весь истекший период эксплуатации.

Анализ сведений о природно-климатических условиях района расположения ГТС показывает, что существенных изменений не произошло.

За период с 2009 года величина УВБ не достигала проектного значения НПУ-243,00 м, а величина УНБ не достигала проектной величины 151,30 м, т.е. гидростатические нагрузки на сооружение не превышали проектных значений.

Адаптация плотины к вмещающему ее скальному массиву практически полностью завершилась через 8 лет после первого наполнения водохранилища до отметки НПУ в 1972 г. Изменений топографических характеристик территории верхнего и нижнего бьефов Красноярского гидроузла, которые могли бы повлиять на безопасность сооружений, не произошло.

11.4. Соответствие укомплектованности штата и квалификации персонала эксплуатирующей ГЭС организации действующим нормам и правилам:

Количество персонала и квалификация работников соответствуют действующим нормам и правилам.

11.5. Критерии безопасности ГЭС: предельные значения количественных и качественных показателей состояния ГЭС и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии ГЭС

Для бетонной плотины КрасГЭС разработан состав элементов диагностирования:

- цементационные завесы в основании и берегах глубиной до 60 м
- Дренажная завеса глубиной 40 м
- Бетонное тело и основание плотины
- Гребень, противоволновые и другие защитные сооружения
- Зоны сопряжения противофильтрационных элементов с основанием, берегами, цемзавесой и бетонными сооружениями, встроенными в плотину (водосброс, цемгалереи, дренажные и смотровые галереи)
- Территории, прилегающие к низовому откосу и акватории НБ
- Приплотинные зоны водохранилища

Критерии безопасности для расчетных обоснований состояния сооружения:

- В основании плотины у верховой грани сжимающие напряжения должны быть не менее 0,1 МПа
 - Коэффициент трения по плоскости подошвы при проверке устойчивости плотины на сдвиг не должен быть меньше 0,7, а величина сцепления не должна
-

быть меньше 0,3 МПа. Коэффициент устойчивости КрасГЭС как сооружения 1 класса не должен быть меньше 1,25. Желательно не уменьшение проектного значения коэффициента устойчивости от 1.4

Разработка Критериев безопасности для сооружения выполнена в соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24 января 2013 года N 25, критерии безопасности приведены в Приложении [В].

11.6. Сведения о соответствии ГТС критериям безопасности, проекту, действующим обязательным требованиям в области безопасности ГТС за междеklarационный период:

Оперативная оценка состояния ГТС осуществляется специалистами гидроцеха (ГЦ) Красноярской ГЭС на базе утвержденных федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору критериев безопасности ГТС Красноярской ГЭС.

В таблицах Б.1 и Б.2 приложения [Б] приводятся сведения о соответствии фактических значений контролируемых показателей состояния ГТС Красноярской ГЭС утвержденным критериям безопасности на основании данных Технических отчетов о состоянии ГТС участком КИА ГЦ Красноярской ГЭС.

Значения всех диагностических показателей не превышают своих критериальных значений, установленных действующей декларацией безопасности.

12. Информация об определении значения риска аварии ГТС:

12.1. Возможные источники опасности для ГТС:

Для того, чтобы выбрать наиболее важные факторы, требующие наблюдения и наиболее реальные сценарии отказов оценены результаты сценариев аварий Красноярской ГЭС по методике системного многофакторного анализа. То есть приведены внешние воздействия, превышение которых приводит к отказам, выяс-

нены изменения параметров состояния сооружений и причины реакции сооружений. В результате с Методикой системного многофакторного анализа выделяют два типа моделей: модели разрушения и повреждения. Анализируя развитие сценария аварий, выявляют к какой модели приведет развитие ситуации, что позволяет оценить важность дефекта и соответственно срочность принятия мер по исправлению ситуации. Анализ приведен в п.12.2

Внешними причинами аварий и чрезвычайных ситуаций (ЧС) на гидротехнических сооружениях Красноярской ГЭС могут быть сочетание следующих основных природных и техногенных воздействий:

- максимальный расчетный паводок;
- короткое замыкание фазы трансформатора во время расчетного паводка, что приводит к выводу из работы нескольких ГА (минимум 2, так как на трансформатор приходится 2 ГА)
- расчетные землетрясения с повторением толчков после прохождения расчетного землетрясения.

К внутренним причинам аварий ГЭС Красноярской ГЭС относятся:

- отказы механического оборудования водосбросов и турбинных водоводов;
- повреждение ГА, что приводит к затоплению Здания ГЭС и посадке станции на ноль.
- нарушение прочности бетона;
- возникновение в основании плотины зон с повышенной водопроницаемостью и пониженными физико-механическими свойствами;
- появление фильтрации по швам, превышающей допустимые величины; появление обходной фильтрации и развитие явлений суффозии

12.2. Сценарии возможных аварий и повреждений ГЭС в результате воздействия каждого источника опасности в отдельности и одновременно нескольких источников опасности:

Расчет вероятного вреда составлен с учетом требований Приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 г. № 516 “Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)” для:

-назначения размера финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварий ГТС, в том числе за счет обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии ГТС в соответствии с Федеральным законом от 27 июля 2010 г. N 225-ФЗ "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, N 31, ст. 4194; 2018, N 52, ст. 8102);

-классификации чрезвычайной ситуации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. N 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера";

-организации деятельности в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" ;

Расчет вероятного вреда с учетом требований п.8 Приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 г. № 516 “Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)” для объектов, в состав которых входят несколько ГТС, расчеты размера вероятного вреда должны выполняться для сценариев наиболее тяжелой и наиболее вероятной аварий из всех аварий, возможных на всех ГТС, входящих в гидроузел.

Количественная оценка вероятностей аварий ГТС выполнялась в соответствии с требованиями национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 22.2.09-2015 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Возможные источники опасности для ГТС и их оборудования, анализ безопасности ГТС и риск возможных аварий на них производился в соответствии с указаниями СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 «Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений», данными проектных документов ГТС.

Анализ сценариев аварий ГТС Красноярской ГЭС.

Сценарий 1.1. наиболее вероятной аварии гидроузла Красноярской ГЭС

Перефорсировка уровня верхнего бьефа Красноярского водохранилища при пропуске паводка обеспеченностью 0,1% и короткое замыкание фазы линии 500 кВ на землю.

А. Аварийная ситуация является следствием реализации следующих факторов:

- максимальный расчетный паводок;
- короткое замыкание фазы трансформатора, что приводит к выводу из работы нескольких ГА

Б. Аварийная ситуация развивается по следующему сценарию:

Гидроузел работает на уровне приточности обеспеченностью 0,1%, загружены все 12 гидроагрегатов, осуществляется сброс воды через водосливную плотину. Уровень водохранилища поддерживается на отметке НПУ = 243,00 м.

В этих условиях происходит перекрытие одной фазы 500 кВ гибкой связи трансформатора блока ОРУ 500 кВ на воду (при пропуске паводка 2006 года, такое перекрытие было). В результате короткого замыкания фазы на землю происходит повреждение фазы трансформатора блока и ГЭС вынуждена остановить 2 гидроагрегата (по главной электрической схеме 2 гидрогенератора работают на один трансформатор блока). Ремонт фазы (даже при наличии запасной) займет не менее 15 дней.

При остановке 2-х гидроагрегатов гидроузел Красноярской ГЭС теряет 1200 м³/с пропускной способности.

Гидроузел не может пропустить всю воду с приточной обеспеченностью 0,1% и для увеличения расхода ГЭС вынуждена будет форсировать уровень верхнего бьефа. Уровень верхнего бьефа будет разрешен государственным органом (паводковой комиссией) на отметке между НПУ = 243,00 м и ФПУ = 245,00 м.

Увеличение расхода через водосливную плотину с 11300 м³/с до 12500 м³/с возможно при увеличении уровня верхнего бьефа на 0,65 м над НПУ, т.е. до отметки 243,65 м, что соответствует емкости водохранилища 74,507 млрд. м³.

Максимальная отметка наполнения водохранилища составит 243,65 м.

Сброс в нижний бьеф не превысит 15500 м³/с.

Сценарий классифицируется как скоротечный, может считаться контролируемым в отношении безопасности людей. По методике системного многофакторного анализа: в случае перелива воды через гребень плотины Красноярской ГЭС ситуация может привести к возникновению 2-х моделей причиной которых являются чрезвычайные паводки: модель повреждения: Увеличение фильтрации и противодействия. Модель разрушения: Размыв основания в НБ с опрокидыванием плотины.

Сценарий 1.2 наиболее тяжелой аварии гидроузла Красноярской ГЭС при пропуске поверочного расхода происходит авария на ГА, затопление Здания ГЭС и посадка на 0.

А. Аварийная ситуация является следствием реализации следующих факторов:

- максимальный поверочный паводок;
- повреждение ГА, что приводит к затоплению Здания ГЭС и посадке станции на 0.

Б. Аварийная ситуация развивается по следующему сценарию:

Гидроузел Красноярской ГЭС работает на уровне приточности обеспеченностью 0,01%, загружены все 12 гидроагрегатов, осуществляется сброс воды через водосливную плотину. Уровень водохранилища поддерживается на отметке НПУ = 243,00 м.

В этих условиях происходит авария на гидроагрегате с затоплением здания ГЭС (аналогично аварии 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС). Учитывая, что основные электросиловые линии и распределительные устройства, устройства управления, автоматики и защиты на

Красноярской ГЭС расположены в здании ГЭС, в результате воздействия воды, ГЭС может потерять все 12 гидроагрегатов.

При остановке 12-ти гидроагрегатов гидроузел Красноярской ГЭС теряет 7200 м³/с пропускной способности.

Гидроузел не может пропустить всю воду с приточностью обеспеченности 0,01% и для увеличения расхода ГЭС вынуждена будет перефорсировать уровень верхнего бьефа. Уровень верхнего бьефа может достичь уровня отметки гребня плотины Красноярской ГЭС.

Максимальная отметка наполнения водохранилища составит 246,92 м.

Сброс воды в нижний бьеф не превысит 18500 м³/с.

Сценарий классифицируется как «федеральный» по классификации чрезвычайной ситуации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. N 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера";

В. Мероприятия по обеспечению безаварийной работы эксплуатационного водосброса Красноярской ГЭС в зимний период:

- Исследования по безопасному режиму эксплуатационного водосброса, выполняемые для Декларации безопасности ГТС КрасГЭС, включающие: определение сбросных расходов, обеспечение санитарных попусков, определение количества ГА, которые обеспечат не работу водосброса в зимний период.

- Моделирование образования и влияния водовоздушного облака на сооружения КрасГЭС.

- Анализ кавитационной безопасности водосброса КрасГЭС в зимний период: определение самоаэрируемого расхода, так как аэрационные отверстия будут во льду; в работе должны находиться все водосбросы КрасГЭС, менять положение затворов или вводить новое количество отверстий не удастся, так как все обледенеет.

- Выполнить прочностные расчеты сооружений, подверженных интенсивному обледенению с целью определения способов их защиты от перегрузок.

- Организация борьбы со льдом и со снегом: разработка методов борьбы.

- Разработка мероприятий по подготовке плотины к зимнему режиму эксплуатации: выявить наличие и устранить все водопроявления на наружные поверхности плотины: так как они за зимний период превратятся в огромные наледи, нагрузки от которых конструкции должны выдерживать и которые к весне придется срезать. Заключить договора с организациями, имеющими в своем составе промышленных альпинистов, которые будут заниматься механической очисткой

сооружений от наледей весь зимний период. Заключить договора с организациями по уборке и вывозке снега, который будет образовываться ежедневно всю зиму.

По методике системного многофакторного анализа: в случае перелива воды через гребень плотины Красноярской ГЭС ситуация может привести к возникновению 2-х моделей причиной которых являются чрезвычайные паводки: модель повреждения: Увеличение фильтрации и противодействия. Модель разрушения: Размыв основания в НБ с опрокидыванием плотины.

С помощью методики системного многофакторного анализа: можно рассмотреть следующие сценарии аварий:

Сценарий по модели разрушения: Размыв основания вследствие фильтрации в нем с провалом части плотины в полость. Причиной такой ситуации является гидростатическое давление, а следствием: размыв вмещающего материала основания.

Сценарий по модели повреждения: забивка дренажа. Причиной являются фильтрационные процессы, связанные со старением.

12.3. Значение степени опасности (вероятности) для сценария наиболее тяжелой и наиболее вероятной аварии и повреждения:

Сценарий 1.1. Оценка вероятности для сценария **наиболее вероятной аварии** производится для следующих последовательно наступающих трех событий:

- прохождение расчетного паводка обеспеченностью 0,1% (вероятность $1 \cdot 10^{-3}$);
 - короткое замыкание фазы линии 500 кВ на землю (вероятность оценивается 0,05, так как при прохождении паводка 2006 года такие замыкания имели место);
 - отказ в работе релейной защиты линии 500 кВ, защиты трансформатора блока от короткого замыкания на землю (вероятность отказа определяется вероятностью отказа элегазового выключателя ОРУ 500 кВ, которая оценивается 0,2).
-

Вероятность сценария для наиболее вероятной аварии оценивается по формуле: $P_{нв}=1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 \cdot 0,2 = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Сценарий 1.2. Оценка вероятности для сценария **наиболее тяжелой аварии** производится для следующих последовательно наступающих двух событий:

- прохождение паводка приточностью 20 600 м³/с с обеспеченностью 0,01% (вероятность $1 \cdot 10^{-4}$);
- разрушение гидроагрегата с затоплением здания ГЭС (вероятность оценивается $3,0 \cdot 10^{-15}$, так как при эксплуатации гидроагрегатов ГЭС с высотными плотинами: Братская ГЭС, Красноярская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС, Саяно-Шушенская ГЭС, Зейская ГЭС, Бурейская ГЭС, Чиркейская ГЭС, произошло только одно полное разрушение гидроагрегата за весь период эксплуатации указанных ГЭС).

Вероятность сценария для наиболее тяжелой аварии оценивается по формуле: $P_{нт}=1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 3,0 \cdot 10^{-15} = 3 \cdot 10^{-19}$ 1/год.

12.4. Максимальное значение вероятности аварии ГЭС, которое может привести к возникновению чрезвычайной ситуации:

Максимальное значение вероятности возникновения аварии, которое может привести к возникновению чрезвычайной ситуации (сценарий наиболее вероятной аварии) по результатам «Расчет размера вреда...» составляет $1,0 \times 10^{-5}$ 1/год.

12.5. Сведения о наличии расчета параметров волны прорыва при гидродинамической аварии, площадь затопления, перечень объектов, попадающих в зону возможного затопления:

Параметры волны прорыва входят в «Перечень сведений, подлежащих засекречиванию Министерства энергетики РФ», утвержденный Приказом Минэнерго России от 31.12.2010 г. №7с, и в данном пункте декларации не приводятся и не приводятся в данном документе.

12.6. Величина размера вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии ГТС:

Величина размера вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии ГТС составит 544688,586 млн. рублей (Пятьсот сорок четыре миллиарда шестьсот восемьдесят восемь миллионов пятьсот восемьдесят шесть тысяч рублей в ценах 2021 года).

– Общий реальный ущерб определялся суммированием всех видов имущественного и экологического ущербов от гидродинамической аварии за исключением ущерба собственнику.

– При оценке величины общего вероятного вреда, учитываемого при определении размера финансового обеспечения гражданской ответственности собственника ГТС, учитывается также социальный ущерб.

В таблице 4 приведены стоимостные показатели ущерба.

Таблица 4 - Стоимостные показатели ущерба

| Обозначение | Наименование ущербов | Величина млн. руб. |
|-------------|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| I_l | СОЦИАЛЬНЫЙ УЩЕРБ | 90080,748 |
| | ИМУЩЕСТВЕННЫЙ УЩЕРБ | |
| I_1 | Ущерб промышленным предприятиям | 4134,100 |
| I_2 | Ущерб объектам транспорта и связи | 0 |
| I_3 | Ущерб жилому фонду и имуществу граждан | 141573,979 |
| I_4 | Расходы на ликвидацию последствий аварии | 29141,615 |
| I_5 | Ущерб сельскохозяйственному производству | 0 |
| I_6 | Ущерб от потери леса как сырья | 0 |
| I_7 | Ущерб водоснабжения | 0 |
| I_8 | Ущерб объектам водного транспорта | 0 |
| I_9 | Ущерб рыбному хозяйству | 0 |
| I_{10} | Ущерб природной среде | 1,125 |

Окончание таблицы 4

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|------------|
| | ИТОГО ПО ИМУЩЕСТВЕННЫМ УЩЕРБАМ | 174846,94 |
| <i>I₁₁</i> | Прочие виды реального ущерба | 17485,081 |
| <i>I_{общ.}</i> | ОБЩИЙ УЩЕРБ | 544688,586 |

12.7. Выводы о соответствии значения риска (вероятности) аварии ГТС допустимому уровню:

Допускаемый риск реализации аварии сооружений I класса в период постоянной эксплуатации составляет $5,0 \cdot 10^{-5}$ 1/год [21].

Сценарий 1.1. Расчетное значение риска рассматриваемого сценария аварии (наиболее вероятного) – перефорсировка уровня верхнего бьефа Красноярского водохранилища при пропуске паводка обеспеченностью 0,1% и короткое замыкание фазы линии 500 кВ на землю, составляет: $P_{не} = 1,0 \cdot 10^{-5}$ 1/год. **Риск аварии** декларируемых ГТС не превышает допустимого значения, приемлем.

Сценарий 1.2. Вероятность сценария для наиболее тяжелой аварии оценивается по формуле: $P_{шт} = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 3,0 \cdot 10^{-15} = 3 \cdot 10^{-19}$ 1/год.

Риск аварии декларируемых ГТС не превышает допустимого значения, приемлем.

Основные результаты анализа риска

Согласно постановления Правительства Российской Федерации «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.05.2007 №304, классифицируется как:

Чрезвычайная ситуация федерального характера, в результате которой количество людей, погибших и (или) получивших ущерб здоровью, составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 1,2 млрд. рублей.

III. Сведения об обеспечении готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии гидротехнического сооружения

13. Сведения о принимаемых на ГТС мерах по обеспечению эксплуатационной надежности, а также по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций:

13.1. Сведения о соответствии системы организации контроля состояния ГТС требованиям безопасности ГТС, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций:

Система организации контроля технического состояния ГТС Красноярской ГЭС, в целом, соответствует требованиям законодательства, нормам и правилам технического регулирования в области безопасности ГТС.

В состав выполняемых на Красноярской ГЭС общих мер по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС входят: проведение регулярных обследований, инструментальных и визуальных контрольных наблюдений за техническим состоянием сооружений; разработка критериев безопасности, диагностических показателей и деклараций безопасности сооружений; проведение необходимых ремонтных и реконструкционных работ на сооружениях; создание запасов материально-технических средств и оборудования для обеспечения безопасной эксплуатации ГТС и предотвращения аварийных ситуаций; выполнение предписаний органов надзора за безопасностью ГТС; подготовка и повышение квалификации эксплуатационного персонала ГТС.

Организации контроля состояния ГТС соответствует требованиям безопасности ГТС.

13.2. Сведения о наличии и состоянии на объекте технических и иных средств для аварийного открытия (закрытия) водосливных и водосбросных устройств ГТС при возникновении угрозы аварийной ситуации:

Для маневрирования затворами водосбросов на гребне плотины установлено 3 козловых крана, хотя по технологическим требованиям необходимо только 2.

Отметка гребня плотины на 5 м выше отметки НПУ, что обеспечивает объём призмы аккумуляции 12 км³ и запас времени

13.3. Сведения о наличии автономных установок, обеспечивающих работу оборудования ГТС при прекращении подачи энергии:

Для обеспечения устойчивой работы двух кранов для маневрирования затворами водосливной плотины на гребне в секции 8 плотины установлена блочно-контейнерная автоматизированная электростанция БАЭКТ-ЛИС 640.1.2 (агрегат дизель электрический, трехфазный с радиаторной водовоздушной системой охлаждения).

13.4. Сведения о наличии аварийных средств связи, в том числе с обслуживающим персоналом, а также локальной системы оповещения:

На декларируемом объекте предусмотрена и поддерживается в постоянной готовности локальная система оповещения персонала и населения о возникновении ЧС на ГТС.

14. Оценка готовности эксплуатирующей организации к предупреждению, локализации и ликвидации чрезвычайных (аварийных) ситуаций на ГТС:

14.1. Сведения о наличии плана действий эксплуатирующей организации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций:

На объекте ПАО «Красноярская ГЭС» разработаны и имеются документы, в которых описаны действия в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций, а также План действий эксплуатирующей организации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

14.2. Сведения о наличии у эксплуатирующей организации необходимого количества специальной техники, средств и строительных материалов для оперативной локализации повреждений и чрезвычайных (аварийных) ситуаций на ГТС:

Материальные ресурсы и строительная техника постоянно находятся на производственной площадке Красноярской ГЭС. Организация хранения обеспечивает своевременное использование при возникновении чрезвычайной ситуации.

14.3. Сведения о наличии и состоянии дорог, мостов, аварийных выходов на территории ГТС и прилегающей к нему территории:

Дороги, мосты и подъезды в целом находятся в работоспособном состоянии.

Аварийные выходы из зданий и сооружений и с затопляемых отметок в плотине находятся в работоспособном состоянии, к ним имеется свободный доступ.

14.4. Сведения о наличии и укомплектованности аварийно-ремонтных и аварийно-спасательных бригад:

Нештатные формирования по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне включают:

- 3 звена команды охраны общественного порядка в количестве 20 чел.;
- 3 звена санитарная дружина в количестве 7 чел.;
- 1 звено по обслуживанию защитных сооружений в количестве 7 чел.;
- 1 звено связи в количестве 7 чел.;
- 1 пост радиационного и химического наблюдения в количестве 3 чел.

Сведения о материальных ресурсах необходимых для ликвидации ЧС приведены в пункте 13.2.

14.5. Сведения о проводимых учениях, тренировках и занятиях работников эксплуатирующей организации по предупреждению, локализации и

ликвидации чрезвычайных (аварийных) ситуаций по возможным сценариям их развития на ГТС, включая результаты данных мероприятий:

Противоаварийная подготовка эксплуатационного персонала организована в соответствии с требованиями Федеральных законов «О гражданской обороне» от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ и «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ.

Профессиональная и противоаварийная подготовка персонала Красноярской ГЭС представляет собой систему мероприятий, направленных на исключение травматизма на производстве, организацию оперативных действий соответствующих служб при возникновении аварий и чрезвычайных ситуаций, и включает систему допусков к обслуживанию технологического оборудования, проверку знаний по технике безопасности и действиям в условиях ЧС. На Красноярской ГЭС регулярно, в соответствии с утвержденным графиком, проводится подготовка персонала путем обучения и плановых занятий с целью проверки знаний по ликвидации возможных дефектов и аварийных ситуаций на ГТС.

IV. Порядок информирования населения, федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности ГТС, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на ГТС аварийных ситуациях

15. Сведения о порядке информирования населения, органов надзора, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и территориальных органов Министерства Рос-

сийской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий о возможных и возникших на ГТС аварийных ситуациях:

Для информирования населения о возникновении ЧС на гидротехнических сооружениях предусмотрено оповещение начальником смены станции диспетчера ОДС Красноярского РДУ, оперативного дежурного главного управления ГО и ЧС Красноярского края, отдела ГО и ЧС г. Дивногорска по каналам телефонной связи. Информация населению доводится через каналы связи ГО и ЧС местного телевидения и радио.

На декларируемом объекте предусмотрена и поддерживается в постоянной готовности локальная система оповещения персонала и населения о возникновении ЧС на ГТС.

Начальник отдела ГО города во взаимодействии с органами местного самоуправления информируют население об угрозе или возникновении ЧС и обеспечивают проведение мероприятий по организации защиты и эвакуации населения в безопасные районы.

Информация о безопасности гидротехнических сооружений, защите населения и окружающей среды от аварий и ЧС, предоставляемая населению и органам местного самоуправления в установленном порядке, содержит в себе сведения о прогнозируемых на объекте ЧС и их возможных последствиях для населения и окружающей среды, способах защиты и необходимых действиях при возникновении аварийных ситуаций на ГТС.

Декларация безопасности, заверенная декларантом, хранится у декларанта и в органе государственного надзора.

Информация, содержащаяся в декларации безопасности, может предоставляться иным заинтересованным юридическим и физическим лицам в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Ответственным за предоставление информации, содержащейся в Декларации безопасности, является Генеральный директор Красноярской ГЭС.

V. Оценка уровня безопасности ГТС, а также перечень необходимых мероприятий по обеспечению безопасности

16. Итоговая оценка уровня безопасности ГТС:

Результаты количественной оценки риска аварий на ГТС Красноярской ГЭС, выполненные в соответствии с рекомендациями СТО 70238424.27.140.026–2009 [27], свидетельствуют, что итоговая расчетная величина вероятности возникновения аварии на ГТС Красноярской ГЭС – 1×10^{-5} 1/год. Полученное значение не превышает допустимого нормами значения вероятности возникновения аварий на ГТС I класса – 5×10^{-5} 1/год.

В целом, выполненная в ходе разработки Декларации и критериев безопасности оценка состояния сооружений, проведенные анализ и итоговая оценка безопасности ГТС, а также оценка предусмотренных на объекте мер обеспечения надежности ГТС, позволили сделать следующие выводы:

- расчетное значение размера вероятного ущерба в результате возможной аварии гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС составляет в ценах 2021 года **544688,586 млн. рублей**;
- возможная авария на ГТС Красноярской ГЭС с учетом возможного числа пострадавших и размера имущественного ущерба и зоны распространения классифицируются как «*федеральная*»;
- риск возникновения аварии является *приемлемым*;

Основными причинами снижения уровня безопасности декларируемых гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС являются:

- Частичная неработоспособность телеметрической КИА, установленной на ГТС, связанная с длительным сроком службы приборов.
 - Выполнение мероприятий и предписаний, направленных на обеспечение безопасности ГТС с переносом сроков.
-

17. Перечень мер по обеспечению технически исправного состояния ГТС и его безопасности, а также по предотвращению аварий ГТС:

Во исполнение требований статьи 9 Федерального закона от 21.07.1997 № 117-ФЗ (ред. от 8.12.2020) «О безопасности гидротехнических сооружений» и раздела 3 «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», утвержденных приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. № 229, в акте преддекларационного обследования от 27.04.2015 г. предусмотрена необходимость выполнения следующих мероприятий приведенных в таблице 5:

Таблица 5 - Наименования мероприятий по обеспечению технически исправного состояния ГТС

| № позиции | Наименование |
|-----------|--|
| 1 | Выполнить ремонт крепления правобережного откоса и причала разгрузки рабочих колес в нижнем бьефе Красноярской ГЭС |
| 2 | Разработать современную информационно - диагностическую систему (ИДС) контроля состояния ГТС |
| 3 | Организовать аппаратную безопасного хранения данных технологического процесса Красноярской ГЭС |
| 4 | Разработать постоянно действующую модель системы «Плотина - основание», позволяющую оценивать прочность и устойчивость ГТС с учетом НДС, а также данных натурных наблюдений |
| 5 | В соответствии с ПТЭ п.3.1.1 Все напорные гидротехнические сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от их состояния должны периодически подвергаться многофакторному исследованию с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности с привлечением специализированных организаций. По результатам исследований должны быть приняты меры к обеспечению технически исправного состояния гидротехнических сооружений и их безопасности. |

Окончание таблицы 5

| | |
|---|--|
| 6 | Выполнить специальные исследования: Выявление возникновения в основании плотины зон с повышенной водопроницаемостью и пониженными физико-механическими свойствами с применением геофизических исследований |
| 7 | Организовать ведение научного сопровождения гидротехнических сооружений с помощью научно-исследовательских институтов |
| 8 | В соответствии с ПТЭ п.3.1.1 Все напорные гидротехнические сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от их состояния должны периодически подвергаться многофакторному исследованию с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности с привлечением специализированных организаций. По результатам исследований должны быть приняты меры к обеспечению технически исправного состояния гидротехнических сооружений и их безопасности. |

VI. Порядок осуществления мероприятий по консервации или ликвидации (в случае утраты или отсутствия проектной документации) ГТС (при консервации или ликвидации ГТС)

18. Обоснование технических решений по остановке эксплуатации в проектном режиме и выполнению консервации (ликвидации) ГТС и их оборудования:

Расположенные в левобережной глухой части плотины водозаборы высоконапорной гидравлической лаборатории (ВГЛ) в настоящее время заглушены. ОАО «Ленгидропроект» в 2014 г. разработал «Проект консервации глубинных водозаборов высоконапорной гидравлической лаборатории Красноярской ГЭС»

Работы по проекту консервации глубинных водозаборов высоконапорной гидравлической лаборатории Красноярской ГЭС выполнены в 2015 г.

19. Сведения о мероприятиях по консервации (ликвидации) ГТС и последовательность их выполнения:

19.1. Сведения о мероприятиях по консервации (ликвидации) основных сооружений и оборудования ГТС:

Сведения отсутствуют.

19.2. Сведения о мероприятиях по обеспечению возможности перехвата, отвода и (или) пропуска расчетных расходов воды через законсервированные (ликвидируемые) ГТС:

Сведения отсутствуют.

19.3. Сведения о мероприятиях по поддержанию в надлежащем работоспособном состоянии сооружений, конструкций и (или) их элементов, обеспечивающих долговременную сохранность, устойчивость и прочность законсервированных (ликвидируемых) ГТС, а также защиту окружающей среды, безопасность населения и имущества на территориях в зоне влияния ГТС, в первую очередь водопропускных, водосборных, дренажных и водоотводящих сооружений:

Сведения отсутствуют.

19.4. Сведения о мероприятиях по защите законсервированных (ликвидируемых) ГТС от неблагоприятных природных воздействий (температуры, ветра, солнца, атмосферных осадков) и предотвращению возникновения различных видов коррозии и (или) эрозии:

Сведения отсутствуют.

19.5. Сведения о мероприятиях по осуществлению на территории законсервированных (ликвидируемых) ГТС натуральных наблюдений (мониторинга), необходимых для контроля безопасности ГТС и территорий в зоне влияния ГТС:

Сведения отсутствуют.

19.6. Сведения о мероприятиях по предотвращению несанкционированного доступа на территорию законсервированных (ликвидируемых) ГТС, обеспечению их охраны:

Сведения отсутствуют.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования были рассмотрены вопросы, связанные с системой контроля и диагностики состояния гидротехнического сооружения Красноярская ГЭС.

На примере Красноярской гидроэлектростанции были разработаны декларация безопасности по новой форме в соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 9 декабря 2020 года N 509, разработка критериев безопасности для сооружения выполнена в соответствии с приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24 января 2013 года N 25, проведен расчет вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

1. Рассмотрены основные сведения Красноярской ГЭС;
2. Определен состав и сроки составления декларации безопасности;
3. Проведен анализ и оценка безопасности ГТС, включая определение возможных источников опасности.

В целом, выполненная в ходе разработки декларации и критериев безопасности оценка состояния сооружений, проведенные анализ и итоговая оценка безопасности ГТС, а также оценка предусмотренных на объекте мер обеспечения надежности ГТС, позволили сделать следующие выводы:

- расчетное значение размера вероятного ущерба в результате возможной аварии гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС составляет в ценах 2021 года 544688,586 млн. рублей;
- возможная авария на ГТС Красноярской ГЭС с учетом возможного числа пострадавших и размера имущественного ущерба и зоны распространения классифицируются как «федеральная»;
- риск возникновения аварии является приемлемым.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный Закон РФ от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Постановление Правительства от 3 октября 2020 года N 1596 «Об утверждении Правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. Постановление Правительства от 21 августа 2014 г. № 837 «О внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации по вопросам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
4. Приказ МЧС РФ и Госгортехнадзора РФ от 24 сентября 2002 г. № 446/167 «Об организации контроля за соответствием состояния гидротехнического сооружения и зоны причинения вероятного вреда расчетным параметрам, исходя из которых определена величина финансового обеспечения гражданской ответственности» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
5. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений). Утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 года N 516 [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

6. Федеральный закон от 24.07.98 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

7. Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

8. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

9. Постановление Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений"[Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

10. Постановление правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

11. Федеральный закон от 29.11.2018 г. № 459-ФЗ «О федеральном бюджете на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

12. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 876 «О ставках платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности» (ред. от 29.12.2017) [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

13. Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 № 25 (ред. от 25.08.2015). Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) вод-

ных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства) [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

14. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. –М.: Госстандарт России, 1995.

15. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением N 1) – М.: Минстрой России, 2018. [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

16. ГОСТ Р 22.2.09-2015 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

17. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 (с изменениями от 2 ноября 2018 года № 451) [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

18. Приказ Минприроды России от 25.11.2020 № 965 «Об утверждении нормативов допустимого изъятия охотничьих ресурсов и нормативов численности охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях» [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

19. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений». Собрание законодательства Российской Федерации. 1997 №30. ст. 3589.

20. Золотов Л.А., Иващенко И.Н., Радкевич Д.Б. Оперативная количественная оценка уровня безопасности эксплуатируемых гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 1977. № 2. с. 40 — 43.

21. Стефанишен Д.Б. Первоочередные задачи по вероятностным расчетам сооружений при составлении деклараций их безопасности // Гидротехническое строительство, 1988. № 10. с.1 — 6.
22. Царев А.И., Иващенко И.Н., Малаханов В.В., Блинов И.Ф. Критерии безопасности гидротехнических сооружений как основа контроля их состояния // Гидротехническое строительство. 1994. № 1. с. 9 — 14.
23. Рекомендации по определению предельно допустимых значений показателей состояния и работы гидротехнических сооружений. П836-85/Гидропроект им. С.Я. Жука. М.; Гидропроект. 1985.
24. Рекомендации по оценке надежности гидротехнических сооружений. П-842-86/Гидропроект им. С.Я. Жука. М.: Гидропроект. 1986.
25. Юделевич А.М. Оценка надежности гравитационных бетонных плотин на скальных основаниях на этапах проектирования, строительства и эксплуатации: Дис. ... канд. тех. наук: 05.23.07 / Юделевич Александр Михайлович — Санкт-Петербург, 2017. – 292 с.
26. Стефаненко Н.И. Совершенствование системы геодезического мониторинга арочно-гравитационной плотины Саяно-Шушенской ГЭС: Дис. ... канд. тех. наук: 25.00.32 / Стефаненко Николай Иванович. – Новосибирск, 2010. – 21 с.
27. СТО 70238424.27.140.026–2009 Гидроэлектростанции оценка и прогнозирование рисков возникновения аварий гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] // «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуще- ству физических и юридических лиц в результате аварии гидротехниче- ского сооружения – «Красноярская гидроэлектростанция»

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| <u>Введение</u> | 78 |
| <u>1</u> <u>Общая информация</u> | 79 |
| <u>1.1</u> <u>Наименование владельца ГТС, его реквизиты</u> | 79 |
| <u>1.2</u> <u>Дата составления расчета</u> | 79 |
| <u>1.3</u> <u>Основание для проведения расчета</u> | 79 |
| <u>2</u> <u>Указания на используемые нормативные документы и</u> <u>методические рекомендации, обоснование их</u> <u>использования</u> | 80 |
| <u>3</u> <u>Перечень использованных исходных данных с</u> <u>указанием источников их получения</u> | 82 |
| <u>4</u> <u>Принятые допущения</u> | 83 |
| <u>4.1</u> <u>Показатели экономического развития регионов</u> | 83 |
| <u>4.2</u> <u>Общие допущения по оценке величины возможного</u> <u>реального ущерба</u> | 90 |
| <u>5</u> <u>Порядок расчета</u> | 90 |
| <u>6</u> <u>Определение размера вероятного вреда</u> | 92 |
| <u>6.1</u> <u>Социальный ущерб</u> | 92 |
| <u>6.2</u> <u>Ущерб промышленным предприятиям</u> | 99 |

| | |
|--|-----|
| <u>6.3 Ущерб элементам транспорта и связи</u> | 101 |
| <u>6.4 Ущерб жилому фонду и имуществу граждан</u> | 103 |
| <u>6.5 Расход на ликвидацию последствий аварии</u> | 104 |
| <u>6.6 Ущерб сельскохозяйственному производству</u> | 104 |
| <u>6.7 Ущерб лесному фонду от потери леса как сырья</u> | 105 |
| <u>6.8 Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения</u> | 105 |
| <u>6.9 Ущерб объектам водного транспорта</u> | 105 |
| <u>6.10 Ущерб рыбному хозяйству</u> | 105 |
| <u>6.11 Ущерб природной среде</u> | 106 |
| <u>6.12 Ущерб от сброса (выброса) опасных веществ (отходов шламонакопителей, шламохранилищ, золошлакоотвалов, накопителей сточных вод) в результате аварии ГТС</u> | 106 |
| <u>6.13 Прочие виды ущерба</u> | 110 |
| <u>6.14 Имущественный ущерб</u> | 110 |
| <u>6.15 Общий ущерб</u> | 110 |
| <u>6.16 Размер вероятного вреда от аварии ГТС</u> | 111 |
| <u>Заключение</u> | 113 |
| <u>Нормативно-техническая (ссылочная) литература</u> | 114 |
| <u>Приложение А (обязательное) Основные сценарии аварий ГТС, принятые к расчету вероятного вреда</u> | 117 |
| <u>Сценарий А2 наиболее вероятной аварии</u> | 117 |
| <u>Сценарий А1 наиболее тяжелой аварии</u> | 118 |

| | |
|---|-----|
| <u>Приложение Б (обязательное) Результаты расчета</u> | |
| <u> параметров зон аварийного воздействия при наиболее</u> | |
| <u> тяжелой и наиболее вероятной авариях ГТС</u> | 119 |
| <u>Расчет зон затопления</u> | 119 |
| <u>Результаты расчета зон затопления в верхнем и нижнем</u> | |
| <u> бьефах Красноярской ГЭС</u> | 120 |
| <u>Приложение В (обязательное) Исходные данные для</u> | |
| <u> расчета вероятного вреда от аварий ГТС</u> | 121 |
| <u>Состав и общие характеристики ГТС, входящих в</u> | |
| <u> комплекс ГТС Красноярской ГЭС</u> | 121 |
| <u>Водохранилище Красноярской ГЭС</u> | 122 |
| <u>Природные условия</u> | 122 |
| <u>Природно-климатические условия района и</u> | |
| <u> гидрологические особенности водотока</u> | 122 |
| <u>Инженерно-геологические условия</u> | 125 |
| <u>Общая характеристика топографии</u> | 127 |
| <u>Сейсмическая активность</u> | 128 |
| <u>Оползневые явления</u> | 129 |
| <u>Провалы</u> | 131 |
| <u>Селевая и лавинная опасность</u> | 131 |
| <u>Комплект документов декларирования безопасности</u> | |
| <u> ГТС</u> | 131 |

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий расчет вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии гидротехнических сооружений выполнен в составе работ по разработке Декларации безопасности гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС.

«Расчет вероятного вреда...» разрабатывается во исполнение Федерального закона от 21.07.97 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] и является обязательным приложением к декларации безопасности ГТС.

Основной целью работы является расчет размера вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнических сооружений, для определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности владельца ГТС за вред, причиненный аварией.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование владельца ГТС, его реквизиты

Собственником гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС является Публичное акционерное общество «Красноярская ГЭС» (ПАО «Красноярская ГЭС»).

Реквизиты ПАО «Красноярская ГЭС»:

Юридический адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск;

Почтовый адрес:

663090, Российская Федерация, Красноярский край, г. Дивногорск, а/я 99;

Телефон: (39144) 63-359;

Факс: (39144) 3-71-34;

e-mail: kges@kges.ru;

сайт в интернете: www.kges.ru;

ИНН 2446000322, КПП 997450001;

Банковские реквизиты:

р/с 40702810800340000359;

Ф-л Банка ГПБ (АО) в г. Красноярске;

БИК 040407877;

к/с 30101810100000000877.

Дата составления расчета

Дата составления расчета – 8.05.2021.

Основание для проведения расчета

Основание для проведения расчета вероятности вреда: Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [1], постановление Правительства от 3 октября 2020 года N 1596 «Об утверждении Правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения» [2], постановление Правительства от 21 августа 2014 г. № 837 «О внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации

по вопросам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений» [3], Приказ МЧС РФ и Госгортехнадзора РФ от 24 сентября 2002 г. № 446/167 «Об организации контроля за соответствием состояния гидротехнического сооружения и зоны причинения вероятного вреда расчетным параметрам, исходя из которых определена величина финансового обеспечения гражданской ответственности» [4].

УКАЗАНИЯ НА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ, ОБОСНОВАНИЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Для определения размера вероятного вреда от аварии ГТС используется метод укрупненных показателей.

Метод базируется на использовании данных о параметрах аварии и данных макроэкономического развития регионов, подверженных негативному воздействию этой аварии.

Для определения размера вероятного вреда от аварии ГТС в денежном выражении применяется:

Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений), утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 года N 516 (далее по тексту Методика) [5].

Для назначения размера финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварий ГТС, в том числе обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии ГТС применяется:

Федеральный закон от 24.07.98 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [6];

Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» [7];

Для определения классификации чрезвычайной ситуации применяется:

Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [8].

Для определения класса ГТС в зависимости от значений последствий возможных гидродинамических аварий применяется:

Постановление Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений" [9].

Для определения норматива платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты, ставки платы за единицу площади лесного участка и коэффициентов, учитывающих экологические факторы по бассейнам морей и рек, применяются:

Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [10];

Постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.17 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» [11].

Для определения коэффициентов учитывающих индексацию цен применяется:

Федеральный закон от 29.11.2018 г. № 459-ФЗ «О федеральном бюджете на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов» [12].

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ С УКАЗАНИЕМ ИСТОЧНИКОВ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Исходные данные, необходимые для определения размера вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварий ГЭС «Красноярская гидроэлектростанция» включают:

текущее состояние ГЭС, в том числе основные чертежи, картографические материалы, сведения по оценке воздействия ГЭС на природную среду;

результаты проектных, изыскательских работ, эксплуатационные материалы и результаты обследований, оценок технического состояния ГЭС;

основные показатели социально-экономического развития района расположения ГЭС взяты с Интернет-портала Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю (сайт <https://krasstat.gks.ru/>).

Исходной информацией для определения расчета вероятного вреда являются:

обоснование сценариев реализации наиболее тяжелой и наиболее вероятной аварий ГЭС (см. приложение Б), в которых приведены данные о возможных зонах воздействия аварии ГЭС;

значения величин негативных воздействий аварии ГЭС;

Исходные данные, а именно материалы о состоянии ГЭС «Красноярская гидроэлектростанция», сведения по оценке воздействия ГЭС на природную среду приведены в приложении Г.

ПРИНЯТЫЕ ДОПУЩЕНИЯ

Показатели экономического развития регионов

Республика Хакасия

Название субъекта РФ: Республика Хакасия

Год создания: 1991 год

Административный центр: г. Абакан. Численность населения — 187 239 тыс. жителей (2021). Площадь города — 112,38 кв. км, плотность населения города - 1662 чел./км².

Площадь Республики Хакасия, кв. км – 61569

Численность населения – 532 036 тыс. чел.

Плотность населения (чел, на 1 кв. км.) – 8,64

В **городской** местности республики проживает 363,6 тыс. человек, что составляет 68% от общей численности населения, в **сельской** – 170,5 тыс. человек.

Численность экономически активного населения в республике составляет 311,2 тыс. чел.

Лесные ресурсы

Леса Хакасии являются одним из основных видов природных ресурсов и играют важнейшую роль в развитии экономики и особую роль - в охране окружающей среды.

Лесной фонд Республики Хакасия составляет 3988,2 тыс. га, занимая две трети ее территории. Около 96% лесного фонда приходится на горные леса, имеющие повышенное водорегулирующее и почвозащитное значение.

Особую ценность в Хакасии представляют кедровые леса, которые составляют 29% общего лесного фонда. 20% территории Хакасии занимает степной пояс.

Общий запас древесины основных лесообразующих пород составляет 438 млн. м³. В т.ч. хвойных пород – 127 млн. м³.

Растительность Хакасии насчитывает более 1,5 тыс. видов высших растений. Около 300 видов растений являются лекарственным и техническим сырьем. Наиболее ценными пищевыми растениями являются черемша и папоротник-орляк, объемы которых значительны.

В республике – 2 государственных заповедника, 4 зоологических заказника республиканского значения, более 100 памятников природы. Несмотря на техногенное воздействие на окружающую среду существующих и строящихся объектов, экологическая ситуация оценивается как удовлетворительная.

Земельные ресурсы

Общая площадь земельного фонда — 6156,9 тыс. га.

Наибольшую площадь земель сельскохозяйственного назначения занимают черноземы различной гумусированности (в основном слабогумусные).

Животный мир

На территории региона обитает 34 вида млекопитающих и 61 вид птиц, являющихся объектами охотничьего промысла и любительской охоты. Из них 28 видов занесены в Красную книгу Республики Хакасия.

К охотничьим ресурсам в районах республики, попадающих в зону возможного затопления в результате возможной аварии гидротехнических сооружений Красноярский ГЭС, относятся: заяц-русак, лисица обыкновенная, степной хорек, суслик, бородатая куропатка, ондатра.

Общий рыбохозяйственный фонд Республики состоит из 190 больших и малых рек и 500 озер, в которых обитают 34 вида рыб (в том числе наиболее ценные – хариус, таймень, ленок).

В Республике ведутся работы по воспроизводству ценных видов рыб: Белоярский осетрово-сиговый рыбозавод выпускает в водоемы Хакасии порядка 1 млн. особей осетровых и 7 млн. сиговых.

Растительные ресурсы

В зоне возможного затопления в результате возможной аварии гидротехнических сооружений Красноярский ГЭС произрастает 23 редких и исчезающих вида растений и грибов, занесенных в Красную книгу Республики Хакасия, в том числе:

1. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) Астрагал Ионы - *Astragalus ionae* Palib. (1946).
2. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) Копеечник минусинский - *Hedysarum minusinense* B. Fedtsch. (1902).
3. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) Лядвенец Сергиевской - *Lotus sergievskiae* R. Kam et Kovalevsk (1981).
4. Семейство Бобовые — Fabaceae (Leguminosae) Остролодочник волосистоплодный
5. *Oxytropis eriocarpa* Bunge (1874).
6. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) - Остролодочник нагой - *Oxytropis nuda* Basil. (1924).
7. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) - Остролодочник песколюбивый - *Oxytropis ammophila* Turcz. (1840).
8. Семейство Бобовые - Fabaceae (Leguminosae) - Остролодочник узколисточковый
9. *Oxytropis stenofoliola* Polozh. (1990).
10. Семейство Гребенщиковые - Tamaricaceae Мирикария золотистая, прицветниковая - *Muricaria bracteata* Royle (1839).
11. Семейство Кермековые - Limoniaceae Кермек крупнокорневой - *Limonium macrorhizon* (Ledeb.) O. Kuntze (1829).
12. Семейство Кипрейные - Onagraceae Двулепестник парижский - *Circaea lutetiana* L.
13. Семейство Кувшинковые - Nymphaeaceae Кубышка желтая - *Nuphar lutea* (L.) Smith (1753).
14. Семейство Кувшинковые - Nymphaeaceae Кубышка малая - *Nuphar pumila* (Timm) DC. (1792).

15. Семейство Кувшинковые - Nymphaeaceae Кувшинка белая - *Nymphaea Candida* J. Presl (1821).
16. Семейство Лилейные - Liliaceae - Гусинолук длиннострелковый - *Gagea longiscapa* Grossh. (1935).
17. Семейство Лилейные - Liliaceae - Гусинолук Федченко - *Gagea fedtschenkoana* Pascher (1906).
18. Семейство Лилейные - Liliaceae - Лилия карликовая - *Lilium rumilum* Delile (1813)
19. Семейство Луносемянниковые - Menispermaceae - Луносемянник даурский - *Menispermum dauricum* DC. (1817).
20. Семейство Орхидные - Orchidaceae - Венерин башмачок, капельный, пятнистый - *Cypripedium guttatum* Sw. (1800).
21. Семейство Сложноцветные (Астровые) - Asteraceae (Compositae) Полынь Мартьянова - *Artemisia martjanovii* Krasch. Ex Poljak (1955).
22. Семейство Фиалковые - Violaceae Фиалка надрезанная - *Viola incisa* Turcz. (1842).
23. Семейство Плютеевые - Pluteaceae Вольвариелла атласная (шелковистая) - *Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer (1951).

В таблице 6 приведены основные показатели уточненного прогноза социально-экономического развития Республики Хакасия на 2010 - 2012 годы.

Таблица 6 - Основные показатели уточненного прогноза социально-экономического развития Республики Хакасия на 2010 - 2012 годы

| № позиции | Показатели | Единица измерения | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. январь-сентябрь |
|-----------|--|--|---------|---------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Численность постоянного населения (в среднегодовом исчислении) | тыс. человек | 532,3 | 532,2 | 532,2 |
| 2 | Валовой региональный продукт | млрд. руб. в ценах соответствующих лет | 83,80 | 93,7 | 91,85 |
| 3 | Продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий | млн. руб. в ценах соответствующих лет | 7485,6 | 8385 | 3829,7 |

В зону возможного затопления в результате возможной аварии гидро-технических сооружений Красноярской ГЭС попадают земли Абаканского, Алтайского и Богградского районов республики.

Красноярский край

В таблице 7 приведены основные показатели Красноярского края.

Таблица 7 – Основные показатели Красноярского края

| | |
|------------------------|---|
| Площадь территории | 2 366 800 км ² |
| Протяженность | с севера на юг — 3 000 км с запада на восток — 1 250 км |
| Население | 2 852 800 чел. |
| Плотность населения | 1,2 человек на км ² |
| Доля населения | городское — 2 180 800 (76,4%) сельское — 672 000 (23,5%) |
| Административный центр | Красноярск (1 035 500 чел.) |

Территория края простирается от Северного Ледовитого океана до южных склонов Алтайско-Саянской горной системы, занимает центральное географическое положение в России.

Особенности рельефа

Протяжённость территории края определила разнообразие ландшафтов: на севере — полярная тундра, в средней части — обширные лесные массивы, в южной — равнины, переходящие в горную местность.

Срединная часть края — Среднесибирское плоскогорье с Енисейским кряжем и Западно-Сибирская равнина, протянувшаяся неширокой лентой по левому берегу Енисея — лесостепь, горнолесные и степные районы Минусинской котловины.

Климат

Климатические условия отличаются значительным разнообразием и контрастами. В средней части — климат континентальный умеренный, на юге — резко континентальный.

Растительные ресурсы (флора)

Общий запас древесины основных лесобразующих пород — 7376,16 млн. м³.

Общий запас древесины — 14,4 млрд. м³. Основные лесобразующие породы — лиственница сибирская, сосна, кедр, ель, пихта, осина, берёза. Леса имеют высокое эксплуатационное значение. Среди более 450 видов растений имеется значительное число промышленно-ценных видов, в т.ч. лекарственных растений. Около 60 видов растений — под охраной государства.

Зоологические ресурсы (фауна)

Промысловое значение имеют пушные звери соболь, белка, песец, горностай, дикий северный олень. Промысловые рыбы — осетр, стерлядь, таймень, хариус, сиг, чир, пелядь и др.

Водные ресурсы

На территории края — 204 тыс. рек, 185 тыс. озер, 5 водохранилищ энергетического назначения, включая водохранилище Красноярской ГЭС.

Земельные (почвенные) ресурсы

Площадь закрепленных охотничьих угодий — 126204 тыс. га.

Сельское хозяйство

Основные отрасли — растениеводство; производство зерна; животноводство; пушной и рыбный промысел.

Доля продукции растениеводства региона в объёме производства СФО в 2014 году — 18,6% (2-е место в СФО).

Край полностью обеспечивает себя зерном, картофелем, овощами, молоком, яйцами.

Транспорт

Основные грузовые и пассажирские потоки обслуживаются железнодорожным, речным и автомобильным транспортом. На севере края важная роль принадлежит речному транспорту и авиации.

В южные районы перевозки осуществляются по магистральным железным дорогам, автомобильным дорогам и речным путям.

Протяженность внутренних водных путей края — 6042 км.

Ключевую роль играет Красноярская железная дорога, перевозящая 78,8% всех грузов в крае. Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования — 2068 км. Плотность железнодорожных путей — 9 км на 10 тыс. км² территории (по России — 50 км). С запада на восток территорию края пересекают две основные железнодорожные магистрали России — часть Транссибирской магистрали (648 км в пределах края) и Южно-Сибирская магистраль (805 км). Центральная часть региона имеет хорошее железнодорожное сообщение со всеми промышленно-развитыми городами края и регионами России.

Протяжённость автомобильных дорог общего пользования и ведомственных — 26 967 км. Плотность автомобильных дорог общего пользования с твёрдым покрытием — 11,3 км на 1000 км².

Общие допущения по оценке величины возможного реального ущерба

Коэффициенты усредненной степени потери балансовой стоимости зданий и сооружений в зависимости от этажности, типов зданий и сооружений и количества дней затопления, исходя из натуральных исследований и экспертных оценок, приняты при проведении расчета вероятного вреда на основании данных [7] приведенных в таблице 8.

Таблица 8 - Коэффициенты усредненной степени потери балансовой стоимости зданий и сооружений

| Тип сооружений | 1-3 суток | 4-5 суток | 6-8 суток | 9-10 и более суток |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| здания деревянные, саманные одноэтажные и двухэтажные | 0,15 | 0,30 | 0,40 | 0,70 |
| здания кирпичные, каменные и бетонные одноэтажные | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,25 |
| здания кирпичные, каменные и бетонные двухэтажные | 0,008 | 0,05 | 0,07 | 0,12 |
| здания кирпичные, каменные, керамзитобетонные, бетонные и железобетонные более двух этажей | 0,006 | 0,04 | 0,06 | 0,10 |
| инженерное оборудование | 0,06 | 0,12 | 0,16 | 0,28 |
| коммуникации | 0,04 | 0,12 | 0,15 | 0,30 |
| прочие сооружения | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,12 |

ПОРЯДОК РАСЧЕТА

Выполнению расчета вероятного вреда предшествует обоснование сценариев реализации наиболее вероятной и наиболее тяжелой аварий ГТС на начальном этапе, которого производится идентификация опасностей ГТС, включающая:

предварительный анализ опасностей ГТС;

разработку перечня возможных процессов и событий, приводящих к аварии ГТС;

формирование перечня основных возможных сценариев аварий ГТС;

ранжирование основных сценариев возникновения и развития аварий и чрезвычайных ситуаций на ГТС по уровню риска для обслуживающего персонала, населения, имущества физических и юридических лиц, природной среды.

Для определения вероятного вреда от затопления территории в результате прохождения волны прорыва необходимо оценить зону затопления и гидродинамические параметры потока:

максимальные значения глубины и скорости потока в зоне затопления;

время от начала аварии до прихода в данную точку местности прорывной волны;

Размер вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС определяется по формулам, приведенным в Методике [5] и включает:

оценки вероятного числа погибших и пострадавших при аварии ГТС людей среди персонала ГТС, населения постоянного проживания и населения временного нахождения;

оценку социального ущерба от аварий ГТС в денежном выражении;

оценки основных составляющих имущественного ущерба от аварий ГТС в денежном выражении;

оценки ущерба природной среде от аварии ГТС в денежном выражении;

оценку общего ущерба от аварий ГТС в денежном выражении;

оценку величины вероятного вреда от аварий ГТС в денежном выражении.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА

В соответствии с п. 11 Методикой [5] расчет вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС, выполняется для сценария наиболее тяжелой аварии ГТС, а также для сценария наиболее вероятной аварии ГТС.

Гидродинамическая авария рассматривается на ГТС «Красноярская ГЭС», исходя из рассмотренных сценариев, вероятности возникновения и тяжести возможных аварий.

Размер вероятного вреда оценивается как в целом, так и для отдельных составляющих этого вреда.

Вероятный вред определяется в денежном выражении.

В соответствии с Приложением 1 Методики:

Для сценария наиболее тяжелой аварии - Сценарий А1 рассматривается разрушение напорного фронта, сопровождающееся образованием прорана, в который происходит, излив воды, неконтролируемый персоналом ГТС. Так как результаты волны прорыва в результате такой аварии являются секретными, то в данной работе не рассматриваются.

Для сценария наиболее вероятной аварии - Сценарий А2 Повреждения отдельных элементов сооружения, приведшие к необходимости аварийного понижения напора на ГТС и сопровождавшиеся сбросом воды.

Описание причин и развития аварийных ситуаций приведены в приложении Б.

Расчеты ущерба для Сценария А2.

Социальный ущерб

Число погибших ($N_{л11}$) и пострадавших ($N_{л12}$) среди работников ГТС

Согласно п. 61 При оценке социального ущерба от аварии ГТС принимается, что:

- основной вклад в размер социального ущерба от аварии ГТС вносит возможный социальный ущерб в зоне затопления в нижнем бьефе ГТС; в верхнем бьефе ГТС возвратные и безвозвратные потери людей не ожидаются;
- оценка числа погибших и пострадавших не производится, если люди, находящиеся в зоне затопления, в которой время добегания волны прорыва превышает 24 часа, могут быть полностью эвакуированы;
- в зоне катастрофических разрушений, когда отсутствует время для эвакуации людей, принимается, что аварийному воздействию подвергается 100% людей, попавших в зону затопления;
- в зонах сильных, средних и слабых разрушений, когда эвакуация людей производится частично, принимается, что воздействию подвергается 75% людей, попавших в зону затопления.
- Оценка тяжести людских потерь при аварии ГТС производится по показателям, приведенным в таблице 9 к Методике.

Согласно п. 63 Методики Число погибших ($N_{л11}$) и пострадавших ($N_{л12}$) работников ГТС, которые при исполнении своих служебных обязанностей находились в зоне затопления, определяется численностью работников ГТС $N_{\text{раб ГТС}}$, которые могут оказаться в зоне затопления при аварии ГТС.

Общие потери среди работников ГТС принимаются равными 60% от численности персонала ГТС, находящегося в зоне катастрофических разрушений; из них безвозвратные потери ($N_{л11}$) составят 40% от общих потерь, возвратные потери ($N_{л12}$) - 60% от общих потерь в соответствии с показателями, приведенными в таблице 9 к Методике:

$$N_{л11} = 0,6 \cdot 0,4 \cdot N_{\text{раб ГТС}} \quad (0.1)$$

$$N_{л12} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot N_{\text{раб ГТС}} \quad (0.2)$$

где: $N_{\text{раб ГТС}}$ - численность персонала ГТС, попадающего в зону катастрофических разрушений.

Число погибших и пострадавших работников ГТС при выполнении своих служебных обязанностей в случае возможной аварии принят равным ($N_{\text{раб ГТС}} = 30$ чел.).

$$N_{\text{л11}} = 0,6 \cdot 0,4 \cdot 30 = 7,2$$

$$N_{\text{л12}} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 30 = 10,8$$

Таблица 9 – Оценка тяжести людских потерь при аварии ГТС

| Зона воздействия | Общие потери (%) | | Из общего числа потерь | | | |
|---------------------------------|------------------|-------|------------------------|-------|----------------|-------|
| | днем | ночью | Безвозвратные (%) | | Возвратные (%) | |
| | | | днем | ночью | днем | ночью |
| 1 – катастрофические разрушения | 60 | 90 | 40 | 75 | 60 | 25 |
| 2 – сильные разрушения | 13 | 25 | 10 | 20 | 90 | 80 |
| 3 – средние разрушения | 5 | 15 | 7 | 15 | 93 | 85 |
| 4 – слабые разрушения | 2 | 10 | 5 | 10 | 95 | 90 |

Социальный ущерб персоналу ГТС $I_{\text{л1}}$, млн руб., определяется по п. 76 Методики [5] и рассчитывается по формуле,

$$I_{\text{л1}} = C_{\text{св.б/возвр}} \cdot N_{\text{л11}} + K_1 \cdot C_{\text{св.возвр}} \cdot N_{\text{л12}}, \quad (0.3)$$

$$I_{\text{л1}} = 2,025 \cdot 7,2 + 0,9 \cdot 2,025 \cdot 10,8 = 34,263 \text{ млн. руб.};$$

где: $C_{\text{св.б/возвр}}$ - предельный размер страховой выплаты в части возмещения вреда лицам, руб., понесшим ущерб в результате смерти человека, погибшего при аварии ГТС, определяются в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» [7];

$N_{л11}$ - число погибших среди персонала ГТС, определяемое по пункту 63 Методики;

$N_{л12}$ - число пострадавших среди персонала ГТС, определяемое по пункту 63 Методики;

K_i - степень вреда, причиненного здоровью пострадавших людей в зоне катастрофических разрушений:

- $i=1$ - зона катастрофических разрушений;
- $i=2$ - зона сильных разрушений;
- $i=3$ - зона средних разрушений;
- $i=4$ - зона слабых разрушений;

K_1 - степень вреда, причиненного здоровью пострадавших людей в зоне катастрофических разрушений, принимается равной степени разрушений жилого фонда и имущества граждан:

в зоне катастрофических разрушений $K_1=0,9$;

в зоне сильных разрушений $K_2=0,7$;

в зоне средних разрушений $K_3=0,3$;

в зоне слабых разрушений $K_4=0,1$;

Число погибших ($N_{л21}$) и пострадавших ($N_{л22}$) среди населения постоянного проживания

Согласно п. 66 Методики [5] Возможное число погибших и пострадавших среди населения постоянного проживания, находящегося в зонах катастрофических, сильных, средних и слабых разрушений в дневное или ночное время, в зависимости от сценария аварии ГТС, для которого выполняется расчет вероятного вреда, определяется по шкале тяжести людских потерь, приведенной в таблице 9 к Методике, с учетом принятых допущений, указанных в пункте 61 Методики.

Значения $N_{л21}$ и $N_{л22}$ рассчитываются путем суммирования возможного числа погибших и пострадавших среди населения постоянного проживания по всем зонам разрушений.

При развитии аварии в зоне затопления окажутся населенные пункты, с численностью населения по зонам:

- зона катастрофических разрушений – 0;
- зона сильных разрушений – 56400 человек;
- зона средних разрушений – 52560 человек;
- зона слабых разрушений – 352 человек.

Согласно приложению 4 Методики [5] в зоне затопления можно выделить зоны катастрофических, сильных, средних и слабых разрушений. Зона катастрофических разрушений - это зона, расположенная в пределах одного часа добегания волны прорыва с глубиной затопления свыше 3 метров. При развитии аварии по сценарию А2 зоны катастрофических разрушений нет: волна прорыва спустя 1 час от начала развития аварии распространится не далее 10-15 км от створа Красноярской ГЭС, при этом глубина затопления не превысит 1 м.

Согласно п.62 Методики [5] в зонах сильных, средних и слабых разрушений, когда эвакуация людей производится частично, принимается, что воздействию подвергается 75% людей, попавших в зону затопления. Таким образом, для оценки тяжести людских потерь среди населения постоянного проживания принимаем:

- зона катастрофических разрушений – 0;
- зона сильных разрушений – 42300 человек;
- зона средних разрушений – 39420 человека;
- зона слабых разрушений – 264 человек.

Согласно п. 67 Методики [5] возможное число погибших (безвозвратные потери) и пострадавших (возвратные потери) среди населения постоянного проживания, находящихся в зонах разрушений в дневное или ночное время определяется по шкале тяжести людских потерь (таблица 9).

Значения $N_{Л21}$ и $N_{Л22}$ рассчитываются путем суммирования возможного числа погибших и пострадавших среди населения постоянного проживания по всем зонам разрушений (таблица 10).

Таблица 10 – Оценка тяжести людских потерь при аварии ГТС

| Зона воздействия | Общие потери (%) | | Из общего числа потерь | | | |
|---------------------------------|------------------|-----------|------------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| | днем | ночью | Безвозвратные (%) | | Возвратные (%) | |
| | | | днем | ночью | днем | ночью |
| 1 – катастрофические разрушения | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 – сильные разрушения | 5499 | 10575 | 549.9 (550) | 2115 | 4949.1 (4950) | 8460 |
| 3 – средние разрушения | 1971 | 5913 | 137.97 (138) | 886.95 (887) | 1833.03 (1834) | 5026.05 (5027) |
| 4 – слабые разрушения | 5,28 (6) | 26,4 (27) | 0,26 (1) | 2,64 (3) | 5,02 (6) | 23,76 (24) |
| ИТОГО, чел: | 7476 | 16515 | 689 | 3005 | 6790 | 13511 |

Примечание: для потерь указано «расчетное (принимаемое)» значение, итоговые оценки общих и безвозвратных потерь округлены до ближайшего большего целого, итоговые возвратные потери определены, как разница между общими и безвозвратными потерями.

Таким образом, среди населения постоянного проживания погибших $N_{Л21} = 3005$ человек, пострадавших $N_{Л22} = 13511$ человек.

Социальный ущерб $I_{л2}$, млн руб., населению постоянного проживания, попадающему в зону затопления при аварии ГТС, определяется по п. 78 Методики [5] и рассчитывается по формуле, но из-за отсутствия зон аварийного воздействия равен нулю

$$I_{л2} = C_{св.б/возвр} \cdot N_{л21} + \sum(K_1 \cdot C_{св.возвр} \cdot N_{л22i}), \quad (0.4)$$

$$\begin{aligned} I_{л2} &= 2,025 \cdot 3005 \\ &+ ((0,7 \cdot 2,025 \cdot 42300) + (0,3 \cdot 2,025 \cdot 39420) \\ &+ (0,1 \cdot 2,025 \cdot 264)) = 90046,485 \text{ млн. руб;} \end{aligned}$$

Число погибших ($N_{л31}$) и пострадавших ($N_{л32}$) среди населения временного нахождения

В соответствии с п. 73 Методики [5], в отсутствии данных о характере и численности населения временного нахождения на территории аварийного воздействия ГТС число погибших (безвозвратные потери $N_{л31}$) и пострадавших (возвратные потери $N_{л32}$) принимается равным нулю ($N_{л31} = N_{л32} = 0$).

К населению временного нахождения относятся:

отдыхающие санаториев, домов отдыха, детских лагерей, туристических баз;

сотрудники геологических партий, экологических служб;

кочующие пастухи, рыболовы, охотники, оленеводы.

$$I_{л3} = C_{св.б/возвр} \cdot N_{л31} + \sum(K_1 \cdot C_{св.возвр} \cdot N_{л32i}), \quad (0.5)$$

Расчет социального ущерба ($I_{л}$) в денежном выражении

Согласно п. 80 Методики [5] социальный ущерб в денежном выражении $I_{л}$, млн руб., рассчитывается по результатам определения числа погибших

и пострадавших среди персонала ГТС, населения постоянного проживания и временного нахождения, попадающего в зоны катастрофических, сильных, средних и слабых разрушений при аварии ГТС по формуле:

$$I_{л} = I_{л1} + I_{л2} + I_{л3}, \quad (0.6)$$

$$I_{л} = 34,263 + 90\,046,485 + 0 = 90080,748 \text{ млн. руб.}$$

Ущерб промышленным предприятиям

Согласно п. 82 Методики [5] ущерб промышленным предприятиям I_1 , млн руб., оценивается по формуле:

$$I_1 = I_{oc} \cdot I_{об} \cdot I_{гп}, \quad (0.7)$$

На основе расчета зон затопления и продолжительности затопления определены следующие зоны разрушений для основных фондов:

- для сценария наиболее вероятной аварии – зона слабых разрушений, степень разрушения (утраты остаточной балансовой стоимости) $K_3 = 0,1$;
- для сценария наиболее тяжелой аварии – зона средних разрушений, степень разрушения (утраты остаточной балансовой стоимости) $K_3 = 0,3$.

Расчет ущерба основным фондам производится по формуле

Согласно п. 83 ущерб основным фондам предприятий I_{oc} от аварии ГТС рассчитывается по формуле:

$$I_{oc} = C_{(фон)} \cdot \sum (S_i \cdot K_i \cdot \Pi_i),$$

где I_{oc} — ущерб основным производственным фондам; $C_{(фон)}$ — общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Российской Федерации, отнесенная к единице его территории для Республики

Хакасия – 5,5 млн. руб. на км², для Красноярского края – 0,98 млн. руб. на км²;

S_i — площадь зоны разрушений.

Π_i — коэффициент концентрации основных фондов на территории зоны разрушений по Республики Хакасия принимается равным 160, а по Красноярскому краю - 850.

Ущерб оборотным производственным фондам.

Согласно п. 86 Методики [5] ущерб оборотным фондам предприятий (стоимость сырья, запасных деталей, запасов топлива, тары) следует принимать в размере 5% от ущерба основным фондам предприятий:

$$I_{об} = 0,05 \cdot I_{ос},$$

Ущерб готовой продукции предприятий.

Согласно п. 87 Методики [5] оценка ущерба готовой продукции, произведенной на предприятиях и хранящейся за затрагиваемой волной прорыва территории, произведена по формуле:

$$I_{ГП} = I_{ГПфон} \cdot m \cdot (S_i \cdot K_i \cdot \Pi_i)$$

$I_{ГПфон}$ — общий валовой национальный продукт, произведенный за рабочий день в субъекте Российской Федерации и отнесенный к единице его территории, для Республики Хакасия принят в размере 91385,5 руб/(день·км²),

для Красноярского края – 2170,6 руб/(день·км²);

$m = 7$ — срок хранения готовой продукции на предприятии.

Ущерб элементам транспорта и связи

Согласно п. 90 Методики [5] ущерб элементам транспорта и связи I_2 , млн руб., оценивается по формуле:

$$I_2 = A \cdot [\sum \text{а. дор}(H_{cj} \cdot K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot L_i \cdot K_i) + \sum \text{ж. дор}(H_{cj} \cdot K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot L_i \cdot K_i) + \sum \text{ЛЭП}(H_{cj} \cdot K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot L_i \cdot K_i)] \quad (0.10)$$

где: A - коэффициент темпов роста основных фондов, определяемый согласно пункту 84 Методики;

$\sum_{\text{а. дор}}$ - сумма ущербов по автодорогам разного типа (j);

$\sum_{\text{ж. дор}}$ - сумма ущербов по железным дорогам разного типа (j);

$\sum_{\text{ЛЭП}}$ - сумма ущербов по линиям ЛЭП разного типа (j);

L_i - протяженность автомобильных дорог общего пользования, железных дорог и линий ЛЭП в i -ой зоне разрушений элементов транспорта и связи;

K_i - степень повреждений элементов транспорта и связи в i -ой зоне разрушений, определяемая по пункту 92 Методики;

H_{cj} - укрупненный норматив цены строительства элемента транспорта и связи, утверждаемый федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере строительства, архитектуры, градостроительства, в соответствии с частью 11 статьи 8.3 Градостроительного кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2005, N 1, ст.16; 2017, N 31, ст.4740);

$K_{\text{пер}}$ - коэффициенты перехода от базового района (Московской области) к уровню цен субъектов Российской Федерации;

$K_{рег}$ - коэффициенты, учитывающие изменение стоимости строительства на территориях субъектов Российской Федерации, связанные с климатическими условиями.

Ущерб элементам связи, не являющихся ЛЭП, тоннелям и т.д. учитывается в прочих, непрогнозируемых в расчете размера вероятного вреда ущербах.

Согласно п.84. Для определения величины $C_{фон}$ на год выполнения расчетов следует использовать коэффициент годового темпа роста основных фондов "А":

$$A = C_x / C_{x-1}$$

где: C_x - балансовая стоимость основных фондов субъекта Российской Федерации в год выпуска статистического сборника (x);

C_{x-1} - балансовая стоимость основных фондов субъекта Российской Федерации за предыдущий год (x - 1).

Тогда величина $C_{фон}$ на год выполнения расчета вычисляется по формуле:

$$C_{фон} = A^n \cdot C_x / S_{суб},$$

где: n - число лет между годом (x) выпуска статистического сборника и годом выполнения расчетов вероятного вреда;

$S_{суб}$ - площадь территории субъекта Российской Федерации.

Ущерб элементам транспорта и связи не прогнозируется.

Ущерб жилому фонду и имуществу граждан

Согласно п. 93 Методики [5] ущерб жилому фонду и имуществу граждан I_3 , млн руб., определяется по формуле:

$$I_3 = S_{\text{жил}} \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{вр}}) / 2 \cdot [k_{\text{сел}} \cdot \sum(N_{i\text{сел}} \cdot K_i) + k_{\text{гор}} \cdot \sum(M_{i\text{гор}} \cdot K_i)], \quad (0.11)$$

где: $S_{\text{жил}}$ - общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя субъекта Российской Федерации [9];

$C_{\text{пр}}$ - средние цены на первичном рынке жилья (за 1 квадратный метр общей площади жилого помещения) в субъекте Российской Федерации (<https://fedstat.ru>);

$C_{\text{вр}}$ - средние цены на вторичном рынке жилья (за 1 квадратный метр общей площади жилого помещения) в субъекте Российской Федерации (<https://fedstat.ru>);

$k_{\text{сел}}$ - коэффициент, учитывающий стоимость имущества одного сельского жителя (принимается $k_{\text{сел}} = 1,25$);

$k_{\text{гор}}$ - коэффициент, учитывающий стоимость имущества одного городского жителя (принимается $k_{\text{гор}} = 1,5$);

$N_{i\text{сел}}$ - количество сельских жителей, проживающих в i -ой зоне разрушений жилого фонда;

$M_{i\text{гор}}$ - количество городских жителей, проживающих в i -ой зоне разрушений жилого фонда;

K_i - степень разрушения жилого фонда и имущества граждан в i -ой зоне:

- в зоне сильных разрушений $K_1 = 0,7$;
- в зоне средних разрушений $K_2 = 0,3$;
- в зоне слабых разрушений $K_3 = 0,1$.

В расчете принято:

- жилые здания городов и поселков городского типа представляют собой дома повышенной этажности (4 этажа и более); сельских населенных пунктов – кирпичные дома малой этажности (1-3 этажа); садовых кооперативов – деревянные дома (1-2 этажа);

- принадлежность населения садовых кооперативов к сельским или городским жителям определена по типу муниципального образования, на территории которого находится садовый кооператив.

Ущерб жилому фонду и имуществу граждан составляет:

$$I_3 = 25,4 \cdot \frac{60377,64 + 51763,21}{2} \cdot 1,25 \cdot \sum(56400 \cdot 0,7 + 52560 \cdot 0,3 + 350 \cdot 0,1) + 1,5 \cdot \sum(25000 \cdot 0,7 + 9000 \cdot 0,3 + 20 \cdot 0,1) = 141573,979 \text{ млн. руб.}$$

Расход на ликвидацию последствий аварии

Согласно п. 96 Методики [5] расходы на ликвидацию последствий аварии I_4 , млн руб., следует определять в размере 20 % от суммы имущественного ущерба на территории населенных пунктов и промышленных объектов.

$$I_4 = 0,2 \cdot (I_1 + I_2 + I_3), \quad (0.12)$$

$$I_4 = 0,2 \cdot (4134,100 + 0 + 141573,979) = 29141,615 \text{ млн. руб.}$$

Ущерб сельскохозяйственному производству

Согласно п. 97 Методики [5] ущерб сельскохозяйственному производству I_5 , млн руб., не определяется, так как в зоне возможного затопления по верхнему и нижнему бьефам земли сельхозугодий не попадают.

$$I_5 = 0,5 \cdot \beta_1 \cdot S_{\text{сх}} \cdot K_{\text{норм сх}}, \quad (0.13)$$

Ущерб лесному фонду от потери леса как сырья

Согласно п. 98 Методики [5] ущерб лесному фонду от потери леса как сырья I_6 , млн руб., при вероятной гидродинамической аварии на ГЭС «Красноярская ГЭС» не прогнозируется несмотря на кратковременность затопления прибрежной полосы.

$$I_6 = \beta_2 \cdot C_{\text{лес}} \cdot S_{\text{лес дрв}} \cdot M_{\text{тд}}, \quad (0.14)$$

Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения

Согласно п. 100 Методики [5] ущерб I_7 , млн руб., вызванный нарушением водоснабжения, не прогнозируется.

$$I_7 = C_{\text{вр}} \cdot V_{\text{в}} \cdot (S_{\text{ав}}/S_{\text{суб}}) \cdot (t_{\text{в}}/T_{\text{год}}), \quad (0.15)$$

Ущерб объектам водного транспорта

Согласно п. 101 Методики [5] расчет ущерба объектам водного транспорта на водохранилище Красноярской ГЭС I_8 , млн руб., не определяется, так как уменьшения глубин на судовом ходе не будет.

$$I_8 = \beta_3 \cdot C_{\text{акв}} \cdot S_{\text{вт}}, \quad (0.16)$$

Ущерб рыбному хозяйству

Расчет ущерба рыбному хозяйству I_9 , млн руб., согласно п. 102 Методики [5] определяется при условии ведения на водохранилище рыбного промысла.

На водохранилище Красноярской ГЭС ведется промысловый лов рыбы в размере не более 300 тонн в год.

Определяется по формуле:

$$I_9 = \beta_4 \cdot V_{\text{рыб}} \cdot C_{\text{рыб}} \cdot T \quad (0.17)$$

где: T — количество лет, необходимое для формирования нового ихтиоценоза.

Рекомендуемое «Методикой...» [5] значение величины $T=5$, применимо для сценариев аварий, связанных с прорывом напорного фронта и сработкой водохранилища.

В результате кратковременного подъема воды в водохранилище в ходе аварии ГТС Красноярской ГЭС, гибель ихтеоценоза не прогнозируется, т.к. нарушения условий обитания, нагула, зимовки и естественного воспроизводства рыб, связанных со сработкой водохранилища, не произойдет. Таким образом, для принятого в настоящем «Расчете вреда...» сценария аварии ГТС Красноярской ГЭС, в формуле 6.17 принимается $T=0$. При этом ущерб рыбному хозяйству составит $I_9= 0$ руб.

Ущерб природной среде

Так как повреждение или разрушение в зоне затопления объектов, на которых получают, перерабатывают или хранят опасные вещества, не прогнозируется. Ущерб окружающей среде отсутствует.

Ущерб от сброса (выброса) опасных веществ (отходов шламонакопителей, шламохранилищ, золошлакоотвалов, накопителей сточных вод) в результате аварии ГТС

Согласно п. 116 Методики [5] определяется как сумма ущерба по компонентам природной среды:

$$I_{10} = I_{в} + I_{п} + I_{г} + I_{ох} \quad (0.21)$$

где $I_{в}$ - ущерб, нанесенный поверхностным водам (водотокам, водоемам);

$I_{п}$ - ущерб, нанесенный почвам, земле, недрам;

$I_{г}$ - ущерб, нанесенный подземным (в том числе грунтовым) водам;

$I_{ох}$ - ущерб, нанесенный охотничьим ресурсам.

С учетом условий реализации наиболее вероятного и наиболее тяжелого по последствиям сценариев аварии ГТС Красноярской ГЭС, характеризующихся:

- непродолжительным периодом подтопления территорий;
- крайне незначительной скоростью подъема уровня воды в затопляемой зоне (не более 0,15 м/сут);
- сезонным характером аварии (период пропуска весеннего половодья – весна),

прогнозируется устранимое кратковременное повреждение среды обитания объектов животного и растительного мира (в том числе растений и грибов), не приводящее к сокращению численности популяций и изменению видового состава флоры и фауны.

Прямой ущерб объектам растительного мира (в том числе растениям и грибам) не прогнозируется в связи с сезонным промерзанием почв в период реализации рассматриваемых сценариев аварии.

Однако не исключена возможность гибели охотничьих ресурсов в результате временного покидания территории обитания.

Расчет ущерба охотничьим ресурсам выполнен в соответствии с требованиями «Методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам» [22].

Для территории слабого воздействия, к которой относится зона возможного затопления в случае аварии ГТС Красноярской ГЭС вред, причиненный каждому виду охотничьих ресурсов, рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{сл.в}} = (N_{\text{факт}} + (N_{\text{факт}} \cdot H_{\text{доп}} \cdot t))T \cdot 0,25$$

где $N_{\text{факт}}$ - фактическая численность охотничьих ресурсов данного вида, обитающих на соответствующей территории воздействия, особей, определяемая с учетом следующей средней плотности населения отдельных видов, принятой согласно [32-34] для весеннего периода:

- заяц-русак – 60 ос. / 10 км²;
- лисица обыкновенная – 5 ос. / 100 км²;

- степной хорек – 0,05 ос. / 10 км²;
- суслик – 0,04 ос. / 1 км²;
- бородатая куропатка – 25 ос./1 км²;
- ондатра 0,12 ос. / 1 км².

По Красноярскому водохранилищу площадь затопления земель, оценивается в 60 км² (наиболее вероятная авария) или 300 км² (наиболее тяжелая авария).

Таким образом, фактическая численность охотничьих ресурсов на затопляемой территории $N_{\text{факт}}$ для сценариев для сценариев наиболее вероятной/наиболее тяжелой аварии составит соответственно:

- заяц-русак – 360 ос. / 1800 ос.;
- лисица обыкновенная – 3 ос. / 15 ос.;
- степной хорек – 0,3 ос. / 1,5 ос.;
- суслик – 2,4 ос. / 12 ос.;
- бородатая куропатка – 1500 ос. /7500 ос;
- ондатра – 7,2 ос. / 36 ос.

$N_{\text{доп}}$ - норматив допустимого изъятия охотничьих ресурсов, установленный Приказом МПР РФ от 30 апреля 2010 г. № 138 «Об утверждении нормативов допустимого изъятия охотничьих ресурсов и нормативов численности охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях» [22];

T - такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам, руб./особь, согласно Приложению 1 к «Методике исчисления...» составляет:

- заяц-русак – 500 руб./особь,
- лисица обыкновенная – 100 руб./особь,

- степной хорек – 500 руб./особь,
- суслик – 50 руб./особь,
- бородатая куропатка – 300 руб./особь,
- ондатра – 100 руб./особь.

t - период воздействия, лет (принят равным 0.08 года);

Результаты расчета вреда, причиненного охотничьим ресурсам, приведены в таблице 11 в ценах на момент составления расчета.

Таблица 11 - Результаты расчета вреда, причиненного охотничьим ресурсам

| Наименование охотничьего ресурса | Величина ущерба, тыс. руб | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | Сценарий наиболее вероятной аварии | Сценарий наиболее тяжелой аварии |
| заяц-русак | 64,16 | 320,82 |
| лисица обыкновенная | 0,11 | 0,53 |
| степной хорек | 0,05 | 0,27 |
| суслик | 0,04 | 0,22 |
| бородатая куропатка | 160,41 | 802,05 |
| ондатра | 0,26 | 1,29 |
| Суммарный ущерб | 225,03 | 1125,18 |

Таким образом, $I_{ох}$ — прямой ущерб компонентам окружающей природной среды, вследствие их уничтожения:

- для сценария наиболее вероятной аварии – $I_{ох} = 0,225$ млн. рублей;
- для сценария наиболее тяжелой аварии – $I_{ох} = 1,125$ млн. рублей.

Косвенный ущерб, связанный с кратковременным повреждением среды обитания объектов животного и растительного мира (в том числе растений и грибов), невозможно заранее спрогнозировать.

Прочие виды ущерба

Прочие виды ущерба I_{11} , млн руб., следует принимать в размере 10 % от суммы имущественного ущерба и ущерба природной среде согласно п. 123 Методики [5]:

$$I_{11} = 0,1 \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10}), \quad (0.22)$$

$$\text{Для сценария 1: } I_{11} = 0,1 \cdot (4134,100 + 0 + 141573,979 + 29141,615 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,225) = 17484,919 \text{ млн. руб.}$$

$$\text{Для сценария 2: } I_{11} = 0,1 \cdot (4134,100 + 0 + 141573,979 + 29141,615 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1,125) = 17485,081 \text{ млн. руб.}$$

где $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9, I_{10}$ - соответствующие виды ущербов, приведенные в приложении № 2 к Методике [5].

Имущественный ущерб

Имущественный ущерб $I_{\text{имущ}}$, млн руб. определяется по п. 81 Методики [5] и формуле:

$$I_{\text{имущ}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9, \quad (0.23)$$

$$I_{\text{имущ}} = 4134,100 + 0 + 141573,979 + 29141,615 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 174846,94 \text{ млн. руб.}$$

где $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9$ - соответствующие виды ущербов, приведенные в приложении № 2 к Методике [5].

Общий ущерб

Общий ущерб $I_{\text{общ}}$, млн руб., рассчитывается по п. 124 Методики [5] и по формуле:

$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} \quad (0.24)$$

Для сценария 1: $I_{\text{общ}} = 4134,100 + 0 + 141573,979 + 29141,615 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,225 + 17484,919 = 454607,838$ млн. руб;

Для сценария 2: $I_{\text{общ}} = 4134,100 + 0 + 141573,979 + 29141,615 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,225 + 17485,081 = 454608$ млн. руб.

Размер вероятного вреда от аварии ГТС

Согласно п. 125 Методики [5] размер вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС $I_{\text{вред}}$, млн руб., рассчитывается в денежном выражении как сумма двух показателей - социального ущерба и общего ущерба и определяется по формуле:

$$I_{\text{вред}} = I_{\text{общ}} + I_{\text{л}}, \quad (0.25)$$

Для сценария 1: $I_{\text{вред}} = 454607,838 + 90080,748 = 544688,586$ млн руб.,

Для сценария 2: $I_{\text{вред}} = 454608 + 90080,748 = 544688,586$ млн руб..

где $I_{\text{общ}}$ - общий ущерб, руб.;

$I_{\text{л}}$ - социальный ущерб, руб.

В таблице 12 приведены стоимостные показатели ущерба.

Таблица 12 - Стоимостные показатели ущерба

| Обозначение | Наименование ущербов | Величина млн. руб. |
|-------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| <i>I_л</i> | СОЦИАЛЬНЫЙ УЩЕРБ | 90080,748 |
| | ИМУЩЕСТВЕННЫЙ УЩЕРБ | |
| <i>I₁</i> | Ущерб промышленным предприятиям | 4134,100 |
| <i>I₂</i> | Ущерб объектам транспорта и связи | 0 |
| <i>I₃</i> | Ущерб жилому фонду и имуществу граждан | 141573,979 |
| <i>I₄</i> | Расходы на ликвидацию последствий аварии | 29141,615 |
| <i>I₅</i> | Ущерб сельскохозяйственному производству | 0 |
| <i>I₆</i> | Ущерб от потери леса как сырья | 0 |
| <i>I₇</i> | Ущерб водоснабжения | 0 |
| <i>I₈</i> | Ущерб объектам водного транспорта | 0 |
| <i>I₉</i> | Ущерб рыбному хозяйству | 0 |
| <i>I₁₀</i> | Ущерб природной среде | 1,125 |
| | ИТОГО ПО ИМУЩЕСТВЕННЫМ УЩЕРБАМ | 174846,94 |
| <i>I₁₁</i> | Прочие виды реального ущерба | 17485,081 |
| <i>I_{общ.}</i> | ОБЩИЙ УЩЕРБ | 544688,586 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В случае возможной аварии на ГТС Красноярской ГЭС наиболее опасным последствием будет угроза жизни и травмирования людей, внезапно застигнутых, а наиболее весомым – имущественный ущерб.

Максимальное значение размера вероятного вреда от аварии ГТС «Красноярская ГЭС» для сценария наиболее вероятной аварии (сценарий 1), составил:

Для сценария 1: $I_{\text{вред}} = 544688,586$ млн. руб.

Класс гидротехнических сооружений «Красноярская ГЭС» в зависимости от последствий возможных гидродинамических аварий согласно таблицы 4 Постановление Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений" [9] на основании полученного материального ущерба присваивается I класс.

Согласно постановления Правительства Российской Федерации «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.05.2007 №304, классифицируется как:

Чрезвычайная ситуация федерального характера, в результате которой количество людей, погибших и (или) получивших ущерб здоровью, составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 1,2 млрд. рублей.

НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ (ССЫЛОЧНАЯ) ЛИТЕРАТУРА

1 Федеральный Закон РФ от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».

2 Постановление Правительства от 3 октября 2020 года N 1596 «Об утверждении Правил определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения».

3 Постановление Правительства от 21 августа 2014 г. № 837 «О внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации по вопросам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений».

4 Приказ МЧС РФ и Госгортехнадзора РФ от 24 сентября 2002 г. № 446/167 «Об организации контроля за соответствием состояния гидротехнического сооружения и зоны причинения вероятного вреда расчетным параметрам, исходя из которых определена величина финансового обеспечения гражданской ответственности».

5 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений). Утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 года N 516

6 Федеральный закон от 24.07.98 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

7 Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».

- 8 Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
- 9 Постановление Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений".
- 10 Постановление правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».
- 11 Постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.17 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду».
- 12 Федеральный закон от 29.11.2018 г. № 459-ФЗ «О федеральном бюджете на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов».
- 13 Регионы России. Социально-экономические показатели. Официальное издание, 2020.
- 14 Регионы России. Основные характеристики субъектов российской федерации. Статический сборник», 2020.
- 15 Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 876 «О ставках платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности» (ред. от 29.12.2017).
- 16 Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 № 25 (ред. от 25.08.2015) Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства).

17 ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Технологические чрезвычайные ситуации. Термины и определения. –М.: Госстандарт России, 1995.

18 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением N 1) – М.: Минстрой России, 2018.

19 ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».

20 ГОСТ Р 22.2.09-2015 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения».

21 Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 (с изменениями от 2 ноября 2018 года № 451).

22 Приказ Минприроды России от 25.11.2020 № 965 «Об утверждении нормативов допустимого изъятия охотничьих ресурсов и нормативов численности охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях»

Приложение А
(обязательное)

**Основные сценарии аварий ГТС, принятые к расчету вероятного
вреда**

• Сценарий А2 наиболее вероятной аварии

Гидроузел работает на уровне приточности обеспеченностью 0,1%, загружены все 12 гидроагрегатов, осуществляется сброс воды через водосливную плотину. Уровень водохранилища поддерживается на отметке 243,00 (НПУ).

В этих условиях происходит перекрытие одной фазы 500 кВ гибкой связи трансформатора блока ОРУ 500 кВ на воду (при пропуске паводка 2006 года, такое перекрытие было). В результате короткого замыкания фазы на землю происходит повреждение фазы трансформатора блока и ГЭС вынуждена остановить 2 гидроагрегата (по главной электрической схеме 2 гидрогенератора работают на один трансформатор блока). Ремонт фазы (даже при наличии запасной) займет не менее 15 дней.

При остановке 2-х гидроагрегатов гидроузел Красноярской ГЭС теряет 1200 м³/с пропускной способности.

Гидроузел не может пропустить всю воду с приточностью обеспеченности 0,1% и для увеличения расхода ГЭС вынуждена будет форсировать уровень верхнего бьефа. Уровень верхнего бьефа будет разрешен государственным органом (паводковой комиссией) на отметке между 243,00 (НПУ) и 245,00 (ФПУ).

Отметка уровня водохранилища составляет 243,65. Сбросной расход в нижний бьеф 18500 м³/с.

Такие действия эксплуатирующая организация ОАО «Красноярская ГЭС» вынуждена будет предпринять для уменьшения возможного вреда, причиняя при этом меньший вред, затапливая часть территории береговой

зоны Красноярского водохранилища между отметками НПУ и ФПУ. Согласно ст. 1067 Гражданского Кодекса Российской Федерации такие действия классифицируются как причинение вреда в состоянии крайней необходимости. Норма ст. 1067 Гражданского Кодекса Российской Федерации предусматривает возложение обязанности возмещения причиненного вреда лицом, причинившим вред, т.е. эксплуатирующей организацией. Так как форсировка уровня верхнего бьефа выше НПУ происходит из-за технической неисправности оборудования ГЭС, суд не будет освобождать эксплуатирующую организацию от обязанности возместить вред.

- **Сценарий А1 наиболее тяжелой аварии**

Гидроузел Красноярской ГЭС работает на уровне приточности обеспеченностью 0,01%, загружены все 12 гидроагрегатов, осуществляется сброс воды через водосливную плотину. Уровень водохранилища поддерживается на отметке НПУ.

В этих условиях происходит авария на гидроагрегате с затоплением здания ГЭС (аналогично аварии 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС). Учитывая, что основные электросиловые линии и распределительные устройства, устройства управления, автоматики и защиты на Красноярской ГЭС расположены в здании ГЭС, в результате воздействия воды, ГЭС может потерять все 12 гидроагрегатов.

При остановке 12-ти гидроагрегатов гидроузел Красноярской ГЭС теряет 7200 м³/с пропускной способности.

Гидроузел не может пропустить всю воду с приточностью обеспеченности 0,01% и для увеличения расхода ГЭС вынуждена будет перефорсировать уровень верхнего бьефа. Уровень верхнего бьефа может достичь уровня отметки гребня плотины Красноярской ГЭС.

Отметка уровня водохранилища составляет 246,92. Сбросной расход в нижний бьеф 15500 м³/с.

Приложение Б

(обязательное)

Результаты расчета параметров зон аварийного воздействия при наиболее тяжелой и наиболее вероятной авариях ГЭС

- **Расчет зон затопления**

При расчете максимальных сбросных расходов, которые могут быть осуществлены через гидроузел Красноярской ГЭС при возможных аварийных ситуациях, учитывалось среднее течение реки Енисей от створа Саяно-Шушенской ГЭС до створа г. Енисейск. В качестве исходной информации использованы фактические данные по сбросам в нижний бьеф Красноярской ГЭС за период эксплуатации гидроузла, включая данные по максимальным сбросам в 1988 году и в 2006 году. Также использованы данные Росгидромета по гидропостам г. Дивногорска, г. Красноярска, с. Казачинское, п. Стрелка и г. Енисейска за период с 2001 года по октябрь 2014 года. Указанные данные использованы при расчете уровней водной поверхности реки Енисей ниже створа Красноярского гидроузла до створа города Енисейск.

Расчет зон возможного затопления проводился на основании численного моделирования уравнений Сен-Венана. Исходные топографические данные для модели зарегулированного стока брались по открытым топографическим картам масштаба 1:100000. Расчетная модель калибровалась по данным проекта Красноярского гидроузла (Ленгидропроект, 1970 г.), фактическим данным гидропостов по р. Енисей за период с 2001 по 2012 годы, а также по данным Правил использования водных ресурсов среднего течения р. Енисей (Ленгидропроект, 2007 г.). Анализ фактических данных показал, что на участке от створа Красноярского гидроузла до створа г. Енисейск естественный сток определяется только боковой приточностью к реке, которая по данным наблюдения за весь период наблюдений, вплоть до октября 2012 года, суммарно не превышает 10% от расходов, сбрасываемых через створ Красноярского гидроузла. Учитывая, что методическая погрешность

применяемых при расчете математической модели течения более 10%, корректировка естественного стока боковой приточности по методике Госстроя России СП 33-101-2003 «Определение основных гидрологических характеристик» от 26.12.2003 № 218 «О своде правил «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» не проводилась.

- **Результаты расчета зон затопления в верхнем и нижнем бьефах**

Красноярской ГЭС

Результаты расчета зон затопления в верхнем и нижнем бьефах Красноярской ГЭС приведены в приложении 1 к настоящему Расчету вреда, имеющему гриф «Секретно».

Приложение В

(обязательное)

Исходные данные для расчета вероятного вреда от аварий ГТС

Состав и общие характеристики ГТС, входящих в комплекс ГТС Красноярской ГЭС

В состав гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС входят:

- Водоподпорное сооружение – бетонная плотина гравитационного типа с разгрузочными полостями в основании длиной по гребню 1072,5 м, максимальной высотой 128 м, состоящая из левобережной глухой плотины длиной 187,5 м с водозаборами высоконапорной гидравлической лаборатории (заглушены), водосливной плотины длиной 225 м с 7 пролетами водосливов, глухой русловой плотины длиной 60 м, стационарной плотины длиной 360 м (турбинные водоводы вынесены на низовую грань плотины) и правобережной глухой плотины длиной 232,5 м с водозабором водоснабжения г. Дивногорска;
- Водосбросное сооружение – открытый водосброс в теле плотины с водосливом практического профиля длиной 225 м с 7 пролетами;
- Водозаборное сооружение – глубинные водозаборы в теле плотины (подача воды на гидротурбины);
- Водопроводящее сооружение – железобетонные турбинные водоводы (с внутренней металлической оболочкой) на низовой грани плотины;
- Здание гидроэлектростанции приплотинного типа имеет подводную часть длиной 367 м и надводную часть длиной 430 м, включая монтажную площадку и торцевой блок.
- В состав гидроузла Красноярской ГЭС входят гидротехнические сооружения, не принадлежащие ПАО «Красноярская ГЭС и им не эксплуатируемые:

– Водозабор водопровода г. Дивногорска, глубинного типа, расположен в 64 секции глухой правобережной плотины, расход $q = 5 \text{ м}^3/\text{с}$, эксплуатирует МУП «водоканал» г. Дивногорска.

Водохранилище Красноярской ГЭС

Кроме электроэнергетики водохранилище Красноярской ГЭС используется в целях судоходства, водоснабжения, рыбного хозяйства и в целях рекреации.

Водохранилище Красноярской ГЭС имеет:

- Полный объем (при НПУ) – 73,3 млрд. м^3 ;
- Полезный объем (при НПУ) – 30,4 млрд. м^3 ;
- Площадь зеркала водохранилища (при НПУ) – 2000 км^2 ;
- Длина водохранилища (при НПУ) – 388 км.
- Максимальная ширина водохранилища – 15 км.
- Протяженность берегов (при НПУ) – 1560 км.
- Глубина водохранилища у створа Красноярской ГЭС при НПУ – до 100м.

Красноярская ГЭС является станцией годового регулирования с элементами многолетнего регулирования в многоводные годы.

Температурный режим – Красноярское водохранилище является глубоким и малопроточным, поэтому летом температуры на поверхности воды существенно отличаются от температуры в придонном слое. Наиболее активным является верхний слой толщиной 40-50 м. В этом слое перепад температуры достигает 16 °С. В летний период температура нижних слоев изменяется незначительно от 4о до 10 °С.

Природные условия

Природно-климатические условия района и гидрологические особенности водотока

Климат в зоне расположения Красноярской ГЭС резко континентальный. Зима суровая и продолжительная с малым количеством осадков, лето короткое и теплое, обильные осадки.

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| – Среднегодовая температура воздуха | + 0,88 °С |
| – Минимальная температура (января) | - 41,4 °С |
| – Максимальная температура (июль) | + 31,2 °С |
| Годовое количество осадков составляет | 583 мм |
| – в зимний период | 173 мм |
| – в теплый период | 410 мм |

Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров юго-западного направления. Средняя расчетная скорость ветра за январь составляет 6,2 м/с, за июль – 1,8 м/с. Максимальная скорость ветра с расчетным обеспечением 2 % – 22 м/с (79,2 км/ч), абсолютная максимальная скорость ветра за последние 25 лет регистрировалась 28 м/с (100 км/ч).

Река Енисей образуется слиянием Большого Енисея (Бий-Хем) и Малого Енисея (Каа-Хем) у города Кызыл и протекает с юга на север и впадает в Енисейский залив Карского моря. Общая длина водотока от места слияния 3487 км из них 3011 км судоходны. Навигация продолжается от 125 до 180 дней в году. Гарантированные глубины для судоходства составляют 240 – 300 см.

Бассейн Енисея включает в себя обширные области центральной и южной Сибири, располагаясь в большей своей части в пределах Средне-Сибирского плоскогорья и Саяно-Байкальской горной области. По размерам площади водосбора, равной 2580 тыс. км², Енисей среди рек России занимает второе место, после реки Обь.

В верхнем течении Енисей носит горный характер, в среднем – переходный, а в нижнем течении выходит на равнину, где приобретает черты типичной равнинной реки. Общее падение реки, от истоков до устья, около 1500 м, а средний уклон равен 0,37 ‰.

Енисей может быть разделен на три части:

- 1) Верхний Енисей – от места слияния рр. Бий-Хем и Каа-Хем до впадения р. Абакана – длиной 600 км;
- 2) Средний Енисей, заключенный между устьями р. Абакана и Ангара (Верхняя Тунгуска), протяжением в 750 км;
- 3) Нижний Енисей – от места впадения р. Ангара до устья – длиной 2000 км.

Водохранилище Красноярской ГЭС расположено в среднем Енисее.

Между устьем р. Кемчик и г. Саяногорск (ранее с. Означенное) река Енисей прорезает Западные Саяны, где долина представляет собой глубокое ущелье, местами переходящее в скалистый коридор-каньон с отвесными склонами.

Долина среднего Енисея расположена в средневысотной горной местности. Ниже г. Саяногорска (ранее с. Означенное) река протекает среди Минусинской котловины, носящей степной характер.

Между городами Минусинск и Красноярск Енисей пересекает вначале Батевский хребет, соединяющий Кузнецкий Алатау с Восточными Саянами, а затем, близ устья Маны, прорезает северо-западные отроги Восточных Саян. Долина здесь снова становится узкой и глубокой. Близ г. Красноярска правый берег обрывается к реке, образуя столбы – скалистые обрывы. Ниже Красноярска левый склон заметно понижается, и долина утрачивает горный характер.

Основным источником питания Енисея служат талые снеговые и дождевые воды; грунтовые воды в питании реки имеют второстепенное значение. Водный режим Енисея характеризуется высоким и продолжительным весенне-летним половодьем, устойчивой осенней и низкой зимней меженью. Весеннее половодье переходит на первую половину лета, так как в горах верхней части бассейна таяние снега затягивается до начала лета; на продолжительность его оказывают также влияние дожди, выпадающие в этот период. Наивысший уровень наблюдается во время наиболее обильного по-

ступления в русло талых вод из горной части бассейна, когда идет «коренная вода». Волна половодья по мере ее движения вниз по реке усиливается местным снеготаянием.

В летнее время ежегодно наблюдаются паводки, уступающие, по своей высоте весеннему половодью.

Красноярская ГЭС в соответствии со схемой использования водных ресурсов р. Енисей является третьей ступенью Енисейского каскада ГЭС (Саяно-Шушенская ГЭС – 1ая ступень, Майнская ГЭС – 2ая ступень).

Основные гидрологические характеристики реки Енисей в створе Красноярской ГЭС:

- Площадь водосбора – 289 тыс. км²
- Среднегоголетний сток – 88,3 км³
- Среднегоголетний расход – 2 800 м³/с
- Максимальный наблюдаемый расход (1966 г.) – 20 700 м³/с

Расчетные максимальные расходы воды в створе Красноярской ГЭС составляют:

- максимальный расход дождевого паводка вероятностью превышения 0,1 % – 19 900 м³/с
- максимальный расход воды весеннего половодья вероятностью превышения 0,01 % с гарантированной поправкой – 38 700 м³/с

Расчетный сбросной расход воды с учетом аккумуляирования части стока в водохранилище:

- обеспеченностью 0,01 % – 20 600 м³/с
- обеспеченностью 0,1 % – 13 000 м³/с

Инженерно-геологические условия

Красноярская ГЭС расположена в пределах Шумихинского гранитного массива девонского возраста. Долина р. Енисей на этом участке сравнительно узкая и глубоко врезана в гранитный массив.

Основания глухой левобережной и части водосливной плотин, а также плит водобоя у левого берега сложены среднезернистыми гранитами. Остальная часть основания станционной и правобережной плотин и здания ГЭС располагаются на мелкозернистых гранитах.

Контакт между разностями гранита спаянный, извилистый, без видимых тектонических нарушений, проходит в районе 15 – 21 секций. В среднезернистых гранитах наблюдаются многочисленные апофизы и жилы мелкозернистого гранита, имеющие северное и северо-западное простирание.

Как граниты, так и жильные породы разбиты многочисленными трещинами первичной отдельности. В гранитах прослеживаются три основные системы трещин – две крутопадающих и одна – субгоризонтальная. Выделяется еще четвертая, крутопадающая, система диагональных трещин отдельности, развитая не повсеместно.

Коренные породы участка основных сооружений почти повсеместно прикрыты четвертичными отложениями. Аллювиальные отложения русла, поймы и надпойменных террас р. Енисей имеют мощность местами 12 – 18 м. На берегах коренные породы прикрыты чехлом элювиально-делювиальных отложений мощностью от 0,5 до 10 – 15 м; на крутых склонах граниты обнажены.

Скальное основание гидроузла характеризуется фильтрационной неоднородностью, обусловленной наличием тектонических крутопадающих и пологих зон и трещин. Слабопроницаемые крутопадающие тектонические швы создают препятствия для горизонтального потока вод, массивные, почти горизонтальные плиты гранита затрудняют погружение вертикального фильтрационного потока перед плотиной, восхождение его за ней. Открытые пологонаклонные трещины могут являться путями движения подземного потока.

К коренным скальным породам основания приурочен горизонт трещинных вод, который в русловой части соединяется с водами аллювия и реки.

По химическому составу воды относятся к слабо минерализованным гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-магниевым-кальциевым. По отношению к бетону не агрессивны.

Расчетная глубина промерзания суглинков, лишенных растительного и снежного покрова, составляет в районе ГЭС для средней по температуре зимы 187 см, для самой холодной – 212 см.

Общая характеристика топографии

Ширина русла реки Енисей в створе ГЭС равна 700 м. Правобережный склон не террасирован, поднимается от реки под углом около 30° на высоту 400 м; левобережный склон под углом около 45° и круче, поднимается на 100 метровую высоту, где сменяется широкой площадкой эрозионной террасы, которая за пределами участка соединяется с коренным склоном долины.

Реку Енисей на участке протяженностью около 60 км до створа гидроузла и около 35 км ниже створа (до г. Красноярск) пересекает Красноярский кряж – молодое среднегорное образование, являющееся отрогом Восточных Саян.

Рассматриваемый участок Енисея, ниже створа Красноярской ГЭС, характеризуется значительной антропогенной измененностью русла. Основной фон развития русловых процессов среднего Енисея обусловлен регулированием стока воды и наносов Красноярским и Саяно-Шушенским водохранилищами. Вместе с тем существование в нижнем бьефе крупнейшего города и промышленного центра Сибири – Красноярска – создает особую комплексность нагрузки, которая приводит к многочисленным прямым нарушениям морфологии русла реки. Антропогенная нагрузка включает в себя разработку русловых и пойменных карьеров строительных материалов, сооружения городской инфраструктуры (мостовые переходы, водозаборные сооружения, причалы и набережные, берегозащитные сооружения, дамбы,

склады гравийно-галечного материала на берегах, плотины во второстепенных рукавах), выправительные и землечерпательные работы по трассе судового хода и вне ее. Механические изменения русла в той или иной мере захватывает до 50 % протяженности участка.

Следующее сужение долины до 1 км протяженностью около 70 км начинается у с. Предивинского (218 км от плотины). Очередное сужение долины до 1 - 3 км наблюдается на участке, отстоящем от ГЭС на 327 - 350 км, а затем долина вновь расширяется до 12 км. В районе г. Енисейска (453 км от ГЭС) ширина долины составляет 6-8 км.

Естественный уклон водной поверхности составляет на первых 100 км ниже ГЭС 0,00027 - 0,00030.

Понижение максимальных уровней в условиях регулирования стока Красноярской ГЭС привело к сокращению затопляемости поймы, снижению опасности наводнений на освоенных пойменных территориях, концентрации потока в русле и, как следствие, более слабой выраженности волн подпора и спада, связанных с неравномерной шириной дна долины. Это способствует постепенной трансформации разветвленного русла в неразветвленное или приводит к сокращению водности второстепенных рукавов. В пределах г. Красноярска ограничению водности второстепенных рукавов способствуют набережные, причалы, мостовые переходы, дамбы, которыми перекрыты истоки некоторых рукавов, продольные направляющие дамбы в главном русле.

Сейсмическая активность

Красноярская ГЭС располагается в створе реки Енисей на самой окраине горного массива Восточные Саяны. Восточные Саяны являются достаточно молодым образованием (по геологическому времени), образованными на месте очень древней литосферной плиты. Процесс горообразования на данной территории протекает достаточно медленно, однако землетрясения происходят регулярно.

Исходя из многолетних исследований сейсмичности региона, площадка расположения Красноярской ГЭС характеризуется средней сейсмической активностью – согласно карте ОСР-97С (для сооружений первого класса) попадает в 7-ми балльную зону (MSK-64). Для данной территории характерны землетрясения разломного типа обусловленных разгрузкой напряжений сдвига. Такие землетрясения приурочены к активным разломам, которые характеризуются определенной сейсмичностью. Наиболее близкий активный разлом с максимальной сейсмичностью в 6 баллов называется Канско-Агульский. Это протяженный разлом, расположенный на востоке юго-востоке от Красноярской ГЭС на расстоянии от 80 до 300 км

По инструментальным данным за период эксплуатации зафиксировано 47 землетрясений в 200-км зоне Красноярской ГЭС (причем три землетрясения установлены по историческим данным) с энергетическим классом $K \geq 9,0$. Из них 4 землетрясения (1938, 2000, 2004 и 2009 гг.) с магнитудой $M > 4,5$, согласно расчета, интенсивность сотрясения в районе ГЭС не превысила 4 баллов. Требования по эксплуатации сооружений первого класса устанавливают проведения внеплановых осмотров и исследований технического состояния сооружений при регистрации интенсивности сотрясения от 5 баллов и выше. Результаты натурных наблюдений плотины Красноярской ГЭС после регистрации сотрясаемости ниже 4-ёх баллов не выявили отклонений и изменений в технических характеристиках сооружений.

Оползневые явления

В настоящее время наблюдается заметная стабилизация в процессах перестроения берегов водохранилища.

За годы наполнения и эксплуатации водохранилища (1967-1990 гг.) объемы переработки берегов приведены в таблице 13

Таблица 13 - Переработка берегов Красноярского водохранилища

| №№ | Населенный пункт | Отступление берега, м | Объем обрушения, м ³ на пог. метр |
|----|------------------|-----------------------|--|
| 1 | Куртак | 462 | 17223 |
| 2 | Новоселово | 154 | 726 |
| 3 | Даурское | 59 | 56 |
| 4 | Усть-Сыда | 75 | 1710 |

На берегах Красноярского водохранилища выявлены следующие типы оползней:

- Оползни-сдвиги;
- Оползни-соскальзывания;
- Оползни-обвалы;
- Суффозионные оползни.

Первые три распространены на скальных породах девона, силура и карбона с сопротивлением сжатию до 100 МПа. Объемы единовременных смещений масс достигают 5 – 6 млн. м³ как в рыхлых, так и в скальных породах.

На расстоянии от плотины в 110 – 315 км зарегистрировано 12 крупных оползней с общим объемом оползневой массы около 8 млн. м³ (что составляет около 0,1 % объема «призмы запаса» над ФПУ), из них 4 с оползнями чрезвычайного типа опасности с удельными объемами оползней по береговой линии 100-500 тыс. м³ на 1 км береговой линии.

На Комском оползне общим объемом 3 млн. м³ (0,5 млн. м³ обрушилось в воду), произошедшем 26 июля 1969 года на правом берегу в средней части Красноярского водохранилища, образовалась нагонная волна высотой 8 м (такая волна очень быстро затухает, через 18 км ее высота не превышала 3 м).

Берега приплотинного участка водохранилища протяженностью около 60 км, скальные, сложены палеозойскими породами, без обрушений. На этом участке в первый год заполнения водохранилища (в 1967 г., при повышении уровня водохранилища на 64 м) имел место один оползень на расстоянии 50 км от плотины с незначительным объемом оползневой массы – 21

тыс. м³. Эти берега по результатам обследований и наблюдений до и после наполнения водохранилища характеризуются как устойчивые, допускается возможность весьма незначительных (и не опасных) обрушений абразивно-обвального типа.

На выше расположенных участках водохранилища оползневые процессы наиболее интенсивно протекали в первые годы наполнения (1967-1970 гг.). В последующий период наблюдалась заметная стабилизация в процессах переформирования берегов водохранилища.

Береговые склоны в нижнем бьефе не подмочены, без выходов грунтовых вод на дневную поверхность, без обрушений. При ослаблении поверхностный слой горных склонов периодически (раз в 10-12 лет) очищается от неустойчивых блоков и камней.

Провалы

Наблюдения за карстом, которые ведутся более 35 лет, показали, что по берегам Красноярского водохранилища существенного развития карстового процесса нет. Это объясняется труднорастворимостью доломинизированных известняков.

Селевая и лавинная опасность

Отсутствует.

Комплект документов декларирования безопасности ГТС

Декларация безопасности гидротехнических сооружений Красноярской ГЭС г. Дивногорск, 2015-12-25.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Критерии безопасности Красноярской ГЭС

Таблица Б.1 - Соответствие качественных диагностических показателей состояния бетонных сооружений критериальным значениям

| № позиции | Объект контроля | Наименование показателя | Условия нормальной эксплуатации | Критерии безопасности К1 | Критерии безопасности К2 | Соответствие условию не превышения критериальных значений |
|-----------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Открытые бетонные поверхности напорной и низовой граней плотины, в т.ч. водосливной части плотины | Состояние открытых бетонных поверхностей | Раскрытие трещин, образовавшихся в строительный период, не увеличивается во времени и носит сезонный характер. Отсутствие трещин, изменяющих статическую работу сооружения, сколов и разрушений бетона, обнажения и коррозии рабочей арматуры, фильтрационных свищей. Отсутствие сколов и разрушений бетона, обнажения рабочей арматуры | Увеличение во времени раскрытия трещин, образовавшихся в строительный период, нарушение сезонного характера раскрытия трещин. Появление и развитие во времени новых трещин, не нарушающих статическую работу сооружения. Появление трещин, изменяющих схему статической работы. Появление фильтрационных свищей. Появление сколов и разрушений бетона, обнажения арматуры | Развитие во времени трещин, изменяющих схему статической работы сооружения. Развитие во времени фильтрационных свищей, разрушений бетона, коррозии арматуры | Соответствует условиям нормальной эксплуатации |
| 2 | Галереи в теле плотины. Межсекционные швы. | Монолитность тела плотины. | Сезонный установившийся характер фильтрации со стороны верхнего бьефа. Отсутствие протечек в галереях со стороны низовой грани. | Увеличение расходов через швы со стороны верхнего бьефа. Значительные протечки со стороны низовой грани плотины, носящие сезонный характер. | Нарушение сезонного характера и значительный рост расходов через швы со стороны верхнего бьефа и низовой грани. | Соответствует условиям нормальной эксплуатации. |
| 3 | Железобетонные оболочки водоводов. Система трещин. | Состояние трещин на бетонной поверхности водоводов. | Стабилизация раскрытия трещин и отсутствие водопроявлений. | Увеличение раскрытия трещин и сосредоточенное высачивание воды. | Нарушение сезонного характера раскрытия трещин. Разрушение защитного слоя арматуры, коррозия арматуры | Соответствует условиям нормальной эксплуатации. |

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Окончание таблицы Б.1

| | | | | | | |
|---|-----------------------|--|--|---|--|---|
| 4 | Дренажные устройства. | Работоспособность дренажных устройств. | Отсутствие засорений и повреждений дрен, затрудняющих сбор и отвод фильтрационных вод. | Появление засорений и повреждений дрен, затрудняющих сбор и отвод фильтрационных вод. | Развитие засорений и повреждений дрен, затрудняющих сбор и отвод фильтрационных вод. | Соответствует условиям нормальной эксплуатации. |
|---|-----------------------|--|--|---|--|---|

Таблица Б.2 - Соответствие количественных диагностических показателей состояния бетонных сооружений критериальным значениям

| № позиции | Сооружение, конструкция | Диагностический показатель | Значение диагностических показателей | | | Соответствие условию не превышения критериальных значений |
|-----------|---|--|--|---------------|-------------|---|
| | | | Максимальное (наихудшее) | Критериальные | | |
| | | | | K1 | K2 | |
| 1 | Секции плотины. Система гидро-нивелиров в галерее №2 (отм. 153,0 м) | Осадки секций плотины | 34,27 мм УВБ=232,47м, Т _{возд} =2,8°С | 38 мм | 42 мм | Соответствует |
| 2 | Секции плотины. Система гидро-нивелиров в галерее №2 (отм. 153,0 м) | Интенсивность осадки секций плотины | 0.75 мм/год УВБ=232.47м, Т _{возд} = 2,8°С | ±3.0 мм/год | ±4.0 мм/год | Соответствует |
| 3 | Гребень плотины. Система прямых и обратных отвесов | | | | | |
| 3.1 | Секция №22 | Горизонтальные перемещения гребня плотины в сторону НБ с начала наблюдений | 32,44 мм УВБ-241,89м, Т _{возд} = 2,4°С | 38 мм | 43 мм | Соответствует |
| 3.2 | Секция N°37 | | 41,93 мм УВБ-236,86 м, Т _{возд} = -23,5°С | 45 мм | 49 мм | Соответствует |
| 3.3 | Секция №54 | | 35,18мм УВБ=240,88 м, Т _{возд} = -0,7°С | 40 мм | 44 мм | Соответствует |

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

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.А. Ачитаев

подпись, инициалы, фамилия



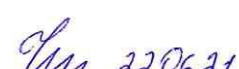
«21» 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

**РАЗРАБОТКА ДЕКЛАРАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ КРАСНОЯРСКОЙ
ГЭС**

| | | | |
|---------------------------|--|--|---|
| Научный руководи- тель |  подпись, дата | ст. преподаватель Саяно-Шушенского филиала СФУ должность | <u>Т.Ю. Толошинова</u> инициалы, фамилия |
| Выпускник |  подпись, дата | | <u>И.Л. Горбатов</u> инициалы, фамилия |
| Рецензент |  подпись, дата | Инженер-гидротехник 2 категории ООО «ГТС Сибири» в г. Красноярске должность | <u>А.А. Костин</u> инициалы, фамилия |
| Нормоконтролёр |  подпись, дата | | <u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия |

Саяногорск; Черемушки 2021