

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности  
(наименование института полностью)

---

Департамент бакалавриата  
(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

---

«Безопасность технологических процессов»  
(направленность (профиль)/специализация)

---

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Модернизация системы безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом в ПАО «РусГидро» - «Жигулевская ГЭС»

Студент

А.В. Блащук  
(И.О. Фамилия)

---

(личная подпись)

Руководитель

старший преподаватель, М.А. Веселова  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

---

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

---

Тольятти 2020

## Аннотация

Безопасность, гидроагрегат, гидроэлектростанция, опасные и вредные производственные факторы, охрана труда, управление, модернизация.

Целью настоящей бакалаврской работы является обеспечение безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС». Для достижения поставленной цели решены нижеописанные задачи.

В первом разделе дана характеристика производственного объекта ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС», указан фактический адрес местонахождения организации, основные виды деятельности организации, описана структура управления организацией, представлена технологическая схема размещения основного оборудования. Во втором разделе проведен анализ безопасности объекта, анализ безопасности оборудования, анализ пожарной безопасности, анализ опасных и вредных производственных факторов. Также изучен уровень производственного травматизма в организации. Проведен анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной защиты. В третьем по счету разделе бакалаврской работы выполнена выработка рекомендаций по обеспечению безопасности и модернизации системы безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом. В разделе охрана труда дана характеристика системы управления охраной труда в организации, разработана документированная процедура проведения инструктажей по охране труда, разработан план мероприятий по улучшению условий труда. В следующем разделе выполнен анализ антропогенной нагрузки организации на окружающую среду. Разработана программа производственного экологического контроля.

Проведен анализ возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций на примере производственного объекта ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС». Разработан план по их предотвращению или локализации и ликвидации последствий. Бакалаврская работа содержит 47 страниц текста.

## Содержание

Введение.....	4
1 Характеристика производственного объекта.....	5
2 Анализ безопасности объекта.....	9
2.1 Анализ безопасности оборудования .....	9
2.2 Анализ пожарной безопасности .....	10
2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	11
2.4 Уровень производственного травматизма в организации.....	13
2.5 Анализ обеспечения персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты.....	15
3 Выработка рекомендаций по безопасности и модернизации системы безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом .....	16
4 Охрана труда.....	20
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	23
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	32
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	34
Заключение.....	43
Список используемых источников.....	44

## Введение

Целью данной работы является разработка человеко-машинного интерфейса на базе диалоговой панели с помощью инструментальной системы Vijeo Designer.

В данной работе выполнена реализация человеко-машинного интерфейса автоматизированной системы управления гидроагрегатом для операторской панели Magelis с помощью инструментальной системы Vijeo Designer компании Schneider Electric. Используя предложенный человеко-машинный интерфейс можно выполнять диагностику неполадок, обеспечивать регулировку параметров, вести учет всех произведенных операций и защиту информации.

Необходимо реализовать полный и удобный интерфейс для человека-оператора. Для управления гидроагрегатом необходимо создать диалоговые панели управления в переходных режимах при выполнении операций по пуску, нормальной и аварийной остановкам.

Также необходимо создать переход агрегата из одного режима в другой в согласовании с принятой технологией управления, как в составе стационарной автоматизированной системы управления, так и при приеме команд от дежурного инженера станции в местном управлении.

Диалоговая панель управления обеспечивает взаимодействие остальных подсистем как единой системы управления гидроагрегатом и обеспечивает автоматическое, местное и дистанционное управление. Проведение всех операций по пуску, остановке переходов из одних режимов в другие производится с контролем времени исполнения и формированием соответствующих действий и операций при превышении данного времени.

Рассматриваемая автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) предназначена для преобразования гидравлической энергии в электрическую и последующей выдачи мощности в энергосистему.

## **1 Характеристика производственного объекта**

Фактический адрес местонахождения организации ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» – 445350, город Жигулевск, Московское шоссе, дом 2, Самарская область.

Филиал Открытого акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Жигулевская ГЭС» (далее по тексту – Филиал) создан в соответствии с положениями Гражданского кодекса Российской Федерации, Федерального закона «Об акционерных обществах» от 26.12.1995 № 208–ФЗ, Устава Открытого акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» (далее по тексту – Общество) на основании решения Совета директоров Общества (протокол от 27.08.2007 № 38).

Филиал является обособленным подразделением Общества, расположенным вне места его нахождения и осуществляющим все его функции, в том числе функции представительства. Филиал не является юридическим лицом и осуществляет свою деятельность в соответствии с законодательством Российской Федерации, Уставом Общества, решениями его органов управления, нормативными правовыми документами (актами) Общества и настоящим Положением. Организационная структура Филиала утверждается согласованным в установленном порядке приказом Председателя Правления Общества по представлению директора Филиала. Филиал для осуществления своей деятельности наделяется имуществом, которое учитывается как на отдельном балансе Филиала, так и на балансе Общества. Филиал осуществляет деятельность от имени Общества. Ответственность за деятельность Филиала несет Общество. Для организации и ведения деятельности Филиала Общество в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, открывает расчетные и иные счета в банках и небанковских кредитных организациях, на которые зачисляются и с которых расходуются денежные средства.

Филиал вправе осуществлять любые виды деятельности, не запрещенные законом, в том числе:

- поставка (продажа) электрической энергии и мощности по установленным тарифам в соответствии с торговым графиком (плановым почасовым производством) и командами системного оператора на управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики;

- получение (покупка) тепло– и электроэнергии у их производителей;

- производство электрической и тепловой энергии;

- передача тепловой энергии;

- оказание системных услуг;

- диспетчерское управление и соблюдение режимов сбережения энергопотребления;

- обеспечение эксплуатации энергетического оборудования в соответствии с действующими нормативными требованиями, проведение своевременного и качественного его ремонта, технического перевооружения и реконструкции энергетических объектов, а также развитие энергетических объектов;

- обеспечение эксплуатации гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования в соответствии с действующими нормативными требованиями, ведение наблюдений за гидротехническими сооружениями, проведение своевременного и качественного ремонта, технического перевооружения и реконструкции гидротехнических сооружений;

- создание и освоение новой техники и технологий, обеспечивающих эффективность, безопасность и экологичность работы промышленных объектов Филиала, создание условий для развития энергетического комплекса в целом, реализации отраслевых научнотехнических и инновационных программ, формирование отраслевых фондов НИОКР.

Руководство деятельностью Филиала осуществляет директор Филиала,

действующий от имени Общества в соответствии с полномочиями, предоставленными решениями органов управления Общества, локальными нормативными документами (актами) Общества, доверенностью, выдаваемой Обществом, настоящим Положением, трудовым договором, заключенным с Обществом. Директор Филиала назначается на должность и освобождается от должности приказом Председателя Правления Общества. Заключение (расторжение) трудового договора с директором Филиала от имени Общества осуществляется Председателем Правления Общества или уполномоченным им лицом.

Главный инженер Филиала назначается на должность и освобождается от должности приказом Председателя Правления Общества по представлению Члена Правления Общества, ответственного за производственную деятельность. Заключение (расторжение) трудового договора с Главным инженером Филиала от имени Общества осуществляется Председателем Правления Общества или уполномоченным им лицом. Полномочия Главного инженера Филиала определяются решениями органов управления Общества, локальными нормативными документами (актами) Общества, доверенностью, выдаваемой Обществом, настоящим Положением, трудовым договором, заключенным с Обществом. Главный инженер Филиала административно подчиняется директору Филиала, функционально, в рамках установленных локальными нормативными документами (актами) Общества – Члену Правления Общества, ответственному за производственную деятельность.

Структура и штатное расписание Филиала, условия и порядок оплаты труда в Филиале, а также внесение изменений в указанные документы утверждаются приказом Председателем Правления Общества или уполномоченным им лицом. Трудовой коллектив Филиала составляют граждане, с которыми от имени Общества заключены трудовые договоры в соответствии со штатным расписанием Филиала в порядке, определенном трудовым законодательством Российской Федерации. Директор Филиала в

соответствии с локальными нормативными документами (актами) Общества утверждает Правила внутреннего трудового распорядка Филиала, должностные инструкции работников Филиала.

Данная схема (рисунок 1) использовалась для изучения принципов работы гидроагрегата. Функциональная схема в сравнении со структурной наиболее детально показывает функции отдельных элементов и устройств.

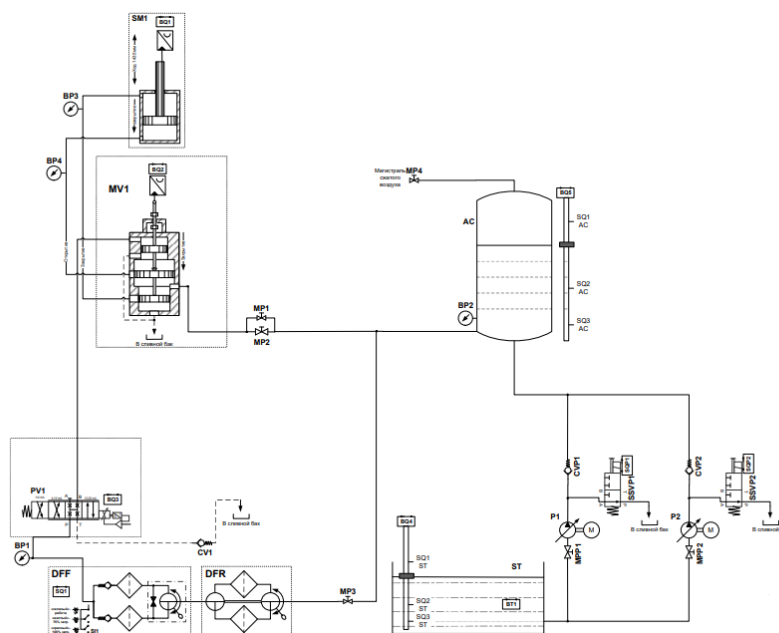


Рисунок 1 – Функциональная схема размещения основного оборудования

В результате выполнения первого раздела бакалаврской работы дана характеристика производственного объекта ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС», указан фактический адрес местонахождения организации, основные виды деятельности организации, описана структура управления организацией, представлена технологическая схема размещения основного оборудования.



## **2 Анализ безопасности объекта**

### **2.1 Анализ безопасности оборудования**

Жигулевская ГЭС (г.о. Жигулевск, Самарская область) является филиалом ПАО «РусГидро». Ее установленная мощность – 2 488 МВт. На станции установлено 20 гидроагрегатов: 4 – мощностью по 120 МВт, 16 – мощностью по 125,5 МВт. Первый агрегат ГЭС был введен в эксплуатацию в декабре 1955 года. В 1958 году Жигулевская ГЭС была принята в промышленную эксплуатацию, и с тех пор гидротехнические сооружения эксплуатируются надежно и безаварийно.

В настоящее время на Жигулевской полностью обновлены все 20 гидроагрегатов станции. Замена гидротурбин и модернизация гидрогенераторов позволила увеличить установленную мощность станции с 2300 МВт до 2488 МВт. В рамках реализации мероприятий по повышению устойчивости функционирования Жигулевской ГЭС, создана распределенная система резервного электропитания объектов ГЭС.

В 2019 году завершены работы по замене маслонаполненных кабелей 220кВ на кабели из сшитого полиэтилена. Замена кабеля трансформаторной группы 7ТГ сняла существующие режимные ограничения по перетокам мощности в энергосистеме с учетом ее настоящего развития.

Выполнение работ по замене и реконструкции устройств противоаварийной автоматики также повысит надежность работы энергосистемы в целом.

В 2020 году продолжатся работы по обновлению затворов водосливной плотины и сороудерживающих устройств. Установленная мощность станции составляет 2488 МВт.

«На станции разработан и реализуется долгосрочный план мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений

(ГТС) Жигулевской ГЭС, с конкретными сроками исполнения этих мероприятий» [5].

«Состав и объем контрольных наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений отвечают требованиям действующих нормативных документов» [5].

«Надзор за состоянием гидротехнических сооружений электростанции осуществляет участок диагностики ГТС службы мониторинга оборудования и ГТС, работающий в соответствии с Федеральным Законом «О безопасности гидротехнических сооружений», руководящими и нормативными документами по надзору за состоянием производственных зданий и сооружений энергопредприятий» [5].

«Состояние гидротехнических сооружений регулярно обследуется и проверяется ведомственными комиссиями и государственным надзорным органом «Ростехнадзор»» [5].

«На основании данных натурных наблюдений, предписаний надзорных органов разрабатываются долгосрочные и краткосрочные производственные программы, направленные на повышение уровня надежности и безопасности гидросооружений» [5].

«Общее состояние сооружений Жигулевской ГЭС в настоящее время надежно, что подтверждается независимыми исследованиями, а также регулярно проводимыми комплексными проверками Ростехнадзора» [5].

## **2.2 Анализ пожарной безопасности**

Основными требованиями в области пожарной безопасности зданий и сооружений производственного назначения Группы РусГидро являются:

– обеспечение пожарной безопасности генерирующих и электросетевых объектов в соответствии с требованиями федерального законодательства;

– использование в производственном процессе наиболее эффективных существующих доступных технологий, обеспечивающих повышение уровня пожарной безопасности;

– предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений;

– сохранение и защита имущества при пожаре;

– предупреждение возникновения пожара;

– недопущение распространения пожара на имущество третьих лиц.

Запрещается:

– использование строительных материалов, не отвечающих требованиям в области пожарной безопасности, охраны труда, санитарных норм, содержащих асбест, а также материалов и веществ, содержащих стойкие органические загрязнители;

– внесение изменений в несущие и ограждающие конструкции без предварительного технического обоснования и согласования с генеральным проектировщиком;

– размещение инженерных сетей с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами под зданиями и сооружениями;

– эксплуатация зданий и сооружений в условиях, приводящих к превышению проектных значений прочности и устойчивости строительных конструкций;

– использование электронагревателей для отопления производственных помещений топливоподачи ТЭС;

– проектирование кирпичных, армокирпичных и сборных железобетонных труб при расчётной сейсмичности площадки строительства 7 баллов и выше.

### **2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах персонала работающего с вредными веществами и жидкостями**

На оператора управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» действуют следующие опасные и вредные производственные факторы.

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека:

- перегрузка, то есть присутствие дополнительных к силе тяжести инерционных массовых сил, меняющее динамику и кинематику движения, а также характер механической работы внутренних органов человеческого организма;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха

- повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [7].

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека:

- вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция);

- вещества, вызывающие поражение (некроз/омертвление или раздражение) кожи;
- вещества, вызывающие серьезные повреждения или раздражение глаз;
- мутагенные вещества;
- канцерогенные вещества;
- sensibilizing (allergenic) substances;
- вещества, воздействующие на функцию воспроизводства;
- вещества, обладающие избирательной токсичностью на органы-мишени и (или) системы при однократном воздействии;
- вещества, обладающие избирательной токсичностью на органы-мишени и (или) системы при многократном или продолжительном воздействии;
- вещества, представляющие опасность при аспирации» [7].

## 2.4 Уровень производственного травматизма в организации

Был проведен анализ несчастных случаев на производстве ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» за последние пять лет на (рисунки 2 – 5).

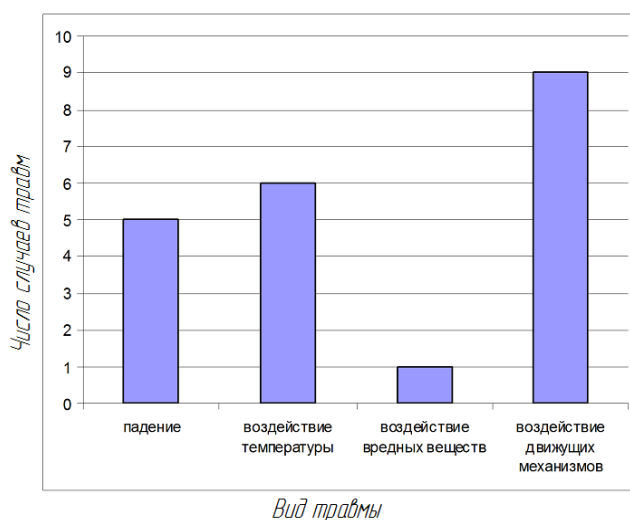


Рисунок 2 – Анализ случаев травматизма по видам травм

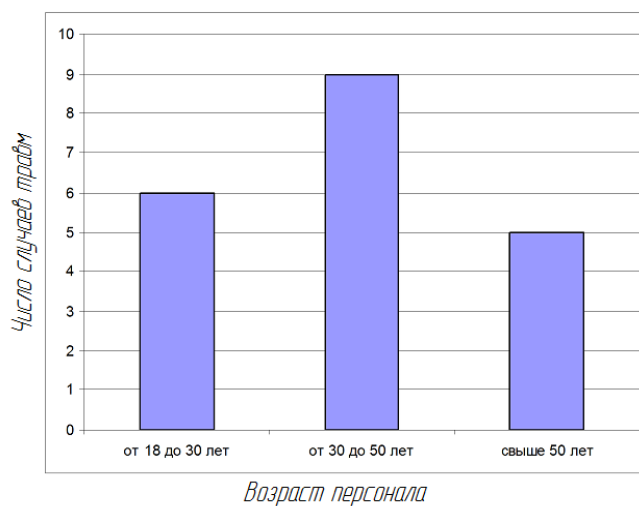


Рисунок 3 – Анализ случаев травматизма по возрасту

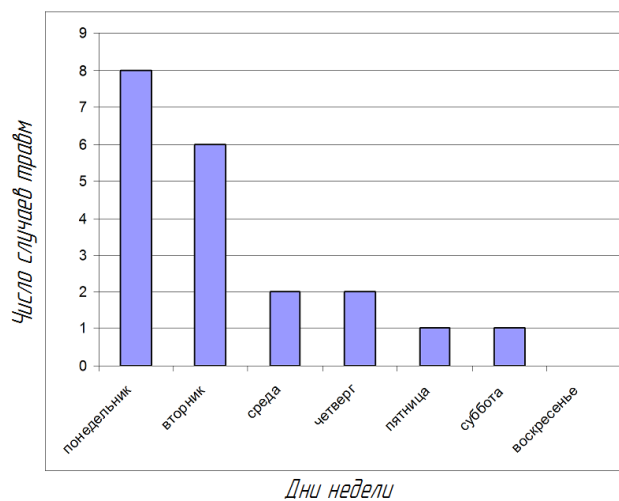


Рисунок 4 – Анализ случаев травматизма по дням недели полученных травм

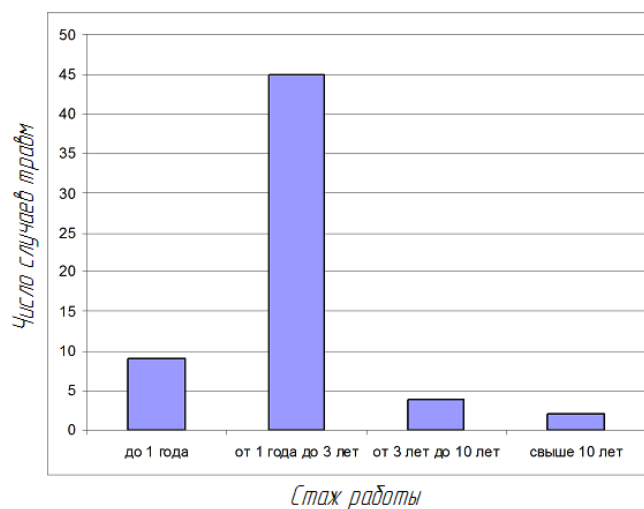


Рисунок 5 – Анализ случаев травматизма по стажу работы

По результатам этих анализов можно сделать выводы о достаточно низких уровнях травмирования сотрудников ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС». Так, 9 человек были травмированы от движущих частей механизмов, 1 человек – от воздействия вредных веществ, 6 – от воздействия высокой температуры оборудования, 5 – от падения.

## **2.5 Анализ обеспечения персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты**

Оператор управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» обеспечен следующими видами средств индивидуальной и коллективной защиты: «перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные с защитным подноском, очки защитные, костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающей пропиткой, каска защитная» [8].

В результате выполнения второго раздела проведен анализ безопасности объекта, анализ безопасности оборудования, анализ пожарной безопасности, анализ опасных и вредных производственных факторов. Также изучен уровень производственного травматизма в организации. Проведен анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной защиты.

Можно сделать вывод о том, что общее состояние сооружений Жигулевской ГЭС в настоящее время надежно и безопасно. Однако, необходимо разработать автоматизированную систему для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели.

### **3 Выработка рекомендаций по безопасности и модернизации системы безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом**

Оборудование автоматизации силовой части и систем управления характеризуется основными функциями.

Снабжение электроэнергией.

«Для силовых потребителей и управляющих устройств гарантирует распределение электроэнергии. Электроснабжение должно быть бесперебойным. Защита должна выполняться с учетом правил устройства электроустановок и требований к оборудованию» [8].

Обработка данных.

Необходимой частью оборудования является программное обеспечение (ПО). ПО обрабатывает данные состояния технологического процесса, которые получает от оператора команды. ПО является основой технологического оборудования и управляет исполнительными устройствами, посылая информацию, когда и куда это необходимо.

Диалог.

«Человеко-машинный интерфейс» (ЧМИ – НМ human-machine interface) используется для обозначения связи между человеком-оператором. Эта функция предназначена для формирования управляющих воздействий и представления состояния технологического процесса.

Управление подачей питания.

Средства управления нагрузкой. Например, контактор, используемый для прямого пуска, либо электронный блок для подачи питания на двигатель или нагревательный элемент.

Сбор данных.

«Получение данных о технологическом процессе необходимо для реализации обратной связи в системе управления. Сбор данных необходим



для отсылки этих данных в простейшее устройство управления или ПЛК» [8].

Выбор оборудования позволит организовать систему управления технологическим процессом (рисунок 6).



Рисунок 6 – Схема связи оборудования автоматизации

При выборе контроллера нужно учесть:

- условия эксплуатации: степень защиты контроллера должна быть не менее IP54;
- возможность связи контроллера с низким уровнем, так и с верхним;
- характеристики ввода-вывода;
- характеристики процессора: должен иметь высокую частоту и низкое время обработки операций;
- температурой эксплуатации от +50С до +550С;
- наличие часов реального времени в контроллере.

Рассмотрев контроллеры разных производителей, которые удовлетворяют данным требованиям, был выбран контроллер ModiconM340, который широко используется в промышленности и пользуется объемной информационной и технической поддержкой (рисунок 7).



Рисунок 7 – Контроллер ModiconM340

Modicon M340 – программируемый логический контроллер (ПЛК) компании SchneiderElectric. Modicon M340, из всей серии Modicon, наиболее компактный ПЛК, который обладает повышенной гибкостью памяти и функциональностью наивысшего класса. Modicon M340, имея небольшие габариты, имеет большую производительность, высокую скорость обработки двоичных инструкций. ПЛК Modicon M340 используется в таких отраслях, как: упаковка и обработка материалов, деревообработка, нефтегазовый сектор, диспетчеризация электроснабжения и многое другое [8].

Главные особенности и преимущества Modicon M340:

- 8 МБ оперативной памяти позволяет сохранить до 7 инструкций/мсек;
- слотом для карты памяти SD(256 КБ) оснащены все модели Modicon M340;
- компактные размеры (ШхВхГ) 100x32x93 мм;
- встроенный CANopen;
- подключение к Modicon M340 возможно через Ethernet по сети или в режиме «точка-точка», а также при помощи модема (RTC, GSM/GPRS, Radio);
- USB-порт встроен в каждую модель;
- дополнительное файловое хранилище емкостью до 166МБ с FTP-доступом;

– конструкция монтажного шасси позволяет устанавливать и извлекать модули непосредственно во время работы (Hot-Swap).

Сенсорная панель MAGELIS STU:

- цветной экран TFT QVGA 3.5” высокого разрешения;
- монтаж без инструментов, установка в отверстие под кнопку диаметром 22 мм;
- ethernet порт RJ45 10/100 Base T.

Преимущества:

- система монтажа "под кнопку" для Magelis STU;
- коммуникация как с оборудованием Schneider Electric, так и сторонних производителей;
- простой монтаж и конфигурирование панелей при помощи единого для всей линейки Magelis ПО позволяют значительно снизить общую стоимость Вашего решения.

В результате выполнения данного раздела был рассмотрен и реализован принцип управления гидроагрегатом с помощью человеко-машинного интерфейса. Так же была изучена организация автоматизации технологических процессов и методы внедрения систем управления в производственную среду.

В результате выполнения работы были выполнены поставленные задачи:

- разработан человеко-машинный интерфейс для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели;
- созданы и настроены объекты в базе данных VijeoDesigner;
- спроектирован принцип регулирования основных параметров системы;
- сформирована система оповещения при аварийном состоянии устройств.

#### **4 Охрана труда**

В ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» во главе службы по охране труда находится руководитель – генеральный директор общества.

Ответственным за выполнение мероприятий по охране труда, а также за соблюдение работниками ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» правил по охране труда и техники безопасности является старший лаборант общества.

В каждом помещении на видном месте должна находиться инструкции по охране труда, в которой указаны условия безопасности и порядок проведения работ.

Работа по охране труда на предприятии организуется и строится на базе СТП 0042–2010 «Организация работ по обеспечению безопасности условий и охраны труда на предприятии». Данный стандарт охватывает все направления в области охраны труда и определяет обязанности и ответственность всех работников предприятия. В соответствии с указанным стандартом общее руководство работой по обеспечению безопасных условий охраны труда на предприятии осуществляет генеральный директор ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС».

Целевой инструктаж является одним из видов обучения правилам производственной безопасности. «Он проводится при выполнении разовых работ, перед массовыми мероприятиями, ликвидацией последствий аварий, стихийных бедствий, при работах, на которые оформляется наряд–допуск и т.п.» [2].

Обязанности по проведению целевого инструктажа по охране труда обычно возлагаются на тех, кто проводит первичное и повторное инструктирование на рабочем месте. Как правило, это непосредственный руководитель коллектива, ранее прошедший проверку знаний по ОТ в установленном порядке, при этом он же обычно руководит дальнейшим

ходом работ. Также провести такое мероприятие может инструктор производственного обучения.

Так как работа с электрооборудованием и электроустановками в обязательном порядке оформляется нарядом–допуском, то разработаем процесс проведения целевого инструктажа по охране труда работника принятого на работу в качестве оператора управления гидроагрегатом.

Процесс проведения целевого инструктажа по охране труда работника принятого на работу в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» рассмотрен в таблице 1.

Таблица 1 – Процесс разработки целевого инструктажа по охране труда оператора управления гидроагрегатом принятого на работу ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»

Действие (процесс)	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе
Составление проекта инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом	Инженер по охране труда и технике безопасности ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Должностная инструкция оператора управления гидроагрегатом, нормативные документы по пожарной безопасности	Проект инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом
Согласование проекта инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом	Главный инженер ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Проект инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом	Согласованная инструкция по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом
Введение в действие инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом	Инженер по охране труда и технике безопасности ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Согласованная инструкция по целевому инструктажу оператора управления гидроагрегатом	Отчет о введении в действие инструкции по целевому инструктажу для оператора управления гидроагрегатом
Проведение целевого инструктажа при приеме на работу на должность оператора	Начальник производства ПАО «РусГидро»-	Инструкция по охране труда оператора управления	Отчет начальника станции ППС о проведении вводного инструктажа, отметка в

Продолжение таблицы 1

Действие (процесс)	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе
управления гидроагрегатом	«Жигулевская ГЭС»	гидроагрегатом	журнале прохождения целевого инструктажа оператора управления гидроагрегатом

Для улучшения условий труда на рабочем месте оператора управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» был составлен план мероприятий по охране труда, который указан в таблице 2.

Таблица 2 – План мероприятий по улучшению условий труда на рабочем месте оператора управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»

Мероприятия по охране труда	Срок исполнения	Исполнитель	Ответственное лицо
Внедрить человеко-машинный интерфейс для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели	до 15 ноября 2020 года	Начальник отдела управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Генеральный директор ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»
Провести обучение операторов управления гидроагрегатом правилам эксплуатации и безопасным методам проведения работ с человеко-машинный интерфейс для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели	до 01 декабря 2020 года	Начальник отдела управления гидроагрегатом ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Генеральный директор ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»
Контролировать соблюдение операторами управления гидроагрегатом правильной и безопасной эксплуатации человеко-машинный интерфейс для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата	постоянно	Специалист по охране труда ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	Генеральный директор ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»

## **5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

### **5.1 Анализ антропогенной нагрузки организации на окружающую среду**

Как и в других филиалах ПАО «РусГидро», на Жигулевской ГЭС многие годы проводится планомерная работа в области охраны окружающей среды. Производимая на ГЭС электроэнергия является наиболее экологичной, т.к. от основного производства не образуются отходы, отсутствуют выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. На природоохранные мероприятия филиала ПАО «РусГидро» — «Жигулевская ГЭС» в 2019 году затрачено более 55 млн. руб. Основным направлением этих мероприятий является снижение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Так, например, была проведена замена маслонаполненных кабельных линий кабелем с СПЭ изоляцией, что позволило исключить риск загрязнения почв нефтепродуктами .

Контроль за состоянием поверхностных вод верхнего и нижнего бьефов ежемесячно осуществляют Тольяттинская специализированная гидрометеорологическая обсерватория и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области», аккредитованные в установленном порядке. Ежемесячный контроль за хозяйственными стоками, поступающими в городскую канализацию, осуществляют специалисты ресурсоснабжающей организации. Контроль за поверхностными сточными водами также осуществляется ежемесячно по договору с Тольяттинским филиалом АО «ДАР/ВОДГЕО».

На всех вспомогательных производствах Жигулевской ГЭС строго соблюдаются правила сбора, хранения и транспортировки отходов.

Жигулевская ГЭС своевременно вносит плату за негативное воздействие на окружающую среду, установленную требованиями

законодательства РФ. Налог за пользование волжской водой («плата за водопользование») ежегодно составляет более 100 млн. рублей.

На всех производственных объектах Группы РусГидро осуществляется контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В 2018 году наблюдался рост выбросов SO<sub>x</sub> на 11% за счет роста выработки тепловых электростанций на природном газе (таблица 3).

Таблица 3 – Выбросы в атмосферу SO<sub>x</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, твердых веществ, т.

Показатели	2016	2017	2018
Твердые вещества	161,3	162,2	163,79
Газообразные и жидкие вещества	976,7	980,6	983,09
оксиды серы (SO <sub>x</sub> )	2,6	3,4	4,12
оксиды углерода (CO)	21,4	34,3	40,03
оксиды азота (NO <sub>x</sub> )	16,9	26,3	25,77
Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ	1 138,0	1 142,8	1 146,9

В процессе осуществления своей деятельности ПАО «РусГидро» использует возобновляемые источники энергии. При эксплуатации ГЭС не происходит выбросов парниковых газов.

Расчет выбросов парниковых газов выполнен для объектов в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 и с использованием РД 153-34.0-02.318- 2001 «Методические указания по расчету валового выброса двуокиси углерода в атмосферу от котлов ТЭС и котельных» и данных инвентаризации Углеродного фонда. Объемы выбросов парниковых газов определены на основе данных по конкретному объекту, исходя из топливного баланса объекта (таблица 4,5).

В 2018 году объем выбросов парниковых газов увеличился на 1,4%. Рост связан с увеличением выработки электроэнергии объектами Субгруппы РАО ЭС Востока и расходов на выработку электроэнергии.



Таблица 4 – Прямые выбросы парниковых газов

Показатели	2016	2017	2018	2018/2017, %
Выбросы CO <sub>2</sub> , т	34 096,5	34 457,1	34 942,3	1,4
Выбросы N <sub>2</sub> O в CO <sub>2</sub> -эквиваленте, т	119,1	117,1	120,2	2,7
Выбросы CH <sub>4</sub> в CO <sub>2</sub> -эквиваленте, т	14,4	13,9	14,6	5,0
Всего выбросов, в том числе:	34 229,9	34 588,2	35 077,1	1,4
от сжигания природного газа	9 935 983,0	10 101,5	10 147,9	0,5
от сжигания нефтепродукта	693,5	712,0	723,1	1,6
от сжигания твердого топлива	23 600,4	23 774,6	24 206,1	1,8

Таблица 5 – Интенсивность выбросов парниковых газов, т CO<sub>2</sub>-эквивалента

Показатели	2016	2017	2017/2016, %
Удельные выбросы CO <sub>2</sub> , связанные с выработкой электроэнергии, т CO <sub>2</sub> -эквивалента	785,10	785,80	+0,10
Удельные выбросы CO <sub>2</sub> , связанные с отпуском тепла, т CO <sub>2</sub> -эквивалента	375,60	373,90	-0,45

Одним из основных вызовов, который ПАО «РусГидро» учитывало при формировании обновленной Экологической политики (утверждена Советом директоров Общества 09.08.2018), является глобальное изменение климата и необходимость адаптации к неблагоприятным последствиям данных изменений, что создает угрозы для жизни и здоровья людей, состояния животного и растительного мира, а также приводит к изменениям устоявшихся гидрологических и метеорологических параметров. В этой связи одной из основных задач, стоящих перед Группой РусГидро, является низкоуглеродное развитие. При этом Экологическая политика Группы РусГидро устанавливает целевые показатели до 2025 года в области

низкоуглеродного развития – снижение выбросов парниковых газов в прямом и удельном выражении и увеличение установленной мощности низкоуглеродной генерации. Группа РусГидро к 2025 году планирует снизить выбросы парниковых газов более чем на 6% по сравнению с взятым за базу 2015 годом. 2015 год рекомендован Минэкономразвития России в качестве базового года для реализации дорожной карты по сокращению объема выбросов парниковых газов в государственном секторе экономики Российской Федерации. Удельные выбросы CO<sub>2</sub>, связанные с выработкой электроэнергии, сократятся на 7,7%, а удельные выбросы, связанные с отпуском тепла, снизятся на 6,4%.

Достижение целевого показателя «Увеличение установленной мощности низкоуглеродной генерации» планируется за счет реализации программы комплексной модернизации (долгосрочной программы с периодом реализации 2012–2020 годов с перспективой до 2025 года), предписывающей техническое перевооружение генерирующих объектов Компании. Кроме того, Компания планомерно реализует проекты в области возобновляемой энергетики.

В 2018 году в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» проведены мероприятия по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу:

- текущий и капитальный ремонт золоулавливающих и аспирационных установок, скрубберов в целях поддержания степени очистки дымовых газов на нормативном уровне;

- выполнение работ по реконструкции ТЭЦ в целях перевода котлоагрегатов, пиковой водогрейной котельной на использование природного газа.

В результате эксплуатации энергетических объектов Группы РусГидро основную долю составляют отходы IV и V классов опасности, которые образуются при основном производстве за счет образования малоопасных отходов вскрышных пород при добыче угля, золошлаковых отходов при сжигании угля, в результате реконструкции объектов, а также при ремонте и

обслуживании оборудования и сооружений Компании. Образованные отходы передаются по договорам специализированным организациям, имеющим лицензии на деятельность по транспортированию, сбору и дальнейшему обращению с отходами.

Увеличение объема образования отходов в 2018 году по сравнению с 2017 годом на 11% по Группе РусГидро произошло по причине увеличения в основном объемов образования отходов V класса опасности (таблица 6). В АО «ДГК», ПАО «Сахалинэнерго», ПАО «Камчатскэнерго», ПАО «Магаданэнерго» увеличилось образование золошлаковых отходов за счет увеличения объемов сжигания угля при основном производстве. В АО «ЛУР» увеличилось образование отходов вскрышных пород в связи с увеличением работ по выработке вскрышных пород.

Таблица 6 – Общая масса отходов с разбивкой по классу опасности, т.

Показатели	2016	2017	2018	2018/2017, %
Отходы I и II классов опасности	21	31	18	-42
Отходы III, IV и V классов опасности	29 179	29 191	23 178	-21
Всего	29 200	29 222	23 196	-21

## **5.2 Разработка программы производственного экологического контроля**

Предлагается разработать процедуру экологического контроля.

Для введения первичной учетной документации на производстве, заполнения форм статистической отчетности, контроля соблюдения разрешенных выбросов и т.д. на предприятии должны быть организованы периодические инструментальные измерения.

Производственный экологический контроль является составляющей частью системы экологического мониторинга на предприятии и включает четыре основных направления в районе размещения предприятия:

- наблюдения за источниками и факторами воздействия предприятия на окружающую природную среду и состоянием биосферы;
- «оценку фактического состояния среды» [12];
- «прогноз состояния окружающей природной среды» [12];
- оценку прогнозируемого состояния окружающей природной среды.

Для того чтобы результаты эколого-аналитического инструментального контроля были легитимными и степень доверия к ним – достаточно высока (в соответствии с Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности от 08.08.2001г. №128-ФЗ) инструментальными измерениями уровней загрязнения природной среды должны заниматься аттестованные аккредитованные специализированные организации.

Основой производственного экологического контроля является программа производственного экологического мониторинга (ППЭМ), которая разрабатывается с учетом нескольких принципов.

Наблюдением и контролем должны быть охвачены по возможности все компоненты окружающей среды на промышленной площадке (воздух, водная среда, недра, почва, рельеф), социальная среда, а также производственная деятельность (безопасность и эффективность утилизации отходов, контроль выбросов и сбросов и т.д.)

Всеобъемлющий и полный анализ и мониторинг за состоянием окружающей среды и производственных процессов по всем возможным параметрам нереален вследствие финансовых и организационных ограничений. Основное внимание следует уделить самым важным параметрам окружающей среды.

Мониторинговые наблюдения должны вестись регулярно, в соответствии с разработанным регламентом.

Следует стремиться к тому, чтобы на каждом предприятии при реализации ППЭМ использовались методики, включенные в государственный реестр и аттестованные Ростехрегулированием.

ППЭМ должна иметь следующие разделы:

- наши задачи;
- контролируемые параметры;
- объекты наблюдений;
- расположение точек отбора проб и постов наблюдения;
- периодичность наблюдений;
- структура системы мониторинга;
- общие требования к природному и методическому обеспечению экологического мониторинга;
- документирование результатов экологического мониторинга;
- контроль качества мониторинговых наблюдений;
- финансирование программы;
- состав исполнителей программы;
- порядок анализа и корректировки программы.

Задачи:

- инструментальное наблюдение за источниками и факторами воздействия;
- «оценка фактического состояния» [12];
- «прогноз воздействия на окружающую среду» [12];
- оценка прогнозируемого состояния окружающей среды;
- выявление аномальных состояний окружающей среды, вызванных производственными процессами;
- представление администрации предприятия (а также при необходимости другим юридическим лицам) информации о воздействии для принятия решения о мероприятиях по регулированию качества окружающей среды.

Отразим программу производственного экологического контроля в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» на рисунке 8.

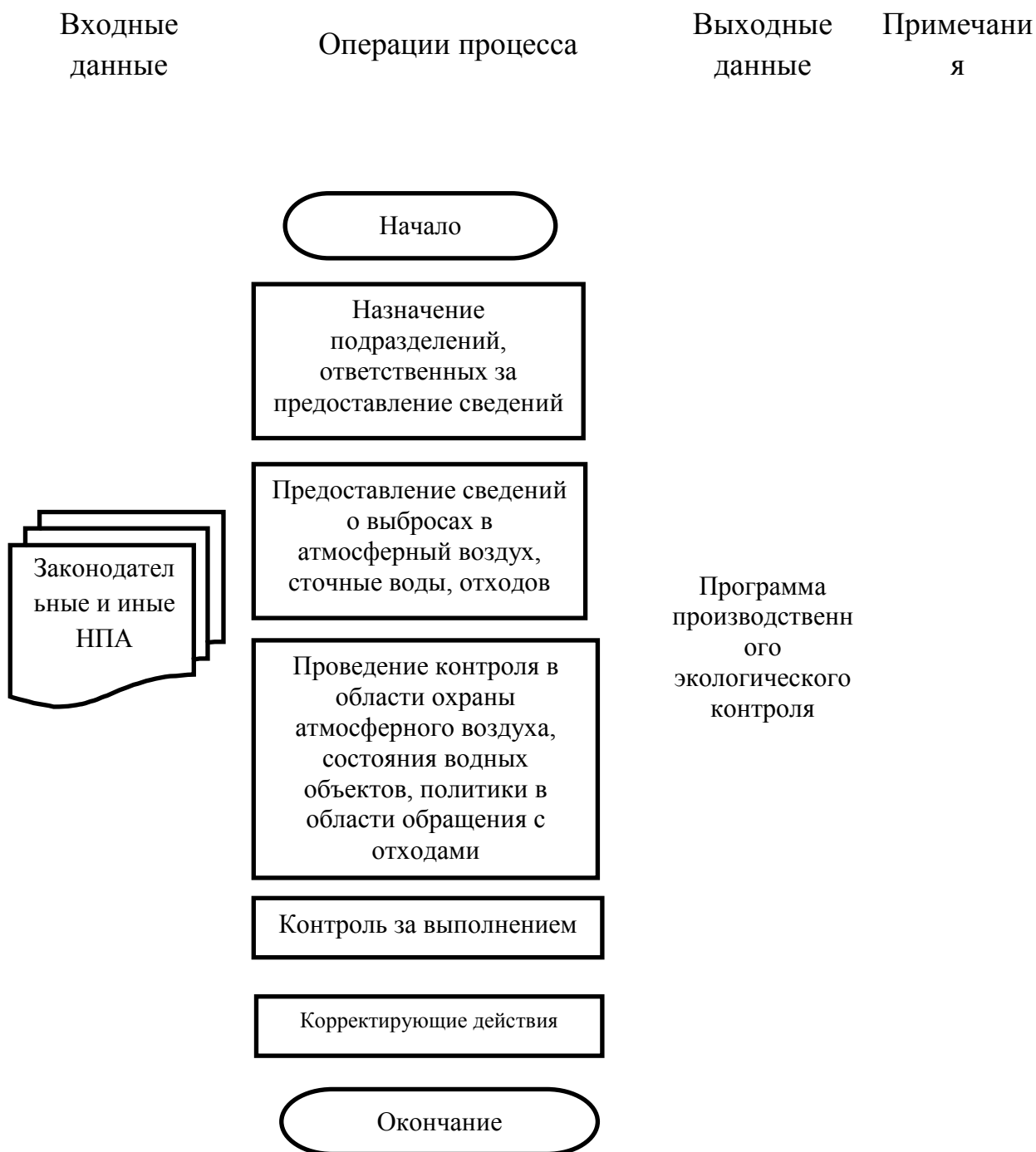


Рисунок 8 – Программа производственного экологического контроля в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»

Контроль за выполнением мероприятий по охране окружающей среды включает:

- контроль полноты проектной, разрешительной и нормативной экологической документации, имеющейся у подрядных организаций;
- контроль утвержденных площадей отвода и целевого использования земель;
- контроль производства работ в водоохраных зонах, прибрежно-защитной полосе и зоне санитарной охраны;
- контроль технического состояния и периодичности отладки автотранспорта с целью минимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- контроль выполнения мероприятий по сохранению объектов растительного и животного мира;
- контроль выполнения мероприятий по предотвращению возникновения и активизации опасных экзогенных геологических процессов и гидрологических явлений;
- контроль мероприятий по предотвращению аварий;
- контроль выполнения мероприятий по ликвидации последствий при аварийных проливах нефтепродуктов;
- контроль выполнения мероприятий по учету, хранению, переработке и утилизации отходов.

Для контроля указанных мероприятий, лица, ответственные за охрану окружающей среды на предприятии регулярно контролируют выполнение работ и отдельных технологических операций.

В результате выполнения данного раздела выполнен анализ антропогенной нагрузки организации на окружающую среду. Разработана программа производственного экологического контроля.

## **6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Наиболее опасные чрезвычайные и аварийные ситуации на территории и в помещениях ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» связаны с возможностью возникновения пожаров вследствие:

- короткого замыкания силового оборудования или электросети;
- неосторожного обращения с огнем;
- курении в неположенных местах;
- сжигании мусора или сухой травы.

В помещениях ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» установлена автоматическая пожарная сигнализация (АПС).

АПС предназначена для:

- определения первичных признаков пожара и определение очагов возгорания;
- передачи управляющих сигналов в системы оповещения и управления эвакуацией, а также на пульт, установленный в помещении с круглосуточным пребыванием дежурного персонала.

Помещения ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» обеспечиваются огнетушителями по нормам, а также организуется соблюдение сроков их перезарядки, освидетельствования и своевременной замены, указанных в паспорте огнетушителя.

При возникновении пожара необходимо:

- сообщить диспетчеру центрального пункта пожарной связи города Тольятти о возникновении загорания;
- продублировать сообщение руководству предприятия и дежурному электромонтеру;
- дежурному электромонтеру обесточить все электрооборудование, в том числе и электроосвещение (за исключением систем противопожарной защиты);
- выдать допуск руководителю тушения пожара.



Для тушения пожара водой из пожарного крана необходимо:

- размотать пожарный рукав и направить ствол на очаг пожара;
- открыть кран.

Работать необходимо вдвоём. Один человек направляет ствол пожарного рукава на очаг пожара, второй открывает кран и следит за исправностью рукава.

По прибытии первого пожарного подразделения указать ближайший путь к очагу загорания.

Встретить пожарную команду, быстро и четко описать местонахождение очага пожара, местонахождение большого количества ЛВЖ.

В результате выполнения данного раздела в качестве мероприятий по предупреждению пожаров в помещениях и на территории ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» необходимо выполнить следующее:

- ко всем зданиям ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» должен быть свободный подъезд, внутри зданий должны быть свободные проходы шириной не менее 0,8 м.;

- все помещения ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» должны быть снабжены первичными средствами пожаротушения согласно нормам;

- персонал при приеме смены проверяет на своих рабочих местах наличие и исправность средств пожаротушения и докладывает вышестоящему руководству о результатах проверки;

- в каждом кабинете, в котором применяются электрические приборы, должен висеть плакат «Уходя, отключи электроприборы»;

- на двери (или около нее) каждого кабинета должна быть табличка «Ответственный за противопожарное состояние с указанием фамилии и инициалов»;

- обеспечить своевременное расследование пожаров, установление причин их возникновения и виновных лиц, а также разработку мероприятий по предотвращению пожаров.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В данном разделе оценим экономическую эффективность по внедрению человеко-машинного интерфейса для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» для облегчения труда работников и снижения случаев травмирования и снижения воздействия опасных и вредных факторов.

В таблице 7 продемонстрирован план мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.

Таблица 7 – План мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

Мероприятие	Срок выполнения	Единицы измерения	Количество	Расходы, руб.				
				всего	по кварталам			
					1	2	3	4
внедрение человеко-машинного интерфейса для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС»	до 25 ноября 2020 года	человек	1	300 000	2000 00	0	0	1000 00

В таблице 8 указаны исходные данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

«Значение показателя  $a_{стр}$  находится по нижеприведенной формуле» [22]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (1)$$

Таблица 8 – Показатели для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Показатель	Условное обозначение	единица измерения	Данные по годам		
			2017	2018	2019
«Значение среднесписочной численности работников» [22]	N	чел	222	221	225
«Число страховых случаев в год» [22]	K	шт.	3	2	4
«Число страховых случаев в год (кроме случаев со смертельным исходом)» [22]	S	шт.	3	5	4
«Количество дней временной нетрудоспособности в связи со страховыми случаями» [22]	T	дн	31	35	33
«Значение суммы по обеспечению страхованию» [22]	O	руб	85550	87560	86560
«Фонд заработной платы за год» [22]	ФЗП	руб	6000000	6000000	6000000
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда» [22]	Q11	шт	35	35	35
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда» [22]	Q12	шт.	35	35	35
«Число рабочих мест, относящихся к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [22]	Q13	шт.	8	10	13
«Количество работающих, которые прошли обязательный медицинский осмотр» [22]	Q21	чел	222	221	225
«Количество работающих, которые подлежат прохождению обязательного медицинского осмотра» [22]	Q22	чел	222	221	225

$$a_{стр} = \frac{100000}{779008} = 0,13$$

где «O – показатель суммы по обеспечению страхованию» [22];

«V – значение показателя суммы начисленных страховых взносов» [22]:

$$V = \sum \text{ФЗП} \times t_{стр}, \quad (2)$$

$$V = 3895040 \times 0,2 = 779008$$

где « $t_{стр}$  – значение показателя страхового тарифа на обязательное социальное страхование» [22].

«Значение показателя числа страховых случаев на тысячу работающих  $V_{стр}$  находится по нижеуказанной формуле» [22]:

$$V_{стр} = \frac{K \times 1000}{N} \quad (3)$$

$$V_{стр} = \frac{6 \times 1000}{68} = 88.2$$

где « $K$  – случаи, признанные страховыми» [22];

« $N$  – среднесписочная численность работающих (чел.) » [22];

«Показатель количества дней временной нетрудоспособности  $c_{стр}$  находится по нижеуказанной формуле» [22]:

$$c_{стр} = \frac{T}{S}, \quad (4)$$

$$C_{стр} = \frac{122}{6} = 20.3$$

где « $T$  – значение числа дней временной нетрудоспособности» [22];

« $S$  – количество страховых несчастных случаев» [22];

«Коэффициент  $q1$  рассчитывается по следующей формуле» [22]:

$$q1 = (q11 - q13) / q12, \quad (5)$$

$$q1 = (6 - 3) / 6 = 0,5$$

где « $q11$  – число рабочих мест, по которым проводили специальную оценку условий труда» [22];

« $q12$  – количество всех рабочих мест» [22];

« $q13$  – количество вредных или опасных рабочих мест» [22];

«Коэффициент, характеризующий проведение обязательных периодических и предварительных медицинских осмотров  $q2$  рассчитываем по нижеприведенной формуле» [22]:

$$q2 = q21 / q22 \quad (6)$$

$$q2 = 16/16 = 1$$

где «q21 – количество работников, которые прошли обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» [22];

«q22 – количество работников, подлежащих данным видам осмотра» [22].

«Размер надбавки рассчитывается по формуле» [22]:

$$P(\%) = \left\{ \left( a_{\text{стр}}/a_{\text{ВЭД}} + b_{\text{стр}}/b_{\text{ВЭД}} + c_{\text{стр}}/c_{\text{ВЭД}} \right) / 3 - 1 \right\} \times (1-q1) \times (1-q2) \times 100 \quad (7)$$

$$P(\%) = \left\{ (0,016/0,1 + 1,25/0,66 + 20/57,43) / 3 \right\} \times 0,063 \times 0,94 \times 100 = 51\%$$

Исходные данные для дальнейшего расчета представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Данные	
			1	2
«Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [20]	$Ч_1$	чел.	6	3
«Годовая среднесписочная численность работников» [20]	ССЧ	чел.	100	
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [20]	$Ч_{\text{нс}}$	чел.	1	0
«Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [20]	$Д_{\text{нс}}$	дн	14	0
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [20]	$\Phi_{\text{план}}$	дни	247	247
«Время оперативное» [20]	$t_o$	мин	15	13
«Время обслуживания рабочего места» [20]	$t_{\text{ом}}$	мин	10	9
«Время на отдых» [20]	$t_{\text{отп}}$	мин	5	5
«Ставка рабочего» [20]	$T_{\text{чс}}$	руб/час	75	
«Коэффициент доплат» [20]	$k_{\text{допл.}}$	%	-	
«Продолжительность рабочей смены» [20]	$T$	час	8	
«Количество рабочих смен» [20]	$S$	шт	247	
«Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [20]	$\mu$		2	
Единовременные затраты	$З_{\text{ед}}$	руб.	300000	

«Определяем показатель изменения численности работников, условия труда на рабочих местах, несоответствующих требованиям нормативных данных ( $\Delta\text{Ч}_i$ )» [22]:

$$\Delta\text{Ч}_i = \text{Ч}_i^{\delta} - \text{Ч}_i^{\Pi}, \quad (8)$$

$$\Delta\text{Ч}_i = 6 - 3 = 3 \text{ чел.}$$

где « $\text{Ч}_i^{\delta}$  – число работников, условия труда которых не соответствуют требованиям нормативных данных до проведения трудоохранных мероприятий» [22];

« $\text{Ч}_i^{\Pi}$  – число работников, условия труда которых не соответствуют требованиям нормативных данных после проведения трудоохранных мероприятий» [22].

«Показатель изменения коэффициента  $\Delta K_{\text{ч}}$  найдем» [22]:

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{K_{\text{ч}}^{\Pi}}{K_{\text{ч}}^{\delta}} \times 100, \quad (9)$$

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{28,57}{44,12} \times 100 = 35,2$$

где « $K_{\text{ч}}^{\delta}$  – показатель коэффициента частоты травматизма до проведения трудоохранных мероприятий» [22];

« $K_{\text{ч}}^{\Pi}$  – показатель коэффициента частоты травматизма после проведения трудоохранных мероприятий» [22].

«Значение коэффициента частоты травматизма определим по нижеуказанной формуле» [22]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}} \times 1000}{\text{ССЧ}}, \quad (10)$$

$$K_{\text{ч}}^{\delta} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}}^{\delta} \times 1000}{\text{ССЧ}^{\delta}} = \frac{3 \times 1000}{68} = 44,12$$

$$K_{\text{ч}}^{\Pi} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}}^{\Pi} \times 1000}{\text{ССЧ}^{\Pi}} = \frac{2 \times 1000}{70} = 28,57$$

где « $\text{Ч}_{\text{нс}}$  – количество людей, которые пострадали в результате несчастных случаев» [22];

«ССЧ – среднесписочная численность работающих» [22].

«Найдем показатель изменения коэффициента тяжести травматизма  $\Delta K_T$ » [22]:

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_m^n}{K_m^{\delta}} \times 100, \quad (11)$$

$$\Delta K_m = 100 - \frac{10}{13.3} \times 100 = 25,0$$

где « $K_T^{\delta}$  – значение коэффициента тяжести травматизма перед проведением трудоохранных мероприятий» [22];

« $K_T^n$  – значение коэффициента тяжести травматизма после проведения трудоохранных мероприятий» [22].

«Значение коэффициента тяжести травматизма находится по нижеуказанной формуле» [22]:

$$K_m = \frac{D_{nc}}{Ч_{nc}}, \quad (12)$$

$$K_m^n = \frac{D_{nc}}{Ч_{nc}} = 20 / 2 = 10$$

$$K_m^{\delta} = \frac{D_{nc}}{Ч_{nc}} = 40 / 3 = 13.3$$

где « $Ч_{nc}$  – количество пострадавших от несчастных случаев» [22];

« $D_{nc}$  – число дней нетрудоспособности» [22].

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$ВУТ = \frac{100 \times D_{nc}}{ССЧ}, \quad (13)$$

$$ВУТ^{\delta} = \frac{100 \times 40}{68} = 58,8$$

$$ВУТ^n = \frac{100 \times 20}{70} = 28,6$$

где « $D_{nc}$  – число дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [22];

«Показатель фактического годового фонда рабочего времени  $\Phi_{факт}$  находится по нижеуказанной формуле» [22]:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{пл}} - ВУТ, \quad (14)$$

$$\Phi_{\text{факт}}^{\bar{b}} = 249 - 58,82 = 190,2$$

$$\Phi_{\text{факт}}^n = 249 - 28,57 = 220,4$$

где « $\Phi_{\text{пл}}$  – фонд планового рабочего времени» [22].

«Значение прироста фактического фонда рабочего времени  $\Delta\Phi_{\text{факт}}$  найдем по формуле» [22]:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт}}^n - \Phi_{\text{факт}}^{\bar{b}}, \quad (15)$$

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = 220,43 - 190,18 = 30,3$$

«Значение относительного высвобождения численности рабочих найдем по формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_\chi = \frac{ВУТ^{\bar{b}} - ВУТ^n}{\Phi_{\text{факт}}^{\bar{b}}} \times \chi_i^{\bar{b}}, \quad (16)$$

$$\mathcal{E}_\chi = \frac{58,82 - 28,57}{190,18} \times 6 = 0,95$$

«Годовую экономию себестоимости продукции найдем по формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_c = Мз^{\bar{b}} - Мз^n, \quad (17)$$

$$\mathcal{E}_c = 135057,69 - 57988,22 = 77069,47$$

«Значение материальных затрат по несчастным случаям найдем по формуле» [22]:

$$Мз = ВУТ \times ЗПЛ_{\text{он}} \times \mu, \quad (18)$$

$$Мз^{\bar{b}} = 80,9 \times 1112,96 \times 1,5 = 135057,69$$

$$Мз^n = 35,7 \times 1082,88 \times 1,5 = 57988,22$$

«Значение среднедневной заработной платы найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$ЗПЛ_{\text{он}} = T_{\text{ц}} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{дон}}/100), \quad (19)$$

$$ЗПЛ_{\text{он}}^{\bar{b}} = 94 \times 8 \times 1 \times (100\% + 48\%) / 100 = 1112,96,$$

$$ЗПЛ_{\text{он}}^n = 94 \times 8 \times 1 \times (100\% + 44\%) / 100 = 1082,88,$$



«Показатель годовой экономии по результатам уменьшения затрат на льготы и компенсаций найдем по формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta \mathcal{C}_i \times ЗПЛ_{год}^{\delta} - \mathcal{C}_i^n \times ЗПЛ_{год}^n, \quad (20)$$

$$\mathcal{E}_3 = 4 \times 277127,04 - 4 \times 269637,12 = 29959,68$$

«Значение среднегодовой заработной платы найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{он} \times \Phi_{пл}, \quad (21)$$

$$ЗПЛ_{год}^{\delta} = 1112,96 \times 249 = 277127,04$$

$$ЗПЛ_{год}^n = 1082,88 \times 249 = 269637,12$$

«Значение годовой экономии фонда заработной платы найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_T = (\Phi ЗПЛ_{год}^{\delta} - \Phi ЗПЛ_{год}^n) \times (1 + k_{Д} / 100\%), \quad (22)$$

$$\mathcal{E}_T = (2217016,32 - 1078548,48) \times (1 + 10\% / 100\%) = 1252314,6$$

$$\Phi ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{год} \times \mathcal{C}_i, \quad (23)$$

$$\Phi ЗПЛ_{год}^{\delta} = 277127,04 \times 8 = 2217016,32$$

$$\Phi ЗПЛ_{год}^n = 269637,12 \times 4 = 1078548,48$$

«Значение показателя экономии за счет отчислений на социальное страхование» [22]:

$$\mathcal{E}_{осн} = (\mathcal{E}_T \times H_{осн}) / 100, \quad (24)$$

$$\mathcal{E}_{осн} = (1252314,6 \times 62 \times 30,6\%) / 100 = 330611,06 \text{ руб.}$$

«Значение суммарной оценки социально-экономического эффекта найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_2 = \Sigma \mathcal{E}_i, \quad (25)$$

«Значение показателя хозрасчетного экономического эффекта найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{осн}, \quad (26)$$

$$\mathcal{E}_2 = 29959,68 + 77069,47 + 1252314,6 + 330611,06 = 1689954,81$$

«Значение срока окупаемости единовременных затрат найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$T_{ед} = Z_{ед} / Э_э, \quad (27)$$

$$T_{ед} = 282000 / 1689954,81 = 0,16$$

«Значение коэффициента, характеризующего экономическую эффективность единовременных затрат найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$E_{ед} = 1 / T_{ед}, \quad (28)$$

$$E_{ед} = 1 / 0,16 = 6,25$$

«Значение показателя прироста производительности труда найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$П_{пр} = \frac{t_{ум}^{\delta} - t_{ум}^n}{t_{ум}^{\delta}} \times 100\%, \quad (29)$$

$$П_{пр} = \frac{36,75 - 13,75}{36,75} \times 100\% = 63$$

$$t_{ум} = t_o + t_{ом} + t_{омл}, \quad (30)$$

$$t_{ум}^{\delta} = t_o + t_{ом} + t_{омл} = 30 + 5 + 1,75 = 36,75 \text{ мин.}$$

$$t_{ум}^n = t_o + t_{ом} + t_{омл} = 10 + 2 + 1,75 = 13,75 \text{ мин.}$$

«Значение показателя прироста производительности труда за счет экономии численности работников найдем по нижеуказанной формуле» [22]:

$$П_{пр} = \frac{Э_ч \times 100}{ССЧ^{\delta} - Э_ч}, \quad (31)$$

$$П_{пр} = \frac{2,15 \times 100}{68 - 2,15} = 3,26$$

В результате выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что внедрение человеко-машинного интерфейса для контроля и управления технологическим процессом гидроагрегата с помощью диалоговой панели в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС» оказалось экономически выгодным.

## Заключение

Целью настоящей бакалаврской работы является обеспечение безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом в ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС».

Для достижения поставленной цели решены нижеописанные задачи.

В первом разделе дана характеристика производственного объекта ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС», указан фактический адрес местонахождения организации, основные виды деятельности организации, описана структура управления организацией, представлена технологическая схема размещения основного оборудования.

Во втором разделе проведен анализ безопасности объекта, анализ безопасности оборудования, анализ пожарной безопасности, анализ опасных и вредных производственных факторов. Также изучен уровень производственного травматизма в организации. Проведен анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной защиты.

В третьем по счету разделе бакалаврской работы выполнена выработка рекомендаций по обеспечению безопасности и модернизации системы безопасности технологического процесса управления гидроагрегатом.

В разделе охрана труда дана характеристика системы управления охраной труда в организации, разработана документированная процедура проведения инструктажей по охране труда, разработан план мероприятий по улучшению условий труда.

В следующем разделе выполнен анализ антропогенной нагрузки организации на окружающую среду. Разработана программа производственного экологического контроля.

Проведен анализ возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций на примере производственного объекта ПАО «РусГидро»-«Жигулевская ГЭС». Разработан план по их предотвращению или локализации и ликвидации последствий.

## Список используемых источников

1. Айзман Р. И. Основы безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. И. Айзман, Н. С. Шуленина, В. М. Ширшова ; [науч. ред. А. Я. Тернер]. – [3–е изд., стер.]. – Новосибирск: Сибир. унив. изд–во, 2017. – 247 с. – (Университетская серия).
2. Брюханов В. Н. Автоматизация производства / В. Н. Брюханов, А. Г. Схиртладзе, В. П. Вороненко. – М. : Высшая школа, 2016. – 368 с.
3. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]: Приказ Росстандарта от 09.06.2016 №602–ст. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 28.05.2020).
4. Горина Л. Н. Организация надзорной деятельности по пожарной безопасности [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов очной формы обучения / Л. Н. Горина ; ТГУ ; Ин–т машиностроения ; каф. «Управление пром. и экол. Безопасностью». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2017. – 114 с. – Библиогр.: с. 114. (дата обращения 28.05.2020).
5. Данилина Н. Е. Расследование несчастных случаев и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов очной формы обучения / Н. Е. Данилина ; ТГУ ; ин–т машиностроения ; каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью» . – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2017. – 162 с. : ил. – Библиогр.: с. 142–144. – Прил.: с. 145–162. (дата обращения 28.05.2020).
6. Данилина Н. Е. Производственная безопасность [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов оч. формы обучения / Н. Е. Данилина, Л. Н. Горина ; ТГУ ; Ин–т машиностроения ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2017. – 155 с. – Библиогр.: с. 151–155. (дата обращения 28.05.2020).

7. Данилина Н. Е. Пожарная безопасность [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов очной формы обучения / Н. Е. Данилина, Л. Н. Горина ; ТГУ ; ин–т машиностроения ; каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2017. – 247 с. : ил. – Библиогр.: с. 244–247. (дата обращения 28.05.2020).

8. Каменская Е. Н. Безопасность жизнедеятельности и управление рисками : учеб. пособие / Е. Н. Каменская. – Москва : РИОР : ИНФРА–М, 2016. – 252 с. – (Высшее образование).

9. Конструирование мехатронных модулей: учебное пособие / А. Н. Попов, Н. Е. Пуленец, А. Н. Тимофеев. Санкт–Петербургский государственный политехнический университет. – СПб. : Изд–во Политехн. ун–та, 2006. – 38 с.: ил. – Библиогр.: с. 37.

10. Карпенков С. Х. Экология [Электронный ресурс] : учебник / С. Х. Карпенков. – Москва : Логос, 2016. – 397 с. (дата обращения 28.05.2020).

11. Масаев В. Н. Основы организации и ведения аварийно–спасательных работ: Спасательная техника и базовые машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Масаев, О. В. Вдовин, Д. В. Муховиков ; Сибирская пожарно–спасательная академия ГПС МЧС России. – Железногорск : СибПСА, 2017. – 179 с. (дата обращения 28.05.2020).

12. Методические указания по выполнению раздела 7. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.04.2020).

13. Широков Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Широков. – Санкт–Петербург : Лань, 2017. – 360 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература) (дата обращения 28.05.2020).

14. Фролов А.В. Управление техносферной безопасностью [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Фролов, А. С. Шевченко. – 2–е

изд., перераб. и доп. – Москва : Русайнс, 2016. – 267 с. (дата обращения 28.05.2020).

15. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс]: Приказ Минздравсоцразвития России №906н от 11 августа 2011 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902295797> (дата обращения 28.05.2020).

16. Петрова А. В. Охрана труда на производстве и в учебном процессе : учеб. пособие / А. В. Петрова, А. Д. Корощенко, Р. И. Айзман. – Новосибирск : Сибир. унив. изд-во, 2017. – 189 с. – (Университетская серия).

17. Рашоян И. И. Устойчивость объектов при пожаре [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов очной формы обучения / И. И. Рашоян ; ТГУ ; Ин–т машиностроения ; каф. «Управление пром. и экол. Безопасностью». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2017. – 258 с. – Библиогр.: с. 116. – Прил.: с. 117–258. (дата обращения 28.05.2020).

18. Рыков В. В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин. – Москва : ИНФРА–М, 2017. – 192 с. : ил. – (Высшее образование). (дата обращения 28.05.2020).

19. Собурь С. В. Пожарная безопасность предприятия [Электронный ресурс]: Курс пожарно–технического минимума : учеб.–справ. пособие / С. В. Собурь. – 17–е изд., перераб. – Москва : ПожКнига, 2017. – 479 с. (дата обращения 28.05.2020).

20. Степаненко А. В. Пожарная безопасность объектов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие для студентов очной формы обучения / А. В. Степаненко ; ТГУ ; ин–т машиностроения ; каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью» . – ТГУ. –

Тольятти : ТГУ, 2017. – 114 с. : ил. – Библиогр.: с. 114. (дата обращения 28.05.2020).

21. Guidance Oil storage regulations for businesses. How to store oil, design standards for tanks and containers, where to locate and how to protect them, and capacity of bunds and drip trays. 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/guidance/storing-oil-at-a-home-or-business> (дата обращения 25.05.2020).

22. Oil storage facilities [electronic resource]. — URL: <https://oilselling.ru/en/2017/12/06/oil-storage-facilities/> (дата обращения 28.05.2020).

23. Oil and Gas Industry Network [electronic resource]. —URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/oil-storage> (дата обращения 28.05.2020).

24. Clark W.E. Firefighting Principles and Practices William E. Clark. – Penwell Publishing Company, USA, 1991. – 379 p

25. Gottschack J. Firefighting / J.Gottschack // PorlingKinderley. – 2002. – 160 p.