



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

Институт машиностроения

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой «УПиЭБ»

\_\_\_\_\_ Л.Н. Горина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Александр Вячеславович Шатов

1. Тема: Безопасность технологического процесса и автоматизация системы управления компрессорами низкого давления на «Жигулевской ГЭС» (Филиал АО «РусГидро»).

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 03 июня 2016 года

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе

- технологический процесс;
- общая характеристика объекта

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

- Характеристика производственного объекта
- Технологический раздел
- Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда
- Научно-исследовательский раздел
- Охрана труда
- Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной

безопасности

- Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях
- Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной

безопасности

- Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

5. Перечень графического и иллюстративного материала

-Технологическая схема.

-Эскиз участка. Компрессорная.

- Диаграммы с анализом травматизма.

-Схема предлагаемых изменений

-Таблица идентифицированных ОВПФ с привязкой к оборудованию и количественной характеристикой в сравнении с нормируемой.

-Лист по разделу «Охрана труда».

-Лист по разделу «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность».

-Лист по разделу защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

-Лист по разделу «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности».

Л.А. Угарова

7. Дата выдачи задания 17 марта 2016 года

|                                  |           |                               |
|----------------------------------|-----------|-------------------------------|
| Руководитель бакалаврской работы | (подпись) | Л.А.Угарова<br>(И.О. Фамилия) |
| Задание принял к исполнению      | (подпись) | А.В. Шатов<br>(И.О. Фамилия)  |

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

Институт машиностроения

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «УПиЭБ»  
\_\_\_\_\_ Л.Н. Горина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**выполнения бакалаврской работы**

Студента Александра Вячеславовича Шатова

по теме Безопасность технологического процесса и автоматизация системы управления компрессорами низкого давления на «Жигулевской ГЭС» (Филиал АО «РусГидро»)

| Наименование раздела работы                           | Плановый срок выполнения раздела | Фактически й срок выполнения раздела | Отметка о выполнении | Подпись руководителя |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Введение  | 17.03.16г                        | 20.03.16г                            | Выполнено            |                      |
| Характеристика производственного объекта              | 21.03.16г                        | 05.04.16г                            | Выполнено            |                      |
| Технологический раздел                                | 05.04.16г                        | 10.04.16г                            | Выполнено            |                      |
| Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных | 18.04.16г                        | 20.04.16г                            | Выполнено            |                      |

|   |           |           |           |  |
|---|-----------|-----------|-----------|--|
| производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда           |           |           |           |  |
| Научно-исследовательский раздел   | 21.04.16г | 22.04.16г | Выполнено |  |
| Охрана труда  | 24.04.15г | 25.04.15г | Выполнено |  |
| Охрана окружающей среды и экологическая безопасность                      | 29.04.16г | 04.05.16г | Выполнено |  |
| Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях                               | 07.05.16г | 10.05.16г | Выполнено |  |
| Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности | 17.05.16  | 21.05.16  | Выполнено |  |

|                                  |           |                               |
|----------------------------------|-----------|-------------------------------|
| Руководитель бакалаврской работы | (подпись) | Л.А Угарова<br>(И.О. Фамилия) |
| Задание принял к исполнению      | (подпись) | А.В Шатов<br>(И.О. Фамилия)   |

## АННОТАЦИЯ

Тема бакалаврской работы: Безопасность технологического процесса и автоматизация системы управления компрессорами низкого давления на «Жигулевской ГЭС» (Филиал АО «РусГидро»).

Бакалаврская работа представлена в семи разделах. В первом разделе описывается деятельность производственного объекта, характеристика района его расположения, состав сооружений, основное оборудование гидроэлектростанции.

Второй раздел является технологическим, в котором представлено описание технологической схемы, приведен анализ производственной безопасности на участке, антитеррористической безопасности, средств защиты работающих.

В третьем разделе приведен перечень разработанных мероприятий по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда.

Четвертый раздел научно-технологический. В нем обоснован выбор объекта исследования, проведен анализ существующих принципов, методов. Рассмотрено рекомендуемое изменение.

Пятый раздел посвящен охране труда и разработке документированных процедур.

Шестой раздел охрана окружающей среды и экологическая безопасность, в котором проведена оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду, рассмотрены принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

В седьмом разделе рассмотрена защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях. Проведен анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на ГЭС, а также разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций, планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

В восьмом разделе даны оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки в объеме 68 листов и графической части – 9 чертежей формата А-1, рисунков - 8, таблиц - 9, использованной литературы - 33.

Целью бакалаврской работы является проектирование и внедрение автоматизированной системы управления компрессорами низкого давления на «Жигулевской ГЭС».

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 10 |
| 1 Характеристика производственного объекта.....   | 12 |
| 1.1 Расположение.....   | 12 |
| 1.2 Виды услуг.....   | 12 |
| 1.3 Технологическое оборудование.....   | 13 |
| 1.4 Виды выполняемых работ.....   | 18 |
| 2 Технологический раздел.....   | 19 |
| 2.1 План расположения .....   | 19 |
| 2.2 Описание технологической схемы, технологического процесса.....  | 19 |
| 2.3 Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков..... | 21 |
| 2.4 Анализ средств защиты работающих .....  | 22 |
| 2.5 Анализ травматизма на производственном объекте.....   | 23 |
| 3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда.....      | 26 |
| 4 Научно-исследовательский раздел.....  | 29 |
| 4.1 Выбор объекта исследования, обоснование.....  | 29 |
| 4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности.....  | 31 |
| 4.3 Предлагаемое или рекомендуемое изменение.....   | 32 |
| 5 Охрана труда.....   | 34 |
| 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....   | 37 |
| 6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.....  | 37 |
| 6.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....       | 38 |
| 6.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000.....   | 39 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 7   | Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....  | 40 |
| 7.1 | Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на Жигулевской ГЭС .....  | 40 |
| 7.2 | Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на объекте.....  | 41 |
| 7.3 | Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС.....  | 42 |
| 7.4 | Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС.....  | 42 |
| 7.5 | Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ.....   | 44 |
| 7.6 | Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации.....  | 45 |
| 8   | Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....  | 47 |
| 8.1 | Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.....  | 47 |
| 8.2 | Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.....               | 50 |
| 8.3 | Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности..... | 56 |
| 8.4 | Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.....   | 59 |
| 8.5 | Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации.....  | 63 |
|     | ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 64 |
|     | СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....  | 65 |
|     | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....   | 66 |

## ВВЕДЕНИЕ

Меры безопасности технологических процессов закладываются при их проектировании. Именно поэтому учет требований безопасности при разработке и осуществлении технологических процессов имеет большое профилактическое значение для предотвращения производственного травматизма.

Общие требования безопасности к технологическим процессам изложены в ГОСТ 12.3.002—75 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Безопасность производственных процессов достигается комплексом мер и организованных решений, в которых предусмотрен соответствующий выбор технологических процессов, рабочих операций, порядка обслуживания оборудования.

Большое значение имеет правильное распределение функций между человеком и оборудованием в целях уменьшения тяжести и напряженности труда, обеспечения его безопасности.

Производственные процессы должны быть пожаро-и взрывобезопасными, а также не должны загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ, не являться источниками вредных физических факторов.

организацией производственных процессов с учетом технических возможностей оборудования и эргономических возможностей человека;

применением средств коллективной и индивидуальной защиты работающих от опасностей и негативных факторов;

постоянным надзором и контролем за выполнением требований безопасности, промсанитарии и гигиены труда.

Система управления компрессорами, требуемая для оперативного реагирования на аварийные / неаварийные ситуаций, должна осуществлять:

– автоматический контроль всех необходимых технологических параметров, параметров состояния оборудования;

- автоматическую защиту по аварийным и предельным значениям контролируемых параметров и при отказах систем обеспечения;
- программное управление и поддержание заданного режима работы и нормативных условий эксплуатации оборудования;
- программное управление подготовкой и переключением оборудования по командам оператора;
- отображение и регистрацию основных контролируемых технологических параметров и параметров, характеризующих состояние оборудования в процессе работы и в условиях проведения ремонтных и наладочных работ;
- подготовку и передачу результатов обработки информации на различные уровни иерархии.

# 1 Общая характеристика производственного объекта

## 1.1 Расположение

Полное юридическое наименование: Филиал Открытого акционерного общества "Федеральная гидрогенерирующая компания - РусГидро" - "Жигулевская ГЭС". Компанию возглавляет – Директор Леонов О.В. Численность персонала – 547 сотрудников. Юридический адрес: 445350, Самарская область, г Жигулевск, шоссе Московское, д 2.

Гидроузел Жигулевской Гидроэлектростанции расположен в Самарской области не более 80 км выше г. Самары.

Створ гидростанции расположен на реке Волга у г. Жигулевска в 2200 км от устья. Жигулевский гидроузел расположен в северной части Самарской Луки. Самарская Лука - 150-километровая петля, которую делает Волга. Здание гидроэлектростанции расположено на правом берегу Волги в устьевой части Отваженского оврага, выходит частично в русло реки.

Средний многолетний расход в створе гидроузла - 7 620 м<sup>3</sup>/с. Максимальный зарегистрированный расход воды достигал (1926г.) 63 900 м<sup>3</sup>/с. В маловодные годы летом естественные расходы воды в реке снижались до 2 910 м<sup>3</sup>/с. Расчетный максимальный расход воды в естественных условиях для нормальных условий эксплуатации гидроузла принят равным 70 600 м<sup>3</sup>/с (с вероятностью 0,1%).

В основании здания ГЭС залегают очень плотные глины кинельской свиты плиоцена с коэффициентом фильтрации 0,001 м./сут., прикрытые четвертичными глинами и суглинками с включением гальки.

## 1.2 Виды услуг

Основной вид деятельности: производство электроэнергии гидроэлектростанциями (производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды).

Дополнительные виды деятельности:

- Производство электроэнергии прочими электростанциями и промышленными блок-станциями;
- Деятельность по обеспечению работоспособности гидроэлектростанций;
- Деятельность по обеспечению работоспособности прочих электростанций и промышленных блок-станций;
- Оптовая торговля электрической и тепловой энергией (без их передачи и распределения);
- Деятельность по обработке и предоставлению гидрометеорологической информации органам государственной власти и населению;
- Обучение в образовательных учреждениях дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) для специалистов, имеющих среднее профессиональное образование и пр.

### 1.3 Технологическое оборудование

Основное оборудование электрической части станции составляют электрические генераторы, повышающие трансформаторы, распределительные электрические устройства (ОРУ, генераторного напряжения).

Гидротурбины обычно тихоходные машины со скоростью вращения 60-600 об/мин, имеют большее число полюсов, размеры и массу. Исполнение вала вертикальное. Гидрогенераторы имеют диаметры 14-16 метров, а диаметры статоров 20-22 метра.

Полюсы монтируют на роторе, на нем крепятся обмотка возбуждения и демпферная обмотка. Демпферная обмотка служит успокоителем колебаний ротора при возмущениях, связанных с изменением нагрузки.

Статор гидрогенератора практически такой же, как и турбогенератора, но выполняется разъемным. Это удобно для транспортировки и сборки агрегата.

Гидрогенератор — электрическая машина, предназначенная для выработки электроэнергии на гидроэлектростанции. Конструкция и параметры гидрогенераторов регламентируются ГОСТ 5616-89.

Обычно гидрогенератор представляет собой синхронную явнополюсную электрическую машину вертикального исполнения, приводимую во вращение от гидротурбины, хотя существуют и гидрогенераторы горизонтального исполнения (в том числе капсульные гидрогенераторы).

Конструкция гидрогенератора в основном определяется параметрами гидротурбины, которые в свою очередь зависят от природных условий в районе строительства гидроэлектростанции (напора воды и ее расхода). В связи с этим для каждой гидроэлектростанции обычно проектируется новый гидрогенератор.

Гидрогенераторы обычно имеют сравнительно малую частоту вращения (до 500 об/мин) и достаточно большой диаметр (до 20 м), чем в первую очередь определяется вертикальное исполнение большинства гидрогенераторов, так как при горизонтальном исполнении становится невозможным обеспечение необходимой механической прочности и жесткости элементов их конструкции.

Вертикальные гидрогенераторы обычно состоят из следующих основных частей: статор, ротор, верхняя крестовина, нижняя крестовина, подпятник (упорный подшипник, который воспринимает вертикальную нагрузку от вращающихся частей гидрогенератора и гидротурбины), направляющие подшипники. По особенностям конструкции гидрогенераторы подразделяются на подвесные и зонтичные. У подвесных гидрогенераторов подпятник располагается над ротором в верхней крестовине, у зонтичных подпятник располагается под ротором в нижней крестовине или опирается на крышку турбины (в этом случае нижняя крестовина у гидрогенератора отсутствует).

Выдача мощности с гидроэлектростанции производится на напряжении 110, 220 и 500 кВ переменного тока.

Связь повышающих трансформаторов с ОРУ 220 кВ осуществляется маслонаполненными кабелями и воздушной линией. Выводы из здания ГЭС на ОРУ 500 кВ выполнены воздушными переходами.

Электроснабжение потребителей региона осуществляется на напряжении 220 кВ. С объединенной энергосистемой Центра, Урала и Средней Волги гидроэлектростанция связана четырьмя линиями электропередачи 500 кВ.

Гидроэлектростанция (ГЭС) обычно входит в состав гидроузла - комплекса гидротехнических сооружений, предназначенных для использования водных ресурсов в интересах народного хозяйства: получения электрической энергии, орошения, водоснабжения, улучшения условий судоходства, защиты от наводнений, рыбоводства и др. В состав гидроузла входят постоянные, временные и вспомогательные сооружения.

К постоянным сооружениям гидроузла относятся следующие сооружения.

- Водоподпорные и водосбросные сооружения, предназначенные для создания подпора и образования водохранилищ, обеспечения пропуска воды, сбрасываемой в нижний бьеф во избежание превышения максимальных расчетных уровней воды, осуществления попусков, а также сброса из верхнего бьефа льда, шуги, сора и промыва наносов (специальные устройства);

- Энергетические устройства, необходимые для выработки электрической энергии и распределения ее в соответствии требованиями потребителей. К энергетическим сооружениям относятся водоприемные устройства, водоводы, подводящие воду из верхнего бьефа к турбинам и отводящие воду в нижний бьеф, здание гидроэлектростанции с основным энергетическим оборудованием (гидротурбины, гидрогенераторы, трансформаторы) и вспомогательным механическим и подъемно-транспортным оборудованием, пультом управления, а также открытые распределительные устройства (ОРУ);

- Судоходные и лесосплавные сооружения, предназначенные для пропуска судов и плотов через гидроузел, перевалки грузов и пересадки пассажиров с водного на сухопутный транспорт и наоборот. К ним относятся шлюзы или судоподъемники с подходными каналами, плотоходы или бревноспуски и пр.;

- Рыбохозяйственные сооружения. К ним относятся рыбоходы и рыбоподъемники, устраиваемые для пропуска через гидроузлы проходных пород рыбы к местам постоянных нерестилищ, а в некоторых случаях и в обратном направлении, рыбозащитные сооружения, сооружения для искусственного рыборазведения;

- Транспортные сооружения служат для связи объектов гидроузла между собой и соединения с сетью государственных автомобильных и железных дорог, а также пропуска этих дорог через сооружения гидроузла; к ним относятся мосты, шоссейные и железные дороги с разъездами, бремсберги, канатные дороги;

Временные сооружения необходимы только на период производства строительных работ. В их состав входят сооружения, обеспечивающие пропуск расходов воды в обход строительной площадки и защиты последней от затопления (каналы, туннели, лотки, перемычки), а также производственные предприятия, обеспечивающие строительство гидроузла (бетонные заводы, механические мастерские и пр.).

В целях снижения стоимости строительства часть временных сооружений стараются использовать и в период эксплуатации гидроэлектростанции. Например, строительные каналы и туннели полностью или частично могут входить в состав постоянных энергетических водоводов. Вспомогательные сооружения предназначены для обеспечения нормальной эксплуатации гидроузла и создания необходимых удобств для обслуживающего персонала (жилье, административные и хозяйственные здания, связь, водоснабжение и т. п.).

Состав основных сооружений гидроузла и его компоновка зависят от выбранной схемы использования водной энергии реки (плотинная или деривационная), хозяйственных целей строительства гидроузла и природных условий створа, в котором возводятся сооружения.

В таблице 1.1 представлены параметры водохранилища. Параметры водохранилища.

Таблица 1.1 - Параметры водохранилища.

|  |             |
|--|-------------|
| Длина, км  | 510         |
| Ширина, км   | 27          |
| Глубина, м   | До 40       |
| Площадь водосбора, км <sup>2</sup>   | 1 200 000   |
| Среднемноголетний сток, км <sup>3</sup>  | 241         |
| Площадь водохранилища при НПУ 89 м <sup>2</sup>                                  | 6 150       |
| Полная и полезная емкость водохранилища, км <sup>3</sup>                         | 57,3 и 25,3 |
| Расчетный максимальный сбросный расход через сооружения (0,1%), м <sup>3/с</sup> | 69 400      |
| Длина напорного фронта, км   | 5,5         |
| Максимальный статический напор, м  | 30          |

Длина здания Жигулевской ГЭС – 730 м., ширина – 100 м., высота 80 м. от подошвы до кровли, высота гидроагрегата (турбина, генератор) – 26,5 м., двухступенчатый двухкамерный шлюз с межшлюзовым бьефом, удерживающее сооружение длиной 633,3 м, водосливная плотина, земляная плотина, грязеспуск длиной 59 м., причальные сооружения, три открытых распределительных устройства с выдаваемым ими напряжением 500, 220 и 110 кВ.

В состав зданий ГЭС входят десять агрегатных секций с донными водосбросами над отсасывающими трубами. В машинном зале, который в длину составляет 600 м., размещено 20 гидроагрегатов с поворотнo-лопастными турбинами, диаметр рабочего колеса которых 9,3 м., а также генераторами зонтичного исполнения. Суммарная установленная мощность по состоянию на январь 2016 года составляет 2404 МВт.

#### 1.4 Виды выполняемых работ

Жигулевская ГЭС одна из крупнейших гидроэлектростанций в мире по мощности и выработке электроэнергии. Она является шестой ступенью и второй по мощности ГЭС Волжско-Камского каскада, ежегодно вырабатывающей более 10 млрд кВт/ч недорогой электроэнергии с дальнейшей ее передачей в Единую энергосистему России.

Гидроагрегаты филиала ОАО «РусГидро» - «Жигулевская ГЭС» подключены к системе ГРАМ. От качества работы ГРАМ Жигулевской ГЭС зависит устойчивость функционирования европейской части Единой энергетической системы страны (ЕЭС).

Станция участвует в покрытии пиковых нагрузок в энергосистеме страны, регулирует сток воды в Волге и способствует эффективному ее использованию нижележащими волжскими гидроэлектростанциями, а также обеспечивает создание судоходных глубин. Благодаря Жигулевской ГЭС, создаются благоприятные условия для орошения большой площади земель Заволжья.

Электрическая энергия, вырабатываемая Жигулевской ГЭС, выдается в ОЭС Центра по двум высоковольтным линиям электропередачи 500 кВ, одновременно две другие ЛЭП 500 кВ используются для питания ОЭС Урала и Средней Волги.

Благодаря сооружению гидроузла решилась еще одна важная задача — создание автомобильного перехода через Волгу на магистрали Москва — Самара, в связи с этим необходимость в строительстве моста отпала.

## 2 Технологический раздел

### 2.1 План расположения

В зале машинного отделения находятся гидроагрегаты. Ниже вращается ротор и лопасти. Всего в зале находится 14 гидроагрегатов. Именно в них заливается масло. На всем протяжении в вдоль стен установлены компьютеры и приборные панели, за которыми оперативные работники фиксируют показания приборов.

На рисунке 2.1 показано машинное отделение Жигулевской ГЭС



Рисунок 2.1- Машинное отделение Жигулевской ГЭС

### 2.2 Описание технологической схемы, технологического процесса

На ГЭС, как правило, напор воды создается плотиной. Водное пространство перед плотиной называется верхним бьефом, а ниже плотины - нижним бьефом. Разность уровней верхнего (УВБ) и нижнего бьефа (УНБ) определяет напор  $H$ .

Верхний бьеф образует водохранилище, в котором накапливается вода, используемая по мере необходимости для выработки электроэнергии.

В состав гидроузла на равнинной реке входят: плотина, здание электростанции, водосбросные, судопропускные (шлюзы), рыбопропускные сооружения и др.

В электрической части ГЭС во многом подобны конденсационным электростанциям. Гидроэлектростанции обычно удалены от центров потребления, так как место их строительства определяется в основном природными условиями. Поэтому электроэнергия, вырабатываемая ГЭС, выдается на высоких и сверхвысоких напряжениях (110-500 кВ). Отличительной особенностью ГЭС является небольшое потребление электроэнергии на собственные нужды, которое обычно в несколько раз меньше, чем на ТЭС. Это объясняется отсутствием на ГЭС крупных механизмов в системе собственных нужд.

Технология производства электроэнергии на ГЭС довольно проста и легко поддается автоматизации. Пуск агрегата ГЭС занимает не более 50с, поэтому резерв мощности в энергосистеме целесообразно обеспечить именно этими агрегатами.

Коэффициент полезного действия ГЭС обычно составляет около 85-90%.

Благодаря меньшим эксплуатационным расходам себестоимость электроэнергии на ГЭС, как правило, в несколько раз меньше, чем на тепловых электростанциях.

В таблице 2.1 приведено описание технологической схемы, процесса.

Таблица 2.1- Описание технологической схемы, процесса

| Наименование операции, вида работ.  | Наименование оборудования                                | Обрабатываемый материал, деталь, конструкция | Виды работ (установить, проверить, включить, измерить и т.д. |
|---|--|--|--|
| Электромонтер -выполнение работ по ремонту и обслуживанию электрооборудования |  |  |  |
| Монтаж и ремонт распределительных коробок                                     | Набор ручного инструмента                                | распределительные коробки                    | Отремонтировать, измерить, установить                        |
| проверка сопротивления изоляции проводов                                      | Мегомметр,монтажные ножи для разделки кабелей и проводов | провода                                      | Измерить, устранить неполадки                                |
| проверка, ремонт, сборка и установка контроллеров станций управления          | Набор ручного инструмента                                | контроллеры                                  | Проверить, отремонтировать, собрать, установить              |

### 2.3 Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков

К негативным факторам можно отнести пониженную или повышенную влажность воздуха, пониженное или повышенное атмосферное давление, повышенную скорость движения воздуха, неправильное освещение (недостаточная освещенность, повышенная яркость, пониженная контрастность, пульсация светового потока), недостаток кислорода в воздухе рабочей зоны и т.д.

В таблице 2.2 представлена идентификация опасных и вредных производственных факторов.[11]

Таблица 2.2 - Идентификация опасных и вредных производственных факторов

| Выполнение работ по ремонту и обслуживанию электрооборудования |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Наименование операции, вида работ.                             | Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент). | Обрабатываемый материал, деталь, конструкция | Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические) |
| Монтаж и ремонт распределительных коробок                      | Набор ручного инструмента                                       | распределительные коробки                    | Электрический ток – физический фактор  |

#### 2.4. Анализ средств защиты работающих

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты должно соответствовать Типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденных постановлением Министерства труда России от 25.12.97 № 66.3

Эти нормы обязательны для работодателя. Коллективными договорами, отраслевыми, другими соглашениями может предусматриваться выдача средств индивидуальной защиты и сверх Типовых отраслевых норм (за счет прибыли, остающейся в распоряжении организаций), снижать нормы нельзя.

Использование средств коллективной защиты предусматривается государственными стандартами, правилами технической эксплуатации, правилами безопасности и другими нормативными правовыми актами, содержащими требования охраны труда.

Порядок обеспечения работников средствами индивидуальной защиты установлен Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты,

утвержденных постановлением Минтруда России от 18.12.98 № 51, с последующими изменениями и дополнениями. Предусмотрено, что Типовые отраслевые нормы действуют независимо от того, к какой отрасли экономики относятся производства, цехи, участки и виды работ, а также независимо от форм собственности и организационно-правовых форм предприятий.

Средства коллективной защиты (далее СИЗ) - средства защиты, конструктивно и функционально связанные с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением, производственной площадкой.

В зависимости от назначения бывают:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест, локализации вредных факторов, отопления, вентиляции;
- средства нормализации освещения помещений и рабочих мест (источники света, осветительные приборы и т.д.);
- средства защиты от шума и ультразвука (ограждение, глушители шума);
- средства защиты от вибрации (виброизолирующие, виброгасящие, вибропоглощающие устройства и т.д.);
- средства защиты от поражения электротоком (ограждения, сигнализация, изолирующие устройства, заземление, зануление и т.д.);
- средства защиты от высоких и низких температур (ограждения, термоизолирующие устройства, обогрев и охлаждение);
- средства защиты от воздействия механических факторов (ограждение, предохранительные и тормозные устройства, знаки безопасности);
- средства защиты от воздействия биологических факторов (ограждение, вентиляция, знаки безопасности и т.д.). [14]

Средства индивидуальной защиты — средства, которые используются работниками для защиты от вредных и опасных факторов производственного

процесса, а также для защиты от загрязнения. СИЗ применяются в тех случаях, когда безопасность выполнения работ не может быть полностью обеспечена организацией производства, конструкцией оборудования, средствами коллективной защиты.

Перечень средств индивидуальной защиты приведен в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Средства индивидуальной защиты

| Наименование профессии | Наименование нормативного документа                | Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику  | Оценка выполнения требований к средствам защиты<br>(выполняется / не выполняется) |
|------------------------|--|---|---|
| Электромонтажник       | Приказ Минздравсоцразвития РФ от 01.06.2009 N 290н | <ul style="list-style-type: none"> <li>– костюм х/б;</li> <li>– ботинки кожаные ;</li> <li>– рукавицы комбинированные;</li> <li>– перчатки диэлектрические;</li> <li>– каска защитная;</li> <li>– очки защитные открытые</li> </ul> <p>При работе на высоте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пояс предохранительный ляточный дежурный.</li> </ul> <p>Зимой дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– куртка х/б на утепляющей прокладке;</li> <li>– брюки х/б на утепляющей прокладке;</li> <li>– сапоги кирзовые утепленные на резиновой подошве;</li> <li>перчатки зимние двупалые.</li> </ul> | выполняется   |
| Электромонтер          | Приказ Минздравсоцразвития РФ от 01.06.2009 N 290н | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Костюм хлопчатобумажный;</li> <li>– Рукавицы комбинированные;</li> <li>– Сапоги кирзовые;</li> <li>– Плащ прорезиненный;</li> <li>– Костюм на утепляющей прокладке;</li> <li>– Галоши или боты диэлектрические;</li> <li>- Перчатки диэлектрические</li> </ul>   | выполняется   |

Использование СИЗ должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму.

## 2.5 Анализ травматизма на производственном объекте

Тяжесть и локализация травм представлены на рисунке 2.2[26]

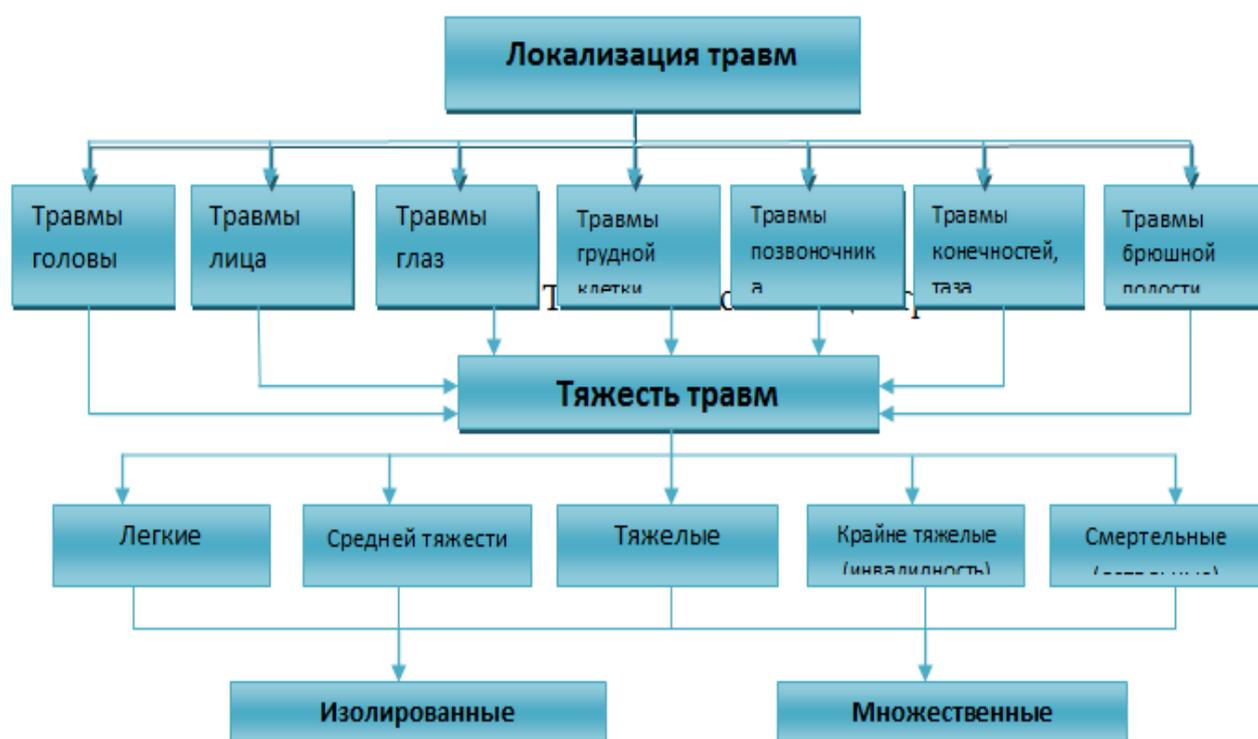


Рисунок 2.2- Тяжесть и локализация травм

На рисунке 2.3 представлена статистика причин травматизма по отрасли за 2015 г.



Рисунок 2.3 - Травматизм по отрасли за 2015 г.

На рисунке 2.4 представлен анализ травматизма по причине нарушения требований охраны труда.

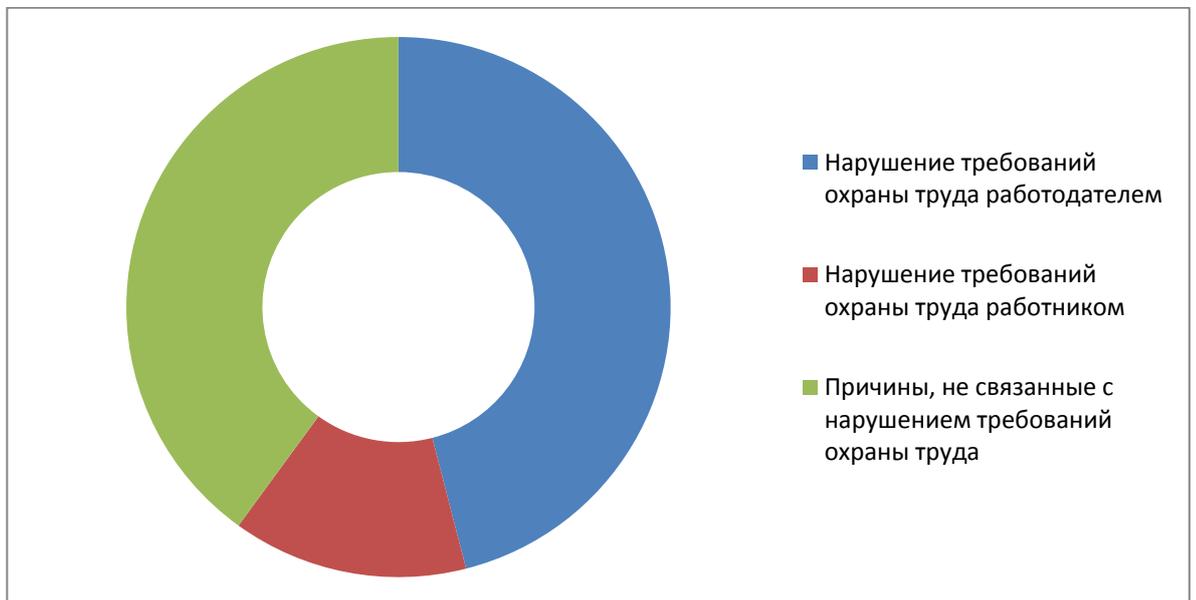


Рисунок 2.4 - Анализ травматизма по причине нарушения требований охраны труда за 2015 г.

На рисунке 2.5 представлены последствия травматизма по отрасли за 2015 г.

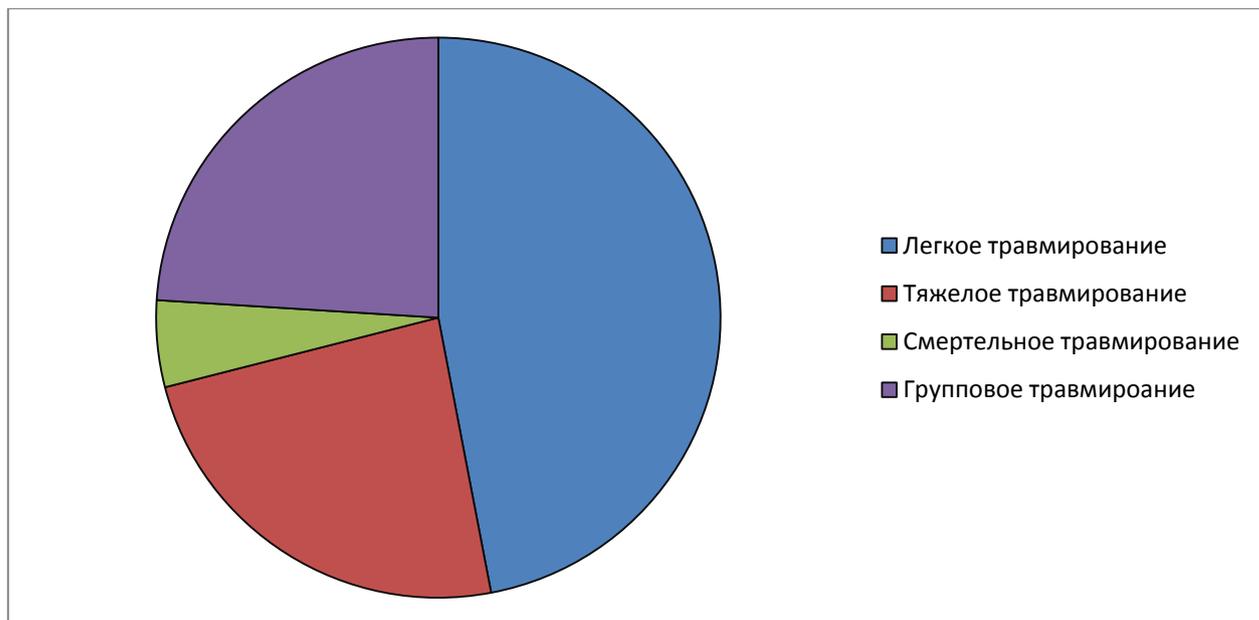


Рисунок 2.5- Последствия травматизма по отрасли за 2015 г.

### 3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда

Разрабатывать спецодежду необходимо с учётом условий труда и состояния терморегуляции организма человека в процессе работы в зависимости от климатических условий. Материалы спецодежды для работающих в условиях повышенной температуры должны обладать, возможно, большей паро- и воздухопроницаемостью, а конструкция её — обеспечивать усиленную вентиляцию пододежного пространства. В переходное время года (осень, весна) на костюм надевается верхняя куртка, а в зимнее время — ещё и жилет. Конструкция такой спецодежды обеспечивает регулируемость теплозащитной способности в соответствии с изменяющимися микроклиматическими условиями на рабочем месте и полпути передвижения.

При работе в колодце большой длины или глубины, спуск в колодец или резервуар разрешается только в шланговом противогазе или самоспасателе (типа ПДУ-3, СПИ-20 и СПИ-50), с надетым предохранительным поясом и прикрепленной к нему спасательной веревкой. Самоспасатели - портативные дыхательные устройства разного типа для автономного обеспечения человека газоздушной смесью для (достаточно длительного) дыхания в местах присутствия вредных веществ и в условиях загазованной атмосферы, обычно обеспечивающие защиту глаз и головы, а также возможность голосовой связи.

Предохранительные пояса, поясные карабины и спасательные веревки перед выдачей работникам должны быть тщательно осмотрены. Они должны быть без видимых повреждений, и на каждом из изделий должны быть штампы (бирки) с выбитыми или нанесенными прочной несмываемой краской инвентарным номером и датой следующего испытания.

Предохранительные пояса должны быть с наплечными ремнями, с кольцом на их пересечении со стороны спины для крепления спасательной веревки. Пояс должен подгоняться так, чтобы кольцо располагалось не ниже

лопаток. Применение поясов без наплечных ремней не допускается. Конец спасательной веревки должен быть в руках у наблюдающего. [4]

При необходимости спуститься к пострадавшему наблюдающий должен надеть противогаз (самоспасатель) и предохранительный пояс, передав конец от спасательной веревки другому наблюдающему наверху.

При выполнении работ по ремонту и обслуживанию электрооборудования на электромонтёра возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

- опасного напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, электрического удара, ожога электродугой;
- недостаточная освещённость рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности конструкций и оборудования;
- пожара, взрыва;
- падения с высоты персонала и предметов.

В таблице 3.1 приведены мероприятия по улучшению условий труда.

Таблица 3.1 -Мероприятия по улучшению условий труда

| Работы по ремонту и обслуживанию электрооборудования |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| Наименование операции, вида работ.                   | Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент).  | Обрабатываемый материал, деталь, конструкция | Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психо-физиологические) | Мероприятия по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда   |
| Работы по ремонту и обслуживанию электрооборудования | Костюм хлопчатобумажный<br>Рукавицы комбинированные;<br>Сапоги кирзовые;<br>Плащ прорезиненный;<br>Костюм на утепляющей прокладке;<br>Галоши или боты диэлектрические;<br>Перчатки диэлектрические | Электрические сети                           | физический  | Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;<br>Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты (далее - СИЗ), а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ. |

## 4 Научно-исследовательский раздел

### 4.1 Выбор объекта исследования, обоснование

Устаревшее оборудование станции активно реконструируется. Благодаря вводу в эксплуатацию в 1998 году микропроцессорной системы автоматического коммерческого учёта электроэнергии, а также цифровой АТС кабельной локальной сети подстанций и машинного зала информационное снабжение диспетчерского и управленческого персонала поднялось на новый, более современный качественный уровень. В 2000-х годах полностью обновлён тракт выдачи электроэнергии, произведена реконструкция распределительных устройств 110 и 220 кВ, ведутся работы по реконструкции распределительного устройства 500 кВ. Также производится постепенная модернизация гидросилового оборудования.

В 2000-ых годах на предприятии были проведены масштабные работы по реконструкции ОРУ 110, 220 и 500 кВ, а также заменен ряд гидротурбин. Первоначально было заменено 6 гидротурбин, причем две из них стали мощнее своих предшественников на 5 МВт, а две другие – на 7.5 МВт. В итоге суммарная мощность ГЭС возросла до 2335 МВт. Еще на 15 МВт (до 2315 МВт) мощность станции увеличилась 5-го февраля 2007-го года, когда произошел пуск 3 новых турбин (№ 5, 10 и 15). 1-го ноября 2008-го после замены турбины была произведена перемаркировка агрегата № 3, после чего мощность станции увеличилась еще на 5 МВт и составила 2320 МВт.

В начале 2012-го года завершилась начавшаяся в январе 2010-го года реконструкция гидроагрегата № 6. Его старая 6-лопастная турбина была заменена на новую 5-лопастную, в результате чего его мощность увеличилась со 115 до 125,5 МВт. Это, в свою очередь, привело к тому, что установленная мощность Жигулевской ГЭС возросла до 2341 МВт.

Пневматическое хозяйство ГЭС представляет собой одну или несколько самостоятельных систем высокого и низкого давления, в каждой из которых

воздухопроводами объединены компрессорные установки, воздухосборники (ресиверы) и потребители.

Потребителями низкого давления являются:

- системы торможения агрегатов;
- системы отжатия воды из камер рабочих колес турбин перед переводом генератора из режима с активной нагрузкой в режим синхронного компенсатора (иногда в этих системах применяют высокое давление, а также образователи пыли перед затворами, пневмогидравлические приборы и всякого рода пневматический инструмент. Они работают обычно при давлении 0,6-0,8 МПа.

На рисунке 4.1 представлена схема работы турбины

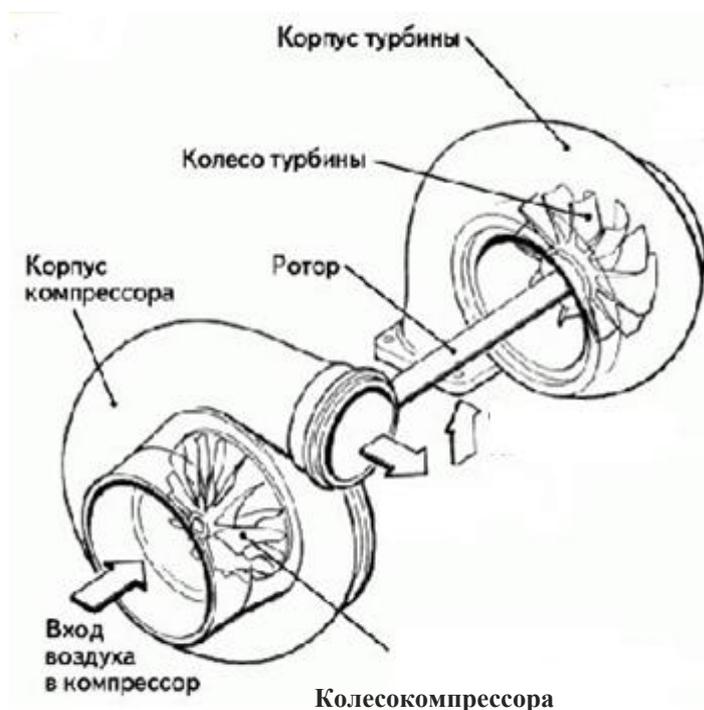


Рисунок 4.1 - Схема работы турбины

Общий расход воздуха и пределы давлений, обеспечивающие надежную работу оборудования, а также технические параметры компрессорных установок, воздухосборников и аппаратуры управления определяются на основе данных потребителей воздуха. Воздуховоды, запорная и регулирующая

аппаратура, воздухоборники и компрессоры должны обязательно резервироваться.

Особое внимание должно уделяться качеству воздуха по влажности во избежание конденсации влаги в воздуховодах, ресиверах, а главное в воздухоборниках выключателей и их дугогасительных камерах при колебаниях температуры наружного воздуха. Увлажнение изоляционных материалов недопустимо из-за потери ими диэлектрической прочности.

Конденсат, замерзая в ресиверах, воздуховодах и запорно-клапанной арматуре приведет к отказу этих устройств, что также недопустимо. Кроме того, влага ускорит процесс коррозии внутренних поверхностей воздухопроводов и ресиверов и приведет к снижению срока их службы. Поэтому продувка ресиверов, компрессоров, водомаслоотделителей является одним из важных технологических процессов в работе устройств пневматического хозяйства ГЭС.

#### 4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности

Существенное влияние на затраты электроэнергии оказывает выбранная схема управления компрессором. Компрессор обычно подбирают таким образом, чтобы его производительность была равна или незначительно превышала максимально возможный поток сжатого воздуха к потребителям.

На практике это редкий случай, чтобы все потребители работали под полную загрузку и, следовательно, необходимо регулировать производительность компрессора. Времена, когда избыток сжатого воздуха сбрасывался в атмосферу, к счастью давно позади. Сегодня существуют способы производить воздуха ровно столько, сколько необходимо, что минимизирует затраты электроэнергии.

Компрессорные установки располагаются в специально выделенных помещениях вблизи потребителей сжатого воздуха: на ГЭС в специальном здании, на ОРУ - в отдельно стоящем одноэтажном здании.

Стены и перекрытия компрессорных помещений обладают огнестойкостью 1,5 часа и обеспечивают невозможность их разрушения в случае аварии. Температура в помещении поддерживается в пределах от 5 °С до 35 °С.

Вентиляция помещений поддерживает температуру воздуха в указанных пределах, с учетом тепловыделений всех одновременно работающих компрессоров и количества засасываемого ими из помещения воздуха.

#### 4.3 Предлагаемое или рекомендуемое изменение

Управление компрессорными установками для поддержания заданного уровня давления в воздухохборниках принимается полностью автоматическим. При неисправностях срабатывает сигнализация и при необходимости происходит аварийная остановка.

Системой автоматизации компрессора обеспечиваются контроль и сигнализация, защита и блокировка, продувка аппаратуры, регулирование и управление.

При автоматизации компрессоров решается ряд задач, связанных, во-первых, с созданием целесообразных условий эксплуатации машин и их безаварийности, во-вторых, с комплексной автоматизацией обслуживаемых ими производств.

Многофункциональный промышленный программируемый электронный блок управления контроллер Logik104 (далее – L104) разработан на базе технологии немедленного реагирования на изменение рабочего давления. Контроллер соответствует стандартам МЭК и предназначен для управления компрессорными станциями в составе от двух до четырех компрессоров, подключенных в общую сеть. Использование L104 позволяет обеспечить постоянный уровень давления в системе потребителя и снизить затраты

электроэнергии, гарантируя при этом оптимальную эффективность системы. Logik104 обеспечивает управление компрессорами различной мощности и оснащенными различными механико-электронными системами управления. Обязательной опцией для всех компрессоров при этом является функция «дистанционный ПУСК / СТОП» и фиксированное время работы без нагрузки, установленное на 2 мин.

Источник питания 230VAC  $\pm$  10% частотой 50...60Гц – М9. Контроллер допускает прерывание питания не более, чем на 350мсек.

Управление: имеется пять кнопок: I – ПУСК, O – СТОП, - увеличение ВВЕРХ, - уменьшение ВНИЗ, - ВВОД / СБРОС. Внутри корпуса имеется 4 выключателя AUT. / MAN. для установки режимов работы компрессоров ТО / РАБОТА и dip - выключатель KD1 для выбора автоматического или ручного режима.

Индикация: осуществлена на жидко - кристаллическом дисплее 4 красных светодиодных индикатора для индикации сообщений о техническом обслуживании или неисправностях компрессора; 4 зеленых светодиодных индикатора для индикации функционального состояния компрессора.

Входы: M12 – для подключения датчика температуры сжатого воздуха PT1000 с диапазоном от  $-20^{\circ}$  до  $+80^{\circ}$ C и датчика давления 0...15 Бар; 4 входа M2, M4, M6, M8 - для определения состояния компрессоров с соответствующими желтыми индикаторами.

Выходы: M11 - серийный выход RS232 для подключения к блоку GSM или персональному компьютеру; 4 выхода M1, M3, M5, M7 - для управления компрессорами с соответствующими зелеными индикаторами; выход реле до 8A 250VAC для удаленной сигнализации.

Контроллер выполнен в сером пластиковом корпусе со степенью защиты IP64. Рабочая температура от 0 до  $+50^{\circ}$ C при 90% RH (без образования конденсата), температура хранения от  $-20$  до  $+70$  °C. Вес - 2,200 кг.

## 5 Охрана труда

На гидроэлектростанции разработан и реализуется долгосрочный план мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) Жигулевской ГЭС, с конкретными сроками исполнения этих мероприятий.

В 2010 году, в соответствии с ФЗ 117 «О безопасности гидротехнических сооружений», специалистами Жигулевской ГЭС с привлечением специалистов предприятия «Инженерный центр энергетики Поволжья» была разработана Декларация безопасности гидротехнических сооружений Жигулевской ГЭС.

Декларация прошла государственную экспертизу и была утверждена Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, регистрационный номер 11-10(02)0015-00-ГЭС. Уровень безопасности гидротехнических сооружений Жигулевской ГЭС оценен как нормальный. Управлением государственного энергетического надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору выдано разрешение на эксплуатацию ГТС, сроком действия на – 5 лет.

Согласно коллективному договору выполняются различные меры по улучшению условий труда рабочих и компенсационные меры. Сотрудники по установленному графику проходят периодические медицинские обследования. Массовый профосмотр персонала станции в 2009 году не выявил отклонений по состоянию здоровья.

Работникам ГЭС частично компенсируются затраты на приобретение путевок на санаторно-курортное лечение и оздоровительный отдых. Ежегодно на станции за счет предприятия все желающие могут пройти вакцинацию от гриппа. Сотрудники, работающие во вредных условиях труда (а к таким относятся только трое работников участка химического анализа (химлаборатории), получают компенсацию на молоко. Работники станции обеспечиваются чистой бутилированной водой. Коллектив поощряют вести

здоровый образ жизни: на ГЭС работает собственный тренажерный зал и комната психологической разгрузки, проводятся спортивные соревнования.

Все сотрудники Филиала ОАО «РусГидро» – «Жигулевская ГЭС» застрахованы от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний по договору с ОАО «СК РОСНО» за счет средств компании. С ОАО «РОСНО» также заключен договор добровольного страхования работников, который включает в себя амбулаторно-поликлиническое обслуживание, стоматологическую и стационарную помощь. По данному договору персонал гидростанции обслуживается в восьми наиболее квалифицированных лечебных учреждениях г.Тольятти. Сам Филиал ОАО «РусГидро» – «Жигулевская ГЭС» застрахован в РОСНО по ОСАГО, КАСКО и от несчастных случаев.

В техническом проекте Жигулевской ГЭС были определены состав и объем натурных наблюдений. Наблюдения за состоянием сооружений ведутся в соответствии с правилами эксплуатации гидротехнических сооружений, согласованными со Средне-Поволжским управлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и местными инструкциями. Периодичность наблюдений определена графиком работ, утвержденным главным инженером гидроэлектростанции.

Состав и объем контрольных наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений отвечают требованиям действующих нормативных документов.

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.

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

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

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

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

### 6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Потребность в энергии является одной из основных жизненных потребностей человека. Энергия нужна как для нормальной деятельности современного человеческого общества, так и для простого физического существования каждого человека. В конце XX столетия электроэнергию главным образом получают на гидроэлектростанциях, тепловых и атомных станциях. С получением энергии на теплоэлектроэнергетических предприятиях связаны сложные экологические проблемы. Например, многие десятилетия считали, что гидроэлектростанции являются экологически чистыми предприятиями, не наносящими вреда природе.

Строительством ГЭС, как теперь стало ясно, нанесен большой урон не только природе, но и человеку.

Во-первых, строительство плотин на равнинных реках вызывает затопление больших территорий под водохранилища, что связано с переселением людей и потерей пахотных земель, лугов и пастбищ.

Во-вторых, плотина, перегораживая реку, создает непреодолимые препятствия для миграции проходных и полупроходных рыб, которые поднимаются на нерест в верховья рек.

В-третьих, в хранилищах вода застаивается, проточность ее замедляется. Это сказывается на жизни всех организмов, обитающих в реке и у реки.

В-четвертых, местное повышение воды оказывает влияние на грунтовые воды, приводит к подтоплению, заболачиванию, а также к эрозии берегов и оползням.

В-пятых, крупные высотные плотины на горных реках представляют собой источники опасности, особенно в районах с высокой сейсмичностью. Известны в мировой практике несколько случаев, когда прорыв таких плотин приводил к большим разрушениям и гибели сотен и тысяч людей.

## 6.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия 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 2015 году затрачено более двух млрд. руб. Основным направлением этих мероприятий является снижение поступления загрязняющих веществ в водный объект. Так, например, за последние годы уменьшились потери турбинного масла в ходе производственной деятельности ГЭС (они измеряются миллионными долями граммов вещества на кубометр воды, проходящей через гидроузел, в воде не накапливаются, в дальнейшем разлагаются и участвуют в синтезе элементов, необходимых для жизни гидробионтов — организмов, постоянно обитающих в водной среде). Кроме того, в ходе реконструкции ГЭС до 2030 года старые гидротурбины и блочные трансформаторы постепенно заменяют на современные, отвечающие экологическим требованиям. Их конструкция исключает контакт загрязняющих веществ с водой. Контроль за состоянием поверхностных вод верхнего и нижнего бьефов ежемесячно осуществляет Тольяттинская специализированная гидрометеорологическая обсерватория, имеющая аттестат аккредитации.

Ежемесячный контроль за хозяйственными стоками, поступающими в городскую канализацию, осуществляют специалисты ресурсоснабжающей организации. [31]

На всех вспомогательных производствах Жигулевской ГЭС строго соблюдаются правила сбора, хранения и транспортировки отходов. За минувшее время в филиале ПАО «РусГидро» — «Жигулевская ГЭС» не было нарушений экологических норм и требований в области охраны

окружающей среды. Жигулевская ГЭС своевременно выплачивает установленные «экологические» отчисления. Налог за пользование волжской водой («плата за водопользование») ежегодно составляет более 100 млн. рублей.

За минувшее время в филиале ПАО «РусГидро» — «Жигулевская ГЭС» не было нарушений экологических норм и требований в области охраны окружающей среды.

### 6.3 Разработка документированных процедур

Система экологического менеджмента филиала ПАО «РусГидро» — «Волжская ГЭС» соответствует требованиям стандарта ISO 14001:2004. Сертификат регистрации гидроэлектростанция получила первой в России в 2008 году. Документ выдан в отношении поставки и производства электрической энергии по результатам аудита международной организации по сертификации — компании BSI (Британский институт стандартов). Это означает, что на предприятии соблюдаются самые современные требования в области охраны окружающей среды. В течение шести лет Волжская ГЭС регулярно подтверждала «экологический сертификат» в результате проведения надзорных аудитов. В декабре 2015 года в филиале прошел очередной ресертификационный аудит с целью подтверждения соответствия системы экологического менеджмента требованиям ISO 14001:2004 и собственным требованиям СЭМ, декларированным политикой в области охраны окружающей среды. По итогам аудита несоответствий не выявлено. Сертификат регистрации Системы экологического менеджмента (СЭМ) филиала ПАО «РусГидро» — «Волжская ГЭС» продлен до конца 2017 года.

## 7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

### 7.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на Жигулевской ГЭС

Анализ, оценка и прогнозирование риска аварий ГЭС - часть системного подхода к управлению риском аварий ГЭС - принятию и реализации оптимальной системы законодательных, экономических, технических, организационных и социально-психологических мер, направленных на снижение риска их аварий.

Управление риском аварий ГЭС должно осуществляться на всех стадиях жизненного цикла гидротехнических сооружений, определенных Положением о декларировании безопасности гидротехнических сооружений, включая научное обоснование создания гидроэнергетических объектов, порядок которого установлен СТО 70238424.27.140.037-2009.

На рисунке 7.1 представлены основные шаги процедуры анализа риска аварий гидротехнических сооружений.



Рисунок 7.1 - Основные шаги процедуры анализа риска аварий гидротехнических сооружений

На этапе проектирования целью анализа риска аварий ГТС гидроэлектростанций должны быть:

- идентификация возможных опасностей и априорная сравнительная оценка риска аварий ГТС для различных вариантов его размещения и проектных решений при обосновании оптимального варианта;
- обоснование допустимости (приемлемости) риска аварий проектируемого ГТС для персонала, населения, имущества и окружающей природной среды территории;
- обеспечение информацией для разработки инструкций по обеспечению безопасности проектируемого ГТС, планов ликвидации аварийных ситуаций, планов действий в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и т.д.;
- разработка декларации безопасности проектируемого ГТС;
- обоснование страховых тарифов и ставок для заключения договора страхования гражданской ответственности владельца ГТС.

## 7.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на объекте

ПЛАС(План ликвидации аварийных ситуаций) - документ, который вместе со схемами энергосбережения, ситуационными и поэтажными планами обязательно должен входить в состав аварийных документов опасного объекта.

План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛАС) и расчетно-пояснительная записка на объекте «Жигулевская ГЭС» оформлены в виде отдельных переплетенных книг и утверждены техническим руководителем организации.

В наибольшей степени трудоемкой и важной задачей при разработке ПЛАС является анализ опасности вероятных аварийных ситуаций производств (цехов, отделений, участков, установок) и отдельных опасных объектов, для которых разрабатывается план ликвидации. При разработке ПЛАС на Жигулевской ГЭС изучены состояние ОПО в соответствии с требованиями,

нормативной документацией в области промышленной безопасности, также учтены уже имевшие место аварии на данном объекте.

На Жигулевской ГЭС ПЛАС один раз в 5 лет пересматривается, согласуется и уточняется в случаях изменений в технологии, аппаратном оформлении, метрологическом обеспечении технологических процессов, а также после аварий.

### 7.3 Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – это целый комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска, сохранение здоровья рабочих, снижение размеров ущерба природной среде и материальных потерь. Оно проводится по следующим направлениям:

- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- повышение технологической безопасности производственных процессов;
- разработка и осуществление необходимых инженерно-технических мероприятий;
- лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- государственный надзор и контроль.

На Жигулевской ГЭС регулярно проводятся комплексные учения по гражданской обороне, ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также антитеррористические тренировки. Наиболее полное обеспечение режима безопасности осуществляется благодаря оперативному реагированию на ЧС, привлечению специальных аварийно-спасательных формирований, наличию дополнительного специального оборудования, слаженности действий всех сил и средств, привлекаемых для ликвидации ЧС.

### 7.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС

На Жигулевской ГЭС на случаи возникновения нерасчетных эксплуатационных ситуаций находятся в постоянной готовности к реализации

предварительно разработанные для разных степеней угрозы технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности персонала ГЭС.

В мероприятиях учтены конкретные специфические особенности ГЭС. Также предусмотрено обустройство специальных безопасных (аварийно-спасательных) помещений, рассчитанных на штатный состав персонала полностью.

Безопасные помещения укомплектованы испытанными, готовыми к использованию защитными средствами, системами автономных устройств жизнеобеспечения, а также средствами оказания первой медицинской помощи в соответствии с действующими правилами и нормами. При этом в помещениях предусмотрены расчетно-необходимые запасы питьевой воды, СИЗ и дыхательных смесей, соответствующее обустройство санитарно-бытовыми устройствами и дистанционными средствами связи.

Персонал соответствующих подразделений ГЭС, извещен об объеме укомплектования рабочих зон и безопасных помещений указанными средствами, о наличии и порядке обновления в них запасов питьевой воды и воды для санитарных нужд, о наличии и порядке пользования соответствующими санитарно-бытовыми устройствам и дистанционными средствами связи.

На ГЭС разработаны схемы и пути эвакуации работников из зон расчетно-возможного затопления или обрушения грунта на отметки выше расчетного уровня затопления, оползня, обрушения в специальные безопасные помещения.

Планы эвакуации вывешены на видных местах. Экспликации при отключении основного освещения подсвечиваются от резервных автономных источников питания.

Эвакуационные выходы оснащены видимыми при отключении основного освещения водонепроницаемыми указателями с автономными источниками питания.

## 7.5 Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР) — это совокупность первоочередных работ в зоне чрезвычайной ситуации, заключающихся в спасении и оказании помощи людям, локализации и подавлении очагов поражающих воздействий, предотвращении возникновения вторичных поражающих факторов, защите и спасении материальных и культурных ценностей. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы проводятся аварийно-спасательными службами с целью:

- спасения людей и оказания помощи пострадавшим;
- локализации аварий и устранения повреждений, препятствующих проведению спасательных работ;
- создания условий для последующего проведения восстановительных работ.

Поисково-спасательные работы проводятся с целью розыска пораженных, извлечения их из под завалов, из разрушенных зданий и защитных сооружений для оказания им первой медицинской и первой доврачебной помощи и эвакуации их из очагов поражения в лечебные учреждения. Поисково-спасательные работы предусматривают разведку маршрутов движения и участков (объектов) работ, расчистку проходов (проездов) в завалах, локализацию и тушение пожаров, розыск и спасение пострадавших, вскрытие заваленных защитных сооружений и извлечение пострадавших, подачу воздуха в заваленные защитные сооружения, вывод (вывоз) населения из опасных мест в безопасные районы, проведение санитарной обработки людей. Для механизации работ используется техника: землеройные, дорожные и грузоподъемные машины и механизмы, механизированный инструмент, пожарные машины, электростанции, автомобили общего и специального назначения. Поисково-спасательные работы проводятся непрерывно днем и ночью до полного завершения.

Технология поиска пострадавших в зоне завалов визуальным обследованием включает:

- внешний осмотр участка поиска (завала);
  - выбор наиболее рационального и безопасного маршрута движения поискового расчета;
  - движение по участку (завалу), осмотр завала с прослушиванием возможных сигналов пострадавших (стонов, криков) и подачей звуковых сигналов пострадавшим через каждые 5–10 м движения;
  - обозначение мест нахождения пострадавших по установленному с ними звуковому или визуальному контакту;
  - определение состояния и условий блокирования пострадавших по результатам осмотра или контакта;
  - оказание (при возможности) первой медицинской помощи пострадавшим;
- устранение или ограничение (при необходимости и возможности) воздействия на пострадавших вредных и опасных факторов.

7.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации

В комплексе защитных мероприятий важное значение имеет обеспечение работников средствами индивидуальной защиты и практическое обучение правильному пользованию этими средствами в условиях ЧС.

На рисунке 7.2 представлена классификация средств индивидуальной защиты.



Рисунок 7.2 - Классификация средств индивидуальной защиты

К средствам защиты органов дыхания относятся: противогазы (фильтрующие, изолирующие, шланговые), респираторы, ватно-марлевые повязки, самоспасатели.

К средствам защиты кожи относятся различные изделия, дополняющие или заменяющие обычную одежду или обувь человека, изготовляемые из специальных материалов и обеспечивающие защиту кожных покровов человека от отравляющих веществ, радиоактивной пыли, биологических средств и аварийно-химически опасных веществ.

Медицинские средства индивидуальной защиты - это медицинские препараты, материалы и специальные средства, предназначенные для использования в ЧС с целью предупреждения поражения или снижения эффекта воздействия поражающих факторов и профилактики осложнений.

## 8 Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### 8.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению  
уровней профессиональных рисков приведен в таблице 8.1

Таблица 8.1 - План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков

| Наименование структурного подразделения | Наименование мероприятия  | Цель мероприятия  | Срок выполнения | Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения | Отметка о выполнении |
|---|---|---|-----------------|--|----------------------|
| Все службы                              | аттестация рабочих мест по условиям труда, оценке уровней профессиональных рисков                   | улучшение условий труда   | 1 раз в 5 лет   | Администрация, служба охраны труда, ПЭО                | выполнено            |
| Все службы                              | Организация обучения, инструктажа, проверки знаний по охране труда сотрудников                      | снижение уровней профессиональных рисков  | 1 раз в 3 года  | Начальник Службы охраны труда                          | выполнено            |
| Все службы                              | Проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров                        | определение пригодности работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний | 1 раз в год     | служба охраны труда                                    | выполнено            |
| Электромонтер, электрик                 | Внедрение технических устройств, обеспечивающих защиту работающих от поражения электрическим током. | снижение уровней профессиональных рисков  | постоянно       | администрация, служба охраны труда                     | выполнено            |

## 8.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Установление работодателям скидок и надбавок к тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является одной из экономических мер, цель которых - обеспечить заинтересованность работодателей в улучшении условий и охраны труда на своих предприятиях.

Экономическая заинтересованность работодателей состоит в том, что работодатели, у которых уровень производственного травматизма минимален, вправе претендовать на получение скидки к страховому тарифу. И, наоборот, если у работодателя показатели по уровню производственного травматизма превышают показатели, установленные действующим законодательством, то работодателю должна быть установлена надбавка к страховому тарифу.

Работодатель вправе предоставлять в Фонд сведения, необходимые для установления скидок и надбавок. Например, сведения о состоянии условий и охране труда, о количестве случаев производственного травматизма, сведения о размере пособий по временной нетрудоспособности, выплаченных работникам из средств обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, сведения о страховых случаях и материалы их расследования и др. Кроме того, если работодатель считает необходимым подать в Фонд сведения по начислению и уплате страховых взносов «на травматизм» в бюджет ФСС, он имеет полное право это сделать.

Для исчисления надбавки или скидки необходимы следующие сведения за календарный год, предшествующий периоду расчета:

- о сумме страховых взносов, начисленных работодателем;
- о среднесписочной численности работников;

- о страховых случаях, произошедших у страхователя (работодателя);
- о количестве дней временной нетрудоспособности работников в связи с трудовым увечьем;
- о суммах пособий по временной нетрудоспособности, выплаченных работодателем работнику за счет средств обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- о суммах страховых выплат и дополнительных расходов, выплаченных Фондом лицам, пострадавшим на производстве у конкретного работодателя.

Специалисты отделений Фонда рассчитывают надбавки и скидки в специальной программе, однако правильность расчета работодатель может проверить самостоятельно вручную. Надбавки и скидки рассчитываются по определенной методике, в которой приведены специальные формулы для их расчета.

Для расчета суммы скидки используется следующая формула:

$$C = ((1 - (a/a_{вэд} + b/b_{вэд} + c/c_{вэд})/3) * q^1 * q^2 * 100\%, \quad (8.1)$$

где a, b, c - расчетные показатели, которые определены постановлением ФСС от 30.05.2013 №110. Показатели по ОКВЭД 40.10.12 беремравными соответственно  $a_{вэд}=0,19$ ;  $b_{вэд}=1,09$ ;  $c_{вэд}=120,40$ .

Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний показаны в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

| Показатель   | Усл. обоз. | ед. изм. | Данные по годам |        |        |
|--|------------|----------|-----------------|--------|--------|
|  |            |          | 2013            | 2014   | 2015   |
| Среднесписочная численность работающих                                 | N          | Чел.     | 108             | 108    | 108    |
| Количество страховых случаев за год                                    | K          | шт.      | 4               | 4      | 4      |
| Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом   | S          | шт.      | 4               | 4      | 4      |
| Число дней временной нетрудоспособности и в связи со страховым случаем | T          | Дн.      | 52              | 59     | 60     |
| Сумма затрат на выплаты по соц. страхованию                            | O          | Руб.     | 9500            | 10500  | 12000  |
| Сумма начисленных страховых взносов                                    | P          | Руб.     | 134130          | 135400 | 139320 |

Показатель «а» рассчитывается, как отношение суммы затрат на выплаты по социальному страхованию к сумме начисленных взносов за последние 36 месяцев.

$$a = (9500+10500+12000)/(134130+135400+139320)=32000/408850=0,078$$

Показатель «b» рассчитывается, как отношение количества страховых случаев к среднесписочной численности сотрудников за 36 месяцев.

$$b = (12/199) \times 1000 = 0.060$$

Показатель «с» рассчитывается, как отношение количества дней временной трудоспособности к количеству несчастных случаев за истекшие 3 года. При условии отсутствия несчастных случаев:  $c=0$

Показатель  $q^1$  при отсутствии рабочих мест с опасными условиями труда составляет 1. Если все работники аттестованы, то значение показателя равно единице. При наличии рабочих мест с вредными условиями труда, показатель будет меньше 1.

Показатель  $q^2$  - рассчитывается для организаций, в которых сотрудники подлежат обязательным медицинским осмотрам. Он рассчитывается как отношение количества сотрудников прошедших осмотр к количеству персонала, для которого эта процедура является обязательной. В нашей организации таких сотрудников нет, следовательно,  $q^2=1$ .

Итак, получаем сумму скидки:

$$C = (1 - (0,078/0,08 + 0,07/3,24 + 0/57,52)/3) \times 1 \times 1 \times 100\% = 60\%$$

При  $0 < C < 40\%$  скидка к страховому тарифу устанавливается в размере полученного по формуле значения (с учетом округления). При  $C \geq 40\%$ , скидка устанавливается в размере 40%.

Таким образом, размер скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию получаем равной 40%.

Смета затрат на внедрение автоматизированной системы показана в таблице 8.3.

Таблица 8.3. - Смета затрат на внедрение автоматизированной системы

| Статьи затрат   | Сумма, руб. |
|---|-------------|
| Разработка, согласование и утверждение проектной документации | 34000       |
| Строительно-монтажные работы                                  | 94 000      |
| Стоимость оборудования  | 191000      |
| Пуско-наладочные работы                                       | 74000       |
| Итого:  | 393 000     |

Таблица 8.4 - Исходные данные для проведения расчетов

| Показатели                                     | Условные обозначения | Ед. измерения | Базовый вариант | Проектный вариант |
|--|----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 1  | 2                    | 3             | 4               | 5                 |
| Время оперативное                              | $t_o$                | мин           | 10,0            | 9,0               |
| Время обслуживания рабочего места              | $t_{ом}$             | мин           | 3,50            | 2,5               |
| Время на отдых                                 | $t_{отл}$            | мин           | 2,0             | 2,0               |
| Ставка рабочего                                | $T_{чс}$             | руб/час       | 98,00           | 98,00             |
| Коэффициент доплат                             | $k_{допл.}$          | %             | 48%             | 45%               |
| Коэффициент соотношения основной и доп.з/платы | $k_d$                | %             | 10%             | 10%               |
| Норматив отчислений на социальные нужды        | $N_{осн}$            | %             | 26,4%           | 26,4%             |

Продолжение таблицы 8.4

| 1  | 2               | 3    | 4   | 5   |
|--|-----------------|------|-----|-----|
| Среднесписочная численность основных рабочих   | ССЧ             | чел. | 547 | 547 |
| Численность занятых работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям | Ч <sub>і</sub>  | чел  | 18  | 7   |
| Плановый фонд рабочего времени в днях  | Ф <sub>пл</sub> | дни  | 247 | 247 |
| Продолжительность рабочей смены  | T               | час  | 8   | 8   |
| Количество рабочих смен  | S               | шт.  | 1   | 1   |
| Число пострадавших от несчастных случаев на производстве   | Ч <sub>нс</sub> | чел. | 4   | 3   |
| Количество дней нетрудоспособности от несчастных случаев   | Д <sub>нс</sub> | дни  | 60  | 36  |
| Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем   | μ               | -    | 1,5 | 1,5 |

Продолжение таблицы 8.4

| 1   | 2        | 3    | 4    | 5       |
|---|----------|------|------|---------|
| Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности | $E_n$    | -    | 0,19 | 0,19    |
| Единовременные затраты  | $Z_{ед}$ | руб. | -    | 393 000 |

8.3 Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.

Для оценки снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости при выполнении плана мероприятий по улучшению условий охраны труда нужно необходимо просчитать:

Изменение численности работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям ( $\Delta C_i$ ):

$$\Delta C_i = C_i^{\delta} - C_i^n, \quad (8.2)$$

$$\Delta C_i = 18 - 7 = 11 \text{ чел.}, \quad (8.3)$$

где  $C_i^{\delta}$ - численность занятых работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям до проведения труд охранных мероприятий, чел.;

$C_i^n$ - численность занятых работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям после проведения труд охранных мероприятий, чел.

Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_q$ ):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_q^n}{K_q^{\delta}} \times 100, \quad (8.4)$$

где  $K_q^{\delta}$ - коэффициент частоты травматизма до проведения трудоохранных мероприятий;

$K_q^n$ - коэффициент частоты травматизма после проведения трудоохранных

мероприятий.

Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Ч_{\text{нс}} \times 1000}{ССЧ} \quad , \quad (8.5)$$

$$K_{\text{ч}\beta} = \frac{Ч_{\text{нс}\beta} \times 1000}{ССЧ\beta} = \frac{7 \times 1000}{497} = 14,084 \quad , \quad (8.6)$$

$$K_{\text{ч}n} = \frac{Ч_{\text{нс}n} \times 1000}{ССЧn} = \frac{6 \times 1000}{497} = 12,072 \quad , \quad (8.7)$$

где  $Ч_{\text{нс}}$ - число пострадавших от несчастных случаев на производстве,  
 $ССЧ$  - среднесписочная численность работников предприятия.

Итак, получаем:

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{12,072}{14,084} \times 100 = 14,3\% \quad , \quad (8.8)$$

Изменение коэффициента тяжести травматизма ( $\Delta K_{\text{т}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$\Delta K_{\text{т}} = 100 - \frac{K_{\text{т}}^n}{K_{\text{т}}^{\beta}} \times 100 \quad , \quad (8.9)$$

где  $K_{\text{т}}^{\beta}$ - коэффициент тяжести травматизма до проведения трудовых мероприятий;

$K_{\text{т}}^n$ - коэффициент тяжести травматизма после проведения трудовых мероприятий.

Коэффициент тяжести травматизма определим по формуле:

$$K_{\text{т}} = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}} \quad , \quad (8.10)$$

$$K_{\text{т}n} = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}} = 36 / 6 = 6 \quad , \quad (8.11)$$

$$K_{\text{т}\beta} = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}} = 60 / 7 = 8,5 \quad , \quad (8.12)$$

где  $Ч_{\text{нс}}$ - число пострадавших от несчастных случаев на производстве,  
 $Д_{\text{нс}}$ - количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем.

Следовательно, получаем:

$$\Delta K_m = 100 - \frac{6}{8,5} \times 100 = 29,4\%$$

4. Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год (ВУТ) по базовому и проектному варианту:

$$ВУТ = \frac{100 \times D_{нс}}{ССЧ}, \quad (8.13)$$

где  $D_{нс}$  - количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве, дни;

ССЧ - среднесписочная численность основных рабочих за год, чел.

$$ВУТб = \frac{100 \times 60}{497} = 12 \text{ дн.}$$

$$ВУТп = \frac{100 \times 36}{497} = 7 \text{ дн.}$$

Определим фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего ( $\Phi_{факт}$ ) по базовому и проектному варианту:

$$\Phi_{факт} = \Phi_{пл} - ВУТ, \quad (8.14)$$

где  $\Phi_{пл}$  - плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дни.

$$\Phi_{фактб} = 247 - 12 = 235 \text{ дн.},$$

$$\Phi_{фактп} = 247 - 7 = 240 \text{ дн.}$$

6. Рассчитаем прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда ( $\Delta\Phi_{факт}$ ):

$$\Delta\Phi_{факт} = \Phi_{факт}^п - \Phi_{факт}^б, \quad (8.15)$$

где  $\Phi_{факт}^б$ ,  $\Phi_{факт}^п$  - фактический фонд рабочего времени 1 основного рабочего до и после проведения мероприятия, дни.

$$\Delta\Phi_{факт} = 240 - 235 = 5 \text{ дн.}, \quad (8.16)$$

7. Относительное высвобождение численности рабочих за счет повышения их трудоспособности ( $\mathcal{E}_ч$ ) рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_q = \frac{BUT^{\delta} - BUT^n}{\Phi_{\text{факт}}^{\delta}} \times Ч_i^{\delta}, \quad (8.17)$$

где  $BUT^{\delta}$ ,  $BUT^n$ - потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год до и после проведения мероприятия, дни;  $\Phi_{\text{факт}}^{\delta}$ - фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни;  
 $Ч_i^{\delta}$ - численность рабочих, занятых на участках, где проводится (планируется проведение) мероприятие, чел.

$$\mathcal{E}_q = \frac{12-7}{497} \times 18 = 1 \text{ чел.}$$

8.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.

Годовую экономию себестоимости продукции ( $\mathcal{E}_c$ ) за счет предупреждения производственного травматизма и сокращения в связи с ним материальных затрат в результате внедрения мероприятий по повышению безопасности труда рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_c = Mz^{\delta} - Mz^n, \quad (8.18)$$

где  $Mz^{\delta}$  и  $Mz^n$ - материальные затраты в связи с несчастными случаями в базовом и расчетном периодах (до и после внедрения мероприятий), руб.

В свою очередь, материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве определяются по формуле:

$$Mz = BUT \times ЗПЛ_{\text{дн}} \times \mu, \quad (8.19)$$

$$Mz^{\delta} = 12 \times 1160,32 \times 1,5 = 20885,8 \text{ руб.}$$

$$Mz^n = 7 \times 1136,8 \times 1,5 = 11928 \text{ руб.}$$

где  $BUT$  - потери рабочего времени у пострадавших с утратой трудоспособности на один и более рабочий день, временная нетрудоспособность которых закончилась в отчетном периоде, дней;

$ЗПЛ$  - среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб.;

$\mu$  - коэффициент, учитывающий все элементы материальных затрат (выплаты по листам нетрудоспособности, возмещение ущерба, пенсии и доплаты к ним и т.п.) по отношению к заработной плате.

А среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{\text{дн}} = T_{\text{чс}} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{допл}}), \quad (8.20)$$

где  $T_{\text{чс}}$  - часовая тарифная ставка, руб/час;  $k_{\text{допл}}$  - коэффициент доплат, определяется путем сложения всех доплат в соответствии с Положением об оплате труда;  $T$  - продолжительность рабочей смены;  $S$  - количество рабочих смен.

Экспериментальными исследованиями установлено, что коэффициент, материальных последствий несчастных случаев для промышленности составляет 2,0, а в отдельных ее отраслях колеблется от 1,5 (в машиностроении) до 2,0 (в металлургии).

Итак, получаем годовую экономию себестоимости продукции:

$$\mathcal{E}_c = 20885,8 - 11928 = 8957,8$$

Годовая экономия ( $\mathcal{E}_3$ ) за счет уменьшения затрат на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда в связи с сокращением численности работников (рабочих), занятых тяжелым физическим трудом, а также трудом во вредных для здоровья условиях рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta C_i \times ЗПЛ_{\text{год}}^6 - C_i^n \times ЗПЛ_{\text{год}}^n, \quad (8.21)$$

где  $\Delta C_i$  - изменение численности работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям, чел.;

$ЗПЛ_{\text{год}}^6$  - среднегодовая заработная плата высвободившегося работника (основная и дополнительная), руб.;

$C_i^n$  - численность работающих (рабочих) на данных работах взамен высвободившихся после внедрения мероприятий, чел.;

ЗПЛ<sup>н</sup>- среднегодовая заработная плата работника, пришедшего на данную работу взамен высвободившегося (основная и дополнительная) после внедрения мероприятий, руб.

Среднегодовая заработная плата определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \times \Phi_{пл} , \quad (8.22)$$

$$ЗПЛ_{годб} = 1160,32 \times 247 = 286599,04 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{годн} = 1136,8 \times 247 = 280789,6 \text{ руб.}$$

где ЗПЛ<sub>дн</sub>- среднедневная заработная плата одного рабочего, руб.;

Φ<sub>пл</sub>- плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дни.

Таким образом, получаем: Э<sub>з</sub> = 11х 286599,04– 7х 280789,6= 1187062,24 руб.

Годовая экономия (Э<sub>т</sub>) фонда заработной платы равна:

$$Э_{т} = (\Phi ЗП_{годб} - \Phi ЗП_{годн}) \times (1+k_{д}/100\%), \quad (8.23)$$

где ФЗП<sub>годб</sub> и ФЗП<sub>годн</sub>- годовой фонд основной заработной платы рабочих до и после внедрения мероприятий, приведенный к одинаковому объему продукции (работ), руб.;

k<sub>д</sub>- коэффициент соотношения основной и дополнительной заработной платы, %.

$$\Phi ЗП_{годб} = ЗПЛ_{годб} \times Ч_i \quad (8.24)$$

$$\Phi ЗП_{годб} = 286599,04 \times 18 = 5158782,72 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{годн} = 280789,6 \times 7 = 1965527,2 \text{ руб.}$$

где Ч<sub>и</sub> – численность занятых работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям до и после проведения труд охранных мероприятий соответственно, чел.

$$\begin{aligned} Э_{т} &= (5158782,72 - 1965527,2) \times (1 + 10\%/100\%) = 3193255,52 \times 1,001 = \\ &= 3196448,78 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Экономия по отчислениям на социальное страхование (Э<sub>осн</sub>)(руб.) рассчитывается:

$$\mathcal{E}_{\text{осн}} = (\mathcal{E}_T \times N_{\text{осн}}) / 100 \quad (8.25)$$

$$\mathcal{E}_{\text{осн}} = (3196448,78 \times 26,4) / 100 = 843862,48 \text{ руб.}$$

где  $N_{\text{осн}}$  - норматив отчислений на социальное страхование.

Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_T$ ) - это экономия приведенных затрат от внедрения мероприятий по улучшению условий труда.

Суммарная оценка социально-экономического эффекта трудоохранных мероприятий в материальном производстве равна сумме частных эффектов:

$$\mathcal{E}_T = \sum \mathcal{E}_i, \quad (8.26)$$

где  $\mathcal{E}_T$  - общий годовой экономический эффект;  $\mathcal{E}_i$  - экономическая оценка показателя  $i$ -го вида социально-экономического результата улучшения условий труда.

Таким образом, хозяйственный экономический эффект в нашем случае определяется как:

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{\text{осн}} \quad (8.27)$$

$$\mathcal{E}_T = 1187062,24 + 39454,8 + 3196448,78 + 843862,48 = 5266828,3$$

При этом срок окупаемости единовременных затрат ( $T_{\text{ед}}$ ) равен:

$$T_{\text{ед}} = Z_{\text{ед}} / \mathcal{E}_T \quad (8.28)$$

$$T_{\text{ед}} = 393000 / 5266828,3 = 0,075 \text{ года}$$

А коэффициент экономической эффективности единовременных затрат ( $E_{\text{ед}}$ ) равен:

$$E_{\text{ед}} = 1 / T_{\text{ед}} \quad (8.29)$$

$$E_{\text{ед}} = 1 / 0,075 = 13,3 \text{ год}^{-1}$$

В ходе расчетов получены положительные значения рассчитываемых величин, срок окупаемости единовременных капитальных затрат на внедрение новейшей вентиляционной системы составит менее 1 месяца (18 дней). Таким образом, экономическую эффективность проведенных мероприятий можно признать удовлетворительной.

8.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации от внедрения новейшей вентиляционной системы.

1. Определим прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени на выполнение операции:

$$P_{mp} = \frac{t_{ум}^{\bar{}} - t_{ум}^n}{t_{ум}^{\bar{}}} \times 100\% , \quad (8.30)$$

где  $t_{шт}^{\bar{}}$  и  $t_{шт}^n$  - суммарные затраты времени (включая перерывы на отдых) на технологический цикл до и после внедрения мероприятий, которые рассчитаем по формуле:

$$t_{ум} = t_o + t_{ом} + t_{отл} , \quad (8.31)$$

где  $t_o$  - оперативное время, мин.;

$t_{отл}$  - время на отдых и личные надобности;

$t_{ом}$  - время обслуживания рабочего места.

$$t_{ум}^{\bar{}} = t_o + t_{ом} + t_{отл} = 10 + 3,50 + 2 = 15,5 \text{ мин.} , \quad (8.32)$$

$$t_{ум}^n = t_o + t_{ом} + t_{отл} = 9 + 2,5 + 2 = 13,5 \text{ мин.} , \quad (8.33)$$

$$P_{mp} = \frac{15,5 - 13,5}{15,5} \times 100\% = 12,9\%$$

2. Определим прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности:

$$P_{mp} = \frac{\mathcal{E}_ч \times 100}{ССЧ^{\bar{}} - \mathcal{E}_ч} , \quad (8.34)$$

где  $\mathcal{E}_ч$  - сумма относительной экономии (высвобождения) численности работающих (рабочих) по всем мероприятиям, чел.;

$ССЧ^{\bar{}}$  - среднесписочная численность работающих (рабочих) по участку, цеху, предприятию (исчисленная на объем производства планируемого периода по соответствующим данным базисного периода), чел.

$$P_{mp} = \frac{2 \times 100}{497 - 2} = 0,5\%$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе проведен анализ автоматизации системы управления работы компрессорами низкого давления, при этом выявлена необходимость повышения оперативности реагирования обслуживающего персонала при возникновении внештатных ситуаций. В связи с этой необходимостью был произведен анализ и выбор многофункционального промышленного программируемого электронного блока управления контроллера Logik104.

Вкладом в бакалаврскую работу является подбор средств автоматизации компрессорами.

Кроме того, проведена оценка экономической эффективности проекта внедрения автоматизированной системы управления компрессорами низкого давления.

На основании полученных результатов можно сделать выводы, что предложенная автоматизированная система и средства управления компрессорами эффективны и могут быть рекомендованы к внедрению на Жигулевской ГЭС

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- НПУ – нормальный подпорный уровень
- ОЭС - Объединённая энергетическая система
- ЛЭП – линии электропередач
- ГЭС – гидроэлектростанция
- ГРАМ - групповое регулирование активной мощности
- ГТС – гидротехнические сооружения
- ФСБ – Федеральная Служба Безопасности
- МВД – Министерство Внутренних Дел
- МЧС- Министерство по чрезвычайным ситуациям
- ОПО – опасный производственный объект
- ЧС – чрезвычайные ситуации

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Алексеев, С.В. Гигиена труда. Учебник для студ. Сан.-гигиенич. Фак. Мед. Институтов. – М.: Медицина, 1988. – 576 с.
- 2 Барановский, И. Реализация мер по улучшению условий и охраны труда / И. Барановский // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – №2. – С. 53-57.
- 3 Безопасность жизнедеятельности: Учебник/Под ред. Проф. Э.А. Арустамова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский Дом «Дашков и К?», 2000.
- 4 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учебное пособие/ П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – М.: Высш.шк., 2004. – 319 с.
- 5 Виноградов, М.И. Физиология трудовых процессов: Учебное пособие. – М.: изд-во «Медицина», 1967.
- 6 Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р 2.2.755 – 99. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 192 с.
- 7 Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб.пособие для вузов, - М.: Высш.шк., 2005. – 383 с.: ил.
- 8 Девисилов В.А. Освещение и здоровье человека. Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности». – 2003. - №7. – 16с.
- 9 Евсиков Ю. Травматизм и экономия / Ю. Евсиков // Охрана труда и социальное развитие. – 2005. – №5. – С. 78-81.
- 10 Измеров Н.Ф. Человек и шум. – М.: Медицина, 1993. – 222 с.
- 11 Казаков.Ю.В, Козулин.М.Г. Сварка и резка материалов. - М.: Издательский центр “Академия”, 2000 - 400с.
- 12 Кокоров Н.П. Гигиена труда на производстве: Учебник. – М.: Профиздат, 1973.

- 13 Малышев.Б.Д, Мельник.В.И, Гетия.И.Г. Ручная дуговая сварка. - М.: Стройиздат, 1990. - 319с.
- 14 Мурахтанова Н.М. Менеджмент: Учеб.пособие. – Тольятти: ТГУ, 2003. – с.391.
- 15 Николаев.Г.А, Куркин.С.А, Винокуров.В.А. Сварные конструкции. М.: Высшая школа, 1983.
- 16 Пожидаева Т.Я. Порядок проведения предварительных и периодических медицинских осмотров / Т.Я. Пожидаева // Справочник специалиста по охране труда. – 2002. – №4. – С. 31-34.
- 17 Промышленный травматизм в цифрах[Текст]// Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2007. – №10. – С.69-72.
- 18 Россия в цифрах: Российский статистический ежегодник: Статистич. сборник. – М.: Роскомстат России, 2004 г.
- 19 Рыбаков.В.М. Дуговая и газовая сварка. М.: Высшая школа, 1986.
- 20 Степанов С. Экстремальная профпатология / С. Степанов // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – №5. – С. 57-60.
- 21 Степанов С. Профессиональные заболевания мужчин / С. Степанов // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – №4. – С. 61-64.
- 22 ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы». [http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_12000374\\_SSBT\\_Opasnye\\_i\\_v.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html)
- 23 ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов». <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-044-89>
- 24 ГОСТ 12.1.004-93. «Пожарная безопасность. Общие требования». <http://docs.cntd.ru/document/9051953>
- 25 ГОСТ 12.1.003-1999. «Шум. Общие требования безопасности».[Текст] <http://vsegost.com/Catalog/80/803.shtml>
- 26 ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие

требования безопасности». <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-003-91-ssbt>

27 ГОСТ 12.2.061-2001. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам». <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.2.061-81>

28 ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».[Текст]. <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/11167/>

29 ФЗ РФ № 7 от 01.10.2002 г. «Об охране окружающей среды».[Текст]

30 Фоминых, В.П, Яковлев, А.П. Ручная дуговая сварка. - М.: Высшая школа, 1986. - 288с. - (Профтехобразование).

31 Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. В 4-х томах. Перевод с англ. – М.: Минтруд, 2001. – 4223 с.

32 Alsopp D, Health and Safety . Safety of technological processes and production ( Occupational Health ) : Proc . manual for schools / PP Kukin VL Lapin , NL Ponomarev and others - . М .: Higher . wk , 2001. - P. 319 .

33 Forman B, Occupational safety in educational institutions // OBG . Basics of life safety. Number 6. 2002. - P. 33-36

34 Rules for Electrical Installation (PUE ) : 7th edition . Div. 1 , ch . 1.1 , 1.2 , 1.7. /Publishing House of the NTs ENAS , 2004. - P. 600

35 Gimson A, instructions for use and testing of protective equipment used in electrical installations . - М .: Publishing House of the NTs ENAS , 2004. – P. 600

36 Manual for safe work for the slingers . - Publishing House of the NTs ENAS , 2005. - P.64

