

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 140205 Электроэнергетические системы и сети

Кафедра Электрических сетей и электротехники(ЭСиЭ)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению для подготовки студентов электроэнергетического профиля

УДК 621.311:658.514:378.662.147

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-9202	Егоров Дмитрий Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Бацева Наталья Ленмировна	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Коршунова Лидия Афанасьевна	доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Амелькович Юлия Александровна	доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
кафедра электрических сетей и электротехники	Прохоров Антон Викторович	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 140205 Электроэнергетические системы и сети

Кафедра Электрических сетей и электротехники(ЭСиЭ)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Прохоров А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-9202	Егорову Дмитрию Александровичу

Тема работы:

Разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению для подготовки студентов электроэнергетического профиля	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.05.2016 № 3504/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению для подготовки студентов электроэнергетического профиля. В качестве исходных данных представлены: • Принципиальные схемы ПС 110/35/10 "Екатериненка", ПС 110/10 "Знаменка", ПС 110/35/10 "Кожевниково", транзитный участок ВЛ-110кВ С-18, С-19, С-19"а", С-20, С-21. • Тренажер по оперативным переключениям "Modus 5.0"
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Анализ литературных источников по теме исследования; 2. Моделирование схем в ПК "Modus 5.0"; 3. Подготовка теоретического материала для производства оперативных переключений; 4. Разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению; 5. Разработка противоаварийной тренировки; 6. Представление результатов и выводов по теме работы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Принципиальные схемы первичных соединений: 1. ПС 110/35/10 "Екатериненка"; 2. ПС 110/10 "Знаменка"; 3. ПС 110/35/10 "Кожевниково". 4. Транзитного участка ВЛ-110 кВ "Мельниково-Чилино"
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Коршунова Лидия Афанасьевна
Социальная ответственность	Амелькович Юлия Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Не предусмотрено	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	27.01.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Бацева Наталья Ленмировна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата

3-9202	Егоров Дмитрий Александрович		
--------	------------------------------	--	--

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-9202	Егорову Дмитрию Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	<u>Электрических сетей и электротехники(ЭСиЭ)</u>
Уровень образования	Специалист	Направление	<u>140205 Электроэнергетические системы и сети</u>

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	Стоимость материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации Размер оплаты труда
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные фонды
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение состава работ и их трудоемкости. Планирование и выполнение проекта.
2. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.	Основой для формирования бюджета являются основная заработная плата исполнителей, страховые отчисления и накладные расходы
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию	Бюджет затрат на научное исследование

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Коршунова Лидия Афанасьевна	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9202	Шувалов Алексей Юрьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-9202	Егорову Дмитрию Александровичу.

Институт	Энергетический	Кафедра	<u>Электрических сетей и электротехники(ЭСиЭ)</u>
Уровень образования	Специалист	Направление	<u>140205 Электроэнергетические системы и сети</u>

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (территории ремонтно-механического цеха) на предмет возникновения:
- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Территория ремонтно-механического цеха промышленного предприятия ЗАО «Сибкабель». Необходимо поддержание: 1.1.Нормативных метеоусловий, освещения, уровней вибрации и шума; 1.2.Нормативных мер обеспечения электро- и пожаробезопасности. 1.3. Нормативное обращение с выбросами, сбросами твёрдых отходов. 1.4.Наиболее вероятные ЧС: загорания (пожары), электрический удар, например, при замыкании фазы питания на корпус электрооборудования при нарушении его заземления.

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

ГОСТ 12.0.003-74 «ОиВПФ»; ГОСТ12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.01290«Вибрационнаябезопасность»; ГОСТ 12.1.005-88«Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ПУЭ, утвержденный министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава1.7.; №123-ФЗ» Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681; Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12.2014).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем –

Вредные факторы:

- 1.Шум;
- 2.Вибрации;
- 3.Возможные ненормативные метеоусловия;
- 4.Недостаточнаяосвещенностьрабочегоместа
5. ЭМП

<i>индивидуальные защитные средства)</i>	
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы: 1. Опасность электропоражения; 2. Пожаровзрывоопасность.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	По п.п.3.1. и 3.2. описать системы обращения с выбросами и сбросами из цеха штамповки и цветного литья; По п.3.3. описать систему обращения с твердыми отходами цеха в соответствии с постановлениями Правительства РФ от 03.09.2010 №681 и Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12.2014г.). Примечание №1: в качестве основы можно рассмотреть раздел 5.4. «Защита окружающей среды» в разделе «Соц. Ответственность» ВКР бакалавра Неверова П.Р., работавшего в 2015г. под моим руководством.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Разработать мероприятия по предупреждению загораний и электропоражений и мер по ликвидации их последствий.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Амелькович Юлия Александровна	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9202	Егоров Дмитрий Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки (специальность) 140205 Электроэнергетические системы и сети

Уровень образования Бакалавриат

Кафедра Электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ)

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Дипломный проект.

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.02.2016	Анализ литературных источников по теме исследования	5
24.02.2016	Моделирование схем в ПК "Modus 5.0";	10
07.03.2016	Подготовка теоретического материала для производства оперативных переключений.	15
04.04.2016	Разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению.	30
25.04.2016	Разработка противоаварийной тренировки.	25
25.05.2016	Оформление результатов работы и выводов по работе	5
12.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
26.05.2016	Социальная ответственность	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Бацева Наталья Ленмировна	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
кафедра электрических сетей и электротехники	Прохоров Антон Викторович	к.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 127 с., 14 рис., 19 табл., 34 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: тренажер, оперативно-диспетчерское управление, самостоятельная работа студентов, противоаварийная тренировка, активные методы обучения, бланк переключений, оперативные переключения, подстанция.

Key words: simulator, operative and dispatching control, self-studying work, emergency training, business games, equipment switchover format, routing switching, substation.

Объектом исследования является процесс проведения самостоятельной работы студентов.

Цель работы: Разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению для профессиональной подготовки студентов-электроэнергетиков в процессе их самостоятельной работы.

В процессе дипломирования были разработаны три задачи по оперативным переключениям в нормальном режиме работы подстанций, одна противоаварийная тренировка по ликвидации аварийной ситуации в энергосистеме на транзитном участке. Все разработанные задачи имеют практическую направленность и соответствуют разделам дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике».

Степень внедрения: планируется внедрение разработанных задач для самостоятельного решения студентами, изучающими дисциплину «Оперативное управление в электроэнергетике» с целью повышения их профессиональных навыков.

Область применения: для подготовки специалистов энергетического профиля.

Содержание

Введение	10
Перечень сокращений	12
Термины и определения	14
Раздел 1 Место и роль самостоятельной работы в учебном процессе студентов-электроэнергетиков	17
Раздел 2 Обзор тренажерных систем для обучения, разработки и самостоятельного решения задач по оперативно-диспетчерскому управлению	30
Раздел 3 Формирование задач по оперативному управлению для самостоятельного решения	45
Раздел 4 Разработка противоаварийной тренировки для самостоятельного решения студентами.	62
Раздел 5 Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	71
Раздел 6 Социальная ответственность	85
Заключение	112
Список литературных источников	114
Приложение 1 Схема ПС "Екатериненка"	118
Приложение 2 Схема ПС "Знаменка"	119
Приложение 3 Схема транзитного участка ВЛ 110 кВ С-18, С-19, С-19"а", С-20, С-21	120
Приложение 4 Схема ПС "Кожевниково"	121

Введение

В настоящее время в России и за рубежом возрастает интерес к инновационному инженерному образованию. Обсуждается необходимость его совершенствования в связи с изменениями в фундаментальных и прикладных науках, технологическим и социальным развитием общества, развитием производства.

Инновационное образование – это процесс и результат целенаправленного формирования определённых знаний, умений, методологической культуры, а также комплексная подготовка специалистов к инженерной деятельности, включающей разработку и создание новых техники и технологий, за счёт содержания и методов обучения. На сегодняшний день в нашей стране законодательно определена двух ступенчатая система высшего профессионального образования, вторая ступень которой – магистратура в наибольшей мере требует новых инновационных подходов в осуществлении процессов обучения [1].

Государственным стандартом высшего профессионального образования Российской Федерации по направлению «Электроэнергетика и электротехника» предусмотрено развитие у студентов широкого комплекса компетенций, знаний, умений и навыков, часть которых может быть эффективно развита при самостоятельной работе студентов, организуемой в дисциплинах специального цикла подготовки магистров.

На предприятиях электроэнергетики есть свой опыт, программно-аппаратное обеспечение и методология тренинга персонала, которые можно переложить на сферу подготовки студентов-электроэнергетиков в виде задач для самостоятельного решения, так как многие направления тренировок согласуются с требованиями государственного стандарта. В частности, для тренировки диспетчеров предприятий электрических сетей, энергосистем и объединённых энергосистем применяются как специализированные, так и многофункциональные компьютерные тренажёры, обеспечивающие освоение

следующих функций: производство оперативных переключений в распределительных устройствах электростанций и подстанций; ведение нормального режима энергосистем и энергообъединения с поддержанием установленных значений частоты, напряжений, перетоков мощности; анализ аварийных ситуаций и принятие решений по предотвращению развития аварии и восстановлению нормального режима работы энергосистемы.

В настоящей работе предлагается повысить уровень компетенций студентов электроэнергетического профиля за счет самостоятельного решения задач по проведению оперативных переключений, разработанных на тренажере «Модус».

Перечень сокращений

СРС – самостоятельная работа студентов;

АВ – автоматический выключатель;

АВР – автоматическое включение резерва;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АРНТ – автоматика регулирования напряжения трансформатора;

В - выключатель (масляный, вакуумный или элегазовый);

Вкл. – включить;

ДЗШ – дифференциальная защита шин;

ЗОН – заземляющий нож нейтрали трансформатора;

ЗН – заземляющие ножи;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство;

КА – коммутационный аппарат;

КЗ – короткое замыкание;

КЛ – кабельная линия;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки;

ЛР – линейный разъединитель;

ЛЭП – линия электропередачи;

МТЗ – максимальная токовая защита;

ОРУ – открытое распределительное устройство;

Откл. – отключить;

ПЗ – переносное заземление;

РЗА – релейная защита и автоматика;

РПН – переключатель регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой;

РУ – распределительное устройство;

РЭС – район электрических сетей;

СВ – секционный выключатель;
СДТУ – средства диспетчерского и технологического управления;
СН – собственные нужды;
в ст. – в сторону;
СШ – секция (система) шин;
Т – трансформатор;
ТН – трансформатор напряжения;
ТО – токовая отсечка;
ТСН – трансформатор собственных нужд;
ТТ – трансформатор тока;
ШР – шинный разъединитель;
ЦУС – центр управления сетями;
яч. – ячейка.

Термины и определения

Диспетчерский центр – структурное подразделение организации-субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, осуществляющее в пределах закрепленной за ним операционной зоны управление электроэнергетическим режимом энергосистемы.

Оперативно-диспетчерское управление – комплекс мер по централизованному управлению технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой, если эти объекты и устройства влияют на электроэнергетический режим работы энергетической системы и включены соответствующим субъектом оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике в перечень объектов, подлежащих такому управлению.

Оперативно-технологическое управление – комплекс мер по централизованному управлению технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой, осуществляемых субъектами электроэнергетики и потребителями электрической энергии: в соответствии с диспетчерскими командами, распоряжениями и разрешениями субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике и установленным таким субъектом распределением объектов диспетчеризации по способу управления и ведения - в отношении объектов диспетчеризации; самостоятельно или по согласованию с иными субъектами электроэнергетики (потребителями электрической энергии) в отношении объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств, не относящихся к объектам диспетчеризации.

Команда на производство переключений (команда) – указание совершить (воздержаться от совершения) конкретное действие (действия) при переключениях, выдаваемое диспетчерским персоналом диспетчерскому

или оперативному персоналу или оперативным персоналом оперативному персоналу.

Операционная зона (Зона диспетчерского управления) – территория, в границах которой расположены объекты электроэнергетики и энергопринимающие установки потребителей, управление взаимосвязанными технологическими режимами которых осуществляет соответствующий диспетчерский центр (Филиал ОАО «СО ЕЭС» Томское РДУ).

Зона оперативной ответственности – территория, в границах которой расположены объекты электрических сетей, управление взаимосвязанными технологическими режимами которых осуществляет соответствующий оперативно-технологический персонал (ПО ЦУС или РЭС).

Отказ – самопроизвольные запуск или прекращение функционирования технического устройства, а также выход параметров функционирования за допустимые границы.

Дежурный работник объекта электроэнергетики (электрической станции, подстанции, энергопринимающей установки потребителей) – работник субъекта электроэнергетики, уполномоченный на выдачу и выполнение команд по управлению электроэнергетическим режимом соответствующего объекта электроэнергетики, а также на непосредственное воздействие на органы управления энергоустановок.

Бланк переключений (обычный) – оперативный документ, в котором приводится строгая последовательность операций с коммутационными аппаратами, заземляющими разъединителями (ножами), цепями оперативного тока, устройствами РЗА, противоаварийной и режимной автоматики, операций по проверке отсутствия напряжения, наложению и снятию переносных заземлений, вывешиванию и снятию плакатов, а также необходимых (по условиям безопасности персонала и сохранности оборудования) проверочных операций.

Типовой бланк переключений – оперативный документ, разработанный заранее административно-техническим персоналом, в котором указывается строгая последовательность операций при выполнении повторяющихся сложных переключений в электроустановках для конкретных схем электрических соединений и состояний устройств РЗА.

Типовая программа переключений – оперативный документ, в котором указывается строгая последовательность операций при выполнении повторяющихся сложных переключений в электроустановках в электроустановках разных уровней управления и/или разных объектов электроэнергетики (энергопринимающих установок).

Дистанционное управление – управление коммутационными аппаратами и заземляющими разъединителями, технологическим режимом работы оборудования (устройства РЗА) с удаленного на безопасное расстояние поста (щита, пульта) управления, в том числе с использованием телеуправления.

Местное управление – управление коммутационными аппаратами и заземляющими разъединителями, технологическим режимом работы оборудования путем воздействия на механический привод или от местной кнопки или ключа управления, расположенных непосредственно у коммутационного аппарата или управляемого оборудования.

Объект электрической сети – СШ, МВ, Трансформатор, ВЛ, КЛ, ТП, способ управления которым (оперативно-технологическое ведение и оперативно-технологическое управление) определен распорядительным документом субъекта электроэнергетики.

РАЗДЕЛ 1 МЕСТО И РОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СТУДЕНТОВ-ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОВ

Самостоятельная работа студентов (СРС) является частью учебного процесса всех форм обучения во всех вузах России. Организация СРС предполагает, что преподаватель дает лишь необходимый материал, который обязательно должен быть дополнен самостоятельной работой самих студентов. Следует отметить, что СРС дает положительные результаты тогда, когда она является целенаправленной, систематической и планомерной.

Самостоятельная работа студентов – вид деятельности, при котором в условиях систематического уменьшения прямого контакта с преподавателем студентами выполняются учебные задания. К таким заданиям относятся контрольные и курсовые работы, рефераты, эссе, доклады, решение творческих задач.

Специфика СРС заключается в том, чтобы студенты самостоятельно получали новые знания.

Главное в стратегической линии организации СРС заключается не в оптимизации ее отдельных видов, а в создании условий высокой активности, самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее в ходе всех видов учебной деятельности.

В стандартах высшего профессионального образования на внеаудиторную работу отводится не менее половины бюджета времени студента – в среднем 27 часов в неделю. Это время и может быть использовано на самостоятельное решение задач. Кроме того, большая часть времени аудиторных занятий, так же включает самостоятельную работу. Вопрос в том, как эффективно использовать это время.

Возможны два основных направления построения учебного процесса на основе СРС.

Первый этап – это увеличение роли самостоятельной работы в процессе аудиторных занятий. Реализация требует от преподавателей

разработки методик и форм организации аудиторных занятий, способных обеспечить высокий уровень самостоятельности студентов и улучшение качества их подготовки.

Второй этап – это повышение активности студентов по всем направлениям самостоятельной работы во внеаудиторное время, что связано с рядом трудностей. В первую очередь это неготовность к нему как большинства студентов, так и преподавателей, причем как в профессиональном, так и в психологическом аспектах. Кроме того, существующее информационно-методическое обеспечение учебного процесса недостаточно для эффективной организации самостоятельной работы.

1.1 Цели, задачи и условия реализации СРС

Основной целью СРС является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

Речь идет о подготовке специалистов, умеющих оперативно решать нестандартные производственные, научные, учебные задачи с максимально значимым эффектом.

В ходе организации СРС решаются следующие задачи:

1. углубление и расширение профессиональных знаний;
2. формирование у них интереса к учебно-познавательной деятельности;
3. овладение студентами приемами процесса познания;
4. развитие самостоятельности, активности, ответственности;
5. развитие познавательных способностей будущих специалистов.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование обще учебных умений и навыков, но и определяется рамками предметной области.

В современной литературе выделяют два уровня самостоятельной работы: управляемая преподавателем СРС и собственно самостоятельная работа.

Первый уровень наиболее значим, так как он предполагает наличие специальных методических указаний, следуя которым студент приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает опыт практической деятельности.

Основная задача организации СРС заключается в создании психолого-педагогических условий развития интеллектуальной инициативы и мышления на занятиях любой формы. В результате самостоятельной работы студент должен научиться осмысленно и самостоятельно работать вначале с учебным материалом, затем с научной информацией, использовать основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы развивать в дальнейшем умение непрерывно повышать свою квалификацию.

Условия, обеспечивающие успешное выполнение СРС:

1. мотивированность учебного задания (для чего, чему способствует);
2. постановка познавательных задач;
3. алгоритм выполнения работы, знание студентом способов ее выполнения;
4. четкое определение форм отчетности, объема работы, сроков ее представления;
5. определение видов консультационной помощи;
6. критерии оценки, отчетности;
7. виды и формы контроля.

Самостоятельная работа включает воспроизводящие творческие процессы в деятельности студента. В зависимости от этого различают три уровня СРС: репродуктивный (тренировочный); реконструктивный; творческий, поисковый.

Самостоятельные тренировочные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем. Познавательная деятельность студента проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. Цель такого рода работ – закрепление знаний, формирование умений, навыков.

В ходе таких самостоятельных реконструктивных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, аннотирование. На этом уровне могут изучаться первоисточники, выполняться рефераты. Цель этого вида работ – научить студентов основам самостоятельного планирования и организации собственного учебного труда.

Самостоятельная творческая работа требует анализа проблемной ситуации, получения новой информации. Студент должен самостоятельно произвести выбор средств и методов решения (учебно-исследовательские задания, курсовые и дипломные работы). Цель – обучение основам творчества, перспективного планирования в соответствии с логикой организации научного исследования.

Для организации и успешного функционирования СРС необходимы:

1. комплексный подход к организации работы (включая все формы аудиторной и внеаудиторной работы);
2. обеспечение контроля над качеством выполнения работы;
3. использование различных форм контроля.

1.2 Этапы СРС

Обязательным условием, обеспечивающим эффективность самостоятельной работы, является соблюдение этапов в ее организации и проведении.

1. первый этап – подготовительный. Он должен включать в себя составление рабочей программы с выделением тем и заданий для самостоятельной работы; подготовку учебно-методических материалов; диагностику уровня подготовленности студентов;

2. второй этап – организационный. На этом этапе определяются цели индивидуальной и групповой работы студентов; устанавливаются сроки и формы представления промежуточных результатов;

3. третий этап – деятельностный. На этом этапе должна обеспечиваться: мотивация индивидуальной и групповой деятельности; проверка промежуточных результатов; организация самоконтроля и самокоррекции; взаимообмен и взаимопроверка в соответствии с выбранной целью;

4. четвертый этап – контрольно-оценочный. Он включает индивидуальные и групповые отчеты и их оценку.

Активная СРС возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

1.3 Формы СРС

При изучении каждой дисциплины организация СРС представляет три взаимосвязанные формы:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Конкретные формы внеаудиторной СРС для студентов технических специальностей могут быть самыми различными, в зависимости от цели, характера, дисциплины, объема часов, определенных учебным планом:

1. подготовка к лекциям, семинарским, практическим и лабораторным занятиям;
2. реферирование статей, отдельных разделов монографий;
3. изучение учебных пособий;
4. изучение сборников документов;
5. изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и семинарские занятия;

6. написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;
7. выполнение исследовательских и творческих заданий;
8. решение курсовой работы;
9. составление библиографии;

Интересной формой СРС для студентов, обучающихся по направлению Электроэнергетика на старших курсах, являются задачи по оперативному управлению и противоаварийные тренировки. Их тематика может быть связана с конкретными профессиональными ситуациями или носить прикладной характер, включать задачи ситуационного моделирования. Цель задач и тренировок – в имитационных условиях дать студенту возможность научиться разрабатывать и принимать решения.

При проведении таких занятий студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами. Предлагаемое решение задачи рецензируется другой группой по круговой системе. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Такая система организации практических занятий позволяет вводить в профессиональные задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

1.4 Технологическая организация СРС

Технологическая цепочка СРС выглядит следующим образом: преподаватель определяет трехуровневые цели деятельности (репродуктивные, реконструктивные и творческие) и формы работы, выстраивает систему мотивации студентов, обеспечивает их учебно-методическими материалами, устанавливает сроки промежуточных отчетов, организует деятельность творческих групп, читает вводную лекцию, проводит консультации, контролирует результаты самокоррекции студентов, оценивает результаты их работы (индивидуальные или групповые).

Если говорить о технологической стороне, то организация СРС может включать в себя следующие составляющие:

1. **Технология отбора целей самостоятельной работы.** Основания отбора целей определяются Государственным образовательным стандартом и конкретизацией целей по курсам, отражающим введение в будущую профессию, профессиональные теории и системы, профессиональные технологии;

2. **Технология отбора содержания СРС.** Основаниями отбора содержания самостоятельной работы являются: Государственный образовательный стандарт, источники самообразования (литература, опыт, самоанализ). При отборе содержания необходимо учитывать специфику дисциплин;

3. **Технология конструирования заданий.** Задания для самостоятельной работы должны соответствовать целям различного уровня, отражать содержание дисциплины;

4. **Технология организации контроля.** Включает тщательный отбор средств контроля, определение этапов, разработку индивидуальных форм контроля.

1.6 Условия обеспечения эффективности СРС

Для эффективности СРС необходимо выполнить ряд условий:

1. **Правильное сочетание объемов аудиторной и самостоятельной работы.** Условие состоит в необходимости оптимального структурирования учебного плана не только в смысле последовательности изучения отдельных курсов, но и разумного соотношения аудиторной и самостоятельной работы.

2. **Методически правильная организация работы студента в аудитории и вне ее.** Важно постепенно изменять отношения между студентом и преподавателем. Если на первых курсах преподавателю принадлежит активная созидательная позиция, а студент – чаще всего ведомый, то по мере продвижения к старшим курсам эта последовательность должна деформироваться в сторону побуждения студента работать самостоятельно, активно стремиться к самообразованию.

3. Обеспечение студента необходимыми методическими материалами. Учитывая экономические условия и возможности полиграфической базы, следует рекомендовать переход на электронные издания материалов преподавателей, что сейчас уже реализуется.

1.6 Значение учебно-методической литературы для СРС

Преследуя цель повышения качества подготовки специалистов, следует наряду с сообщением определенных программных сведений более активно осуществлять управление процессом получения и усвоения знаний студентами, особенно при их самостоятельной работе. Определенный вклад в решение этой задачи должна внести тщательная разработка и внедрение в процесс обучения современных, научно обоснованных учебных и методических пособий, которые по способам представления знаний отходят от традиционного исполнения, характерного для большинства учебной литературы. Вместе с тем учебные пособия должны выполнять не только информационную, но организационно-контролирующую и управляющую функции.

Управляющая функция учебного пособия проявляется в текстовом выделении основных положений учебного материала, в наличии структурно-логических схем, выявляющих взаимосвязь учебных материалов, в обобщающих выводах.

Для повышения эффективности СРС учебные пособия должны также дополняться методическими рекомендациями, выполняющими только руководящую и направляющую роль. В рекомендациях должны определять, в какой последовательности следует изучать материал дисциплины, обращать внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов, помогать отбирать наиболее важные и необходимые сведения из содержания учебного пособия, а также давать объяснения вопросам программы, которые обычно вызывают наибольшие затруднения и приводят к ошибкам. Организационно-контролирующая функция учебного пособия проявляется

при переходе к активным формам обучения, способствующим развитию у обучающихся навыков самостоятельной работы.

Одним из методов активизации учебной деятельности может служить создание проблемной ситуации. Проблемные ситуации ставят обучающегося перед необходимостью выбора в процессе принятия решения, что формирует не только его волю, но и мышление.

Постановка обучающегося перед необходимостью выбора и принятия решения может быть реализована с помощью учебных пособий управляющего типа, в которых создаются условия для самоконтроля и самокоррекции в процессе самостоятельного изучения материала. Такого рода пособие состоит из трех частей. Первая включает информационный текст, составленный на основании программы учебной дисциплины, изучая которую, студент получает возможность определить объем необходимого для усвоения материала. Осуществление самоконтроля начинается со второй части пособия, содержащей вопросы по информационному тексту и выборочные ответы к ним, которые студент должен подвергнуть анализу. Перед вопросом приводится информация, концентрирующая внимание на определенной части ранее изученного материала, из которой последовательно вытекает поставленный вопрос. Работа со второй частью не предполагает усвоения новых знаний, но позволяет студенту корректировать ранее полученные знания в соответствии с теми, которыми он овладел в ходе изучения информационного текста, представленного в первой части. Выбрав и проанализировав ответ, студент обращается за подтверждением к третьей части пособия – консультациям-комментариям к предложенным ответам на поставленные в предыдущей части вопросы. Консультации построены так, что в случае подтверждения достоверности ответа они развивают далее предложенную мысль, в случае же ошибочности помогают найти верный путь и определить неточность. Самоконтроль с помощью консультаций дает возможность осмыслить ошибку и самостоятельно ее устранить.

Указанные материалы не исполняют роль теста для контроля знаний, так как предназначены для активизации познавательного процесса. Принимая решения и отбрасывая неверные ответы, студент встречается с необходимостью не просто усваивать информацию, а анализировать ее, исключая несущественное, делать выводы и, таким образом, подходить к верному ответу на поставленный вопрос. Студент включается в активный познавательный процесс, сопровождающийся формированием приемов самостоятельной умственной деятельности.

1.7 Сведения о дисциплине магистерской подготовки «Оперативное управление в электроэнергетике»

Дисциплина «Оперативное управление» преподается в третьем семестре магистерской подготовки студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», специализации «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность».

Основными целями дисциплины являются: приобретение знаний, навыков и умений по оперативному управлению объектами электроэнергетики; формирование у студентов теоретической базы, касающейся нормативно-технической документации, существующей в области оперативно-диспетчерского управления; изучение методов и средств регулирования нормальных режимов, а так же предупреждения и ликвидации аварийных режимов в энергосистемах и электрических сетях.

Все виды учебной деятельности по дисциплине делятся на лекции, практические занятия, лабораторные занятия и СРС.

В таблице 1.1 представлен временной ресурс по видам деятельности. На самостоятельную работу студенту отводится почти 60% всего времени.

Таблица 1.1 – Временной ресурс по видам деятельности

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Лекционный курс состоит из трех разделов:

Структура, задачи и функции оперативного управления;

Управление режимами энергосистем;

Оперативные переключения в электрических сетях.

Студентам предлагается выполнить лабораторные работы:

1. Ликвидация аварийной ситуации в Морозовской энергосистеме;
2. Вывод в ремонт трёхобмоточного трансформатора;
3. Вывод в ремонт выключателя ВЛ 220 кВ;
4. Вывод в ремонт ВЛ 110 кВ;
5. Аварийное отключение линии ВЛ 110 кВ;
6. Аварийное отключение автотрансформатора.

Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. текущая;

2. творческая проблемно- ориентированная.

Текущая самостоятельная работа,направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает: работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию; опережающую самостоятельную работу; изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; подготовку к лабораторным работам; изучение нормативно-технической документации; подготовку к экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа предусматривает:исследовательскую работу; поиск, анализ, структурирование и презентацию информации; углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ, поэтому разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению для самостоятельного решения является актуальной.

Для лучшего понимания и усвоения предлагаются задачи по оперативно-диспетчерскому управлению, связанные с темами предлагаемых лабораторных работ и представленные в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Корреляция лабораторных работ и задач для самостоятельного решения

Существующая лабораторная работа	Задача для самостоятельного решения
Вывод в ремонт трёхобмоточного трансформатора	1. Вывод в ремонт секции шин 10кВ; 2. Вывод в ремонт трансформатора 110/10 кВ.
Вывод в ремонт выключателя ВЛ 220 кВ	Вывод в ремонт выключателя 110 кВ

Закрепить основы дисциплины предлагается путем проведения противоаварийной тренировки, в которой, помимо обычного решения задач по оперативно-диспетчерскому управлению, основной уклон делается на

ликвидацию аварийной ситуации, возникшей при производстве переключений на подстанции.

РАЗДЕЛ 2 ОБЗОР ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ, РАЗРАБОТКИ И САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ

Предприятия электроэнергетики имеют собственные: опыт, программно-аппаратное обеспечение и методологию тренинга персонала, которые можно переложить на сферу подготовки студентов-электроэнергетиков, так как многие направления тренировок согласуются с требованиями государственного стандарта в части компетенций, знаний, умений и навыков.

В частности, для тренировки диспетчеров предприятий электрических сетей энергосистем применяются как специализированные, так и многофункциональные компьютерные тренажёры, обеспечивающие освоение следующих профессиональных навыков:

1. производство оперативных переключений на электростанциях и подстанциях;
2. ведение нормального режима энергосистем и энергообъединений с поддержанием установленных значений частоты, напряжений, перетоков мощностей;
3. анализ аварийных ситуаций и принятие решений по предотвращению развития аварии и восстановлению нормального режима работы энергосистем [2].

К настоящему времени созданы как специализированные, так и многофункциональные компьютерные тренажеры, которые можно использовать и в качестве тренажеров оперативных переключений (ТОП), и в качестве режимных тренажеров (РТ). Среди них наиболее известны:

1. Тренажер оперативных переключений «Модус»;
2. Учебно-тренажерный комплекс «КАСКАД»;
3. Компьютерная тренажерная система TWR 12;
4. Автоматизированная система моделирования SimPort;

5. Универсальный режимный тренажер диспетчера «Финист».

Тренажер оперативных переключений «Модус» [3]. На сегодняшний день является самым известным ТОП, который предназначен для обучения персонала энергетических объектов порядку проведения оперативных переключений. Тренажер можно использовать для самоподготовки, аттестации персонала различного уровня, для проведения соревнований оперативного персонала, подготовки к проведению сложных переключений, на собеседовании при приеме на работу [4]. Тренинг проводится с использованием компьютерных моделей (макетов) энергообъектов.

Тренажер позволяет моделировать энергообъекты различного уровня – от городских и распределительных сетей до электростанций. Пользователями тренажера могут быть:

1. Диспетчер ЦДУ, РРС, ОДУ, РДУ, МЭС, МРСК;
2. Дежурный подстанции, электромонтер ОВБ;
3. Сотрудники электроцеха электрической станции;
4. Диспетчер распределительной и городской сети;
5. Сотрудники энергетических служб промышленных предприятий.

Цель тренинга состоит в том, чтобы обучаемый научился уверенно воспроизводить определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы и в аварийной ситуации.

Как правило, при проведении тренировок используется «свободный» режим, когда обучаемый выполняет действия с макетом без ограничения свободы, за исключением блокировок со стороны программы.

При ошибочных действиях обучаемого, приводящих к аварийной ситуации, вступает в действие модель релейной защиты и автоматики (РЗА). В тренажере она позволяет воспроизводить реакцию макета на аварийную ситуацию (работу защит, приводящую к отключениям), что позволяет продолжать тренировку после создания аварийной ситуации с целью выхода из нее. Второй функцией этой модели является

воспроизведение последствий работы защит при моделировании аварийной ситуации (в противоаварийной тренировке). Для указания аварии достаточно показать место на схеме и тип неисправности. Модель защиты формируется автоматически на основе анализа топологии схемы энергообъекта. При этом создаются списки узлов защит схемы (соответствующих энергообъектам — подстанциям на схеме сети), зон защит и взаимных блокировок [5].

Учебно-тренажерный комплекс «КАСКАД» [3].

Многофункциональный тренажер-советчик диспетчера энергосистемы КАСКАД предназначен для использования в качестве режимного тренажера при подготовке эксплуатационного персонала энергосистем в отраслевых учебно-тренировочных центрах и в качестве советчика диспетчера энергосистемы в его производственной деятельности. Комплекс КАСКАД позволяет решать широкий круг задач от расчета установившихся и переходных режимов в электроэнергетических системах (ЭЭС) до обучения и тренировки оперативно-диспетчерского персонала. Оценка параметров ЭЭС как объектов управления, вычисление потерь в сетях и затрат по управлению нормальными, утяжеленными и послеаварийными режимами – все эти задачи могут быть решены с использованием комплекса КАСКАД.

Комплекс КАСКАД предназначен для широкого круга специалистов по оперативно-диспетчерскому управлению ЭЭС, режимных служб, и служб релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗ и ПА). В качестве РТ комплекс КАСКАД предусматривает:

1. имитацию текущего режима энергосистемы и динамики его развития (изменения) для решения целого класса задач по управлению режимом, как на самом РТ, так и на других тренажерах (оперативных переключений и оптимального ведения электрических режимов);
2. использование комплекса в качестве автоматизированной обучающей системы по анализу нормальных, утяжеленных, аварийных и послеаварийных режимов;

3. обучение диспетчерского персонала с помощью РТ практическим навыкам использования в эксплуатации его программного аналога в качестве советчика диспетчера по анализу надежности режимов энергосистемы.

Комплексные характеристики систем КАСКАД позволяют реализовать следующие режимы:

1. расчет потерь в сетях всех уровней напряжений;
2. расчет установившихся режимов и переходных процессов в модели ЭЭС;
3. выполнение коммутаций в моделях верхнего и нижнего уровней в режиме реального времени;
4. функционирование комплекса как режимного тренажера диспетчера ЭЭС;
5. функционирование комплекса как тренажера оперативных переключений;
6. выполнение функций автоматизированной обучающей системы;
7. функции советчика диспетчера ЭЭС по надежности ведения режима;
8. функции анализа структуры и объемов потерь в сетях разных классов напряжения;
9. функции имитатора ЭЭС при настройке оперативно-измерительного комплекса на объект.

Комплекс КАСКАД может работать в сетевой версии. В этом случае один из компьютеров сети выполняет моделирование ЭЭС, а остальные являются автоматизированными рабочими местами (АРМ) обучаемых, инструктора и специалиста по режиму ЭЭС.

Комплекс КАСКАД снабжен автоматизированной обучающей системой. Её ядром служит гипертекстовая система, которая позволяет создавать электронные аналоги книг и учебных пособий. Эта система формирует обучающие курсы и сценарии прохождения этих курсов в зависимости от уровня подготовки, периодичности обучения.

Компьютерная тренажерная система TWR 12 разработки ЗАО "Энергетические технологии" [3].

Компьютерная тренажерная система TWR 12, созданная на основе технологий экспертных систем и систем искусственного интеллекта, позволяет создавать и проводить типовые противоаварийные тренировки по оперативным переключениям на энергопредприятиях всех уровней, включая ЦДУ и электростанции. TWR-12 позволяет:

1. создавать и печатать цветные мнемосхемы любых размеров;
2. легко создавать и сопровождать типовые и противоаварийные тренировки с учетом любых операций, включая РЗА, в режимах обучения, обучения с рейтингом и в режиме экзамена. Во всех режимах пользователь может выполнять любые переключения и сопровождающие их операции, при условии, что они не противоречат правилам техники безопасности и требованиям типовых инструкций. Контроль выполняется на основе внутренней базы знаний TWR 12;
3. автоматически создавать бланки переключений;
4. проводить обучение персонала без создания тренировок - только на основе заложенных в систему баз знаний функционирования РЗА и типовых инструкций по переключениям;
5. сопровождать все операции звуковыми и видео эффектами. Пользователь видит и слышит, как происходит переключение аппаратов и их разрушение;
6. присоединять к схеме базу данных по оборудованию.

Автоматизированная система моделирования SimPort. Разработчик Российский Научный Центр "Курчатовский Институт" [3].

SimPort является программной реализацией технологии АИС для ОС Windows NT и охватывает практически полный круг задач по разработке и эксплуатации тренажеров, моделирующих комплексов и других имитирующих и обучающих систем. Он существенно отличается от других программных комплексов подобного назначения полнотой и

проработанностью предлагаемых решений, завершенностью всех его компонент и реально воплощенной ориентацией на потребности и удобство пользователей всех уровней от разработчиков программных кодов до конечного пользователя (инструктора, обучаемого или исследователя).

Можно отметить наиболее перспективные для разработчиков тренажеров особенности SimPort, в частности:

1. единая база данных проекта, одновременно доступная всем пользователям;
2. средства поддержки коллективной работы над проектом;
3. современный многооконный графический интерфейс;
4. средства реализации нестандартных моделей оборудования и процессов;
5. средства отладки моделей;
6. средства оперативного и дружественного доступа к любой информации проекта;
7. средства поддержки тренажерных функций, унифицированного рабочего места инструктора;
8. средства защиты от несанкционированного доступа и искажения.

Программное обеспечение SimPort базируется на современной клиент-сервер архитектуре. Серверы, используя межпрограммный механизм сообщений фирмы Microsoft, обеспечивают доступ клиентских программ к различного рода сервисам. Программы клиентов и серверов могут функционировать как в пределах одного компьютера, так и отдельно на различных компьютерах, объединенных локальной сетью.

Универсальный режимный тренажер диспетчера «Финист».
Разработчик - Главный Вычислительный Центр Энергетики.

Комплекс программ режимного тренажера диспетчера энергосистемы на базе ПЭВМ предназначен для проведения противоаварийных тренировочных учений оперативного персонала диспетчерских пунктов (ДП) объединений энергосистем, ЭЭС и предприятий электрических сетей.

Тренажер реализован на базе локальной сети ПЭВМ и включает рабочее место инструктора (ведущего тренировку) и несколько рабочих мест обучаемых (тренируемых).

Программный комплекс режимного тренажера включает в себя интерфейс диспетчера, интерфейс инструктора, модель энергосистемы, модель диспетчерского пункта.

Интерфейс диспетчера предназначен для отображения оперативного состояния энергосистемы в процессе тренировки оперативного персонала. В тренажер включены средства для организации обмена информацией со стандартным оперативно-информационным комплексом диспетчерского пункта, поэтому в качестве интерфейса диспетчера могут использоваться стандартные средства отображения данных, подключенные к оперативно-измерительному комплексу (ОИК). В отсутствие учебного ОИК на рабочих местах обучаемого в локальной сети ПЭВМ реализуются функции ОИК: отображение таблиц, диаграмм, коммутационных схем энергообъектов с текущими режимными параметрами и состоянием коммутационной аппаратуры моделируемой ситуации.

Интерфейс инструктора предназначен для управления имитационной моделью ЭЭС по ходу сеанса тренировки, внесения коммутационных изменений в схемы подстанций, изменения режима ЭЭС путем регулирования напряжения, загрузки/разгрузки блоков электростанций, переключения отпаяк РПН. Инструктор руководит ходом тренировочного занятия и играет роль подчиненного оперативного персонала, исполняя команды диспетчеров путем воздействия на имитационную модель ЭЭС через свой интерфейс.

Модель энергосистемы представлена двумя уровнями: коммутационной моделью и режимной динамической моделью ЭЭС.

Коммутационная модель ЭЭС включает коммутационную схему электрической части энергосистемы и алгоритм топологического анализа и формирования расчетной схемы замещения. Коммутационная схема

описывает нормальную схему ЭЭС в терминах оперативно - диспетчерского управления и включает в себя районные энергосистемы, подстанции, системы шин, выключатели, разъединители, линии электропередачи, автотрансформаторы, генераторы, реакторы, батареи конденсаторов, а также электрические параметры элементов, входящих в схему замещения. Алгоритм топологического анализа формирует расчетную схему замещения ЭЭС, исходя из текущего состояния коммутационных аппаратов распределительных устройств станций и подстанций.

Режимная модель ЭЭС выполняет расчет полного электрического режима с определением напряжений в узлах, частоты, перетоков активной и реактивной мощностей по элементам сети, загрузку блоков электростанций. Расчет режима выполняется с использованием оригинального алгоритма расчетов длительной динамики в ЭЭС, что позволяет моделировать режимы с неноминальной частотой и напряжением, разделение ЭЭС на части и другие аварийные ситуации. В модели ЭЭС может задаваться работа системной и противоаварийной автоматики. До начала тренировки можно задать автоматически выполняемый сценарий тренировочного занятия (например, развитие аварийной ситуации). Модель диспетчерского пункта позволяет задействовать в тренировочном занятии средства отображения оперативной информации, используемые диспетчерами в обычном режиме работы. Это диспетчерские пульта, щиты, различные аварийные табло.

На основании рекомендаций педагогического коллектива кафедры электрических сетей и электротехники Томского политехнического университета при создании задач самостоятельного решения по оперативно-диспетчерскому управлению лучше всего использовать тренажер оперативных переключений «Модус», достоинствами которого являются:

1. Наличие бесплатной версии «Модус» для образовательных учреждений;
2. Понятный и простой интерфейс;

3. Наличие всех необходимых компонентов в бесплатной версии для создания задач по оперативно-диспетчерскому управлению любой сложности;
4. Наличие протокола оценивания выполненных задач;
5. Режим подсказки по следующему ожидаемому действию;
6. Режим «автопилот» в тренировочном режиме; в котором тренажёр указывает на элемент, с которым необходимо произвести следующее действие на схеме.

2.1 Использование тренажера «Модус» для самостоятельного решения задач по оперативному управлению

В тренажере «Модус» (далее – тренажер) использован ряд моделей, позволяющих свободно выполнять задания. Это означает, что для проведения тренировок наличие заранее подготовленного сценария не обязательно. Работа по настройке макета, выполненная однажды, используется во всех тренировочных заданиях [6].

2.1.1 Технологии моделирования и макетирования объектов электроэнергетики

Для облегчения создания и повышения качества проведения тренировок на основе схемы создается упрощенная модель режима сети. Она основана на топологической структуре, строящейся на этапе подготовки схемы в графическом редакторе и данных о положении коммутационных аппаратов.

При построении модели определяются электрические узлы и их текущее состояние – наличие напряжения. Количественных вычислений не производится. Схема представляется в виде набора цепей и узлов, связанных между собой силовыми элементами. Режим автоматически переопределяется при изменении положения любого коммутационного аппарата.

На основании модели режима могут быть определены следующие данные:

1. Уникальный номер электрического узла (узлов), к которому присоединен элемент схемы;
2. Уникальный номер электрической цепи, содержащей элемент схемы;
3. Наличие или отсутствие тока в коммутационном аппарате;
4. Режим узла (цепи) – состояние конкретной точки схемы.

Данные могут иметь значения, приведенные в таблице - 2.1.

Таблица 2.1 – Значения данных

Данное	Значение
Отключено	“висящий” узел (цепь), не имеющий подключенной нагрузки, заземления или генерации.
Заземлено	узел (цепь) заземлен.
Нагрузка	к узлу (цепи) подключены потребители.
Источник	к узлу (цепи) подключен источник питания.
Остановленны й генератор	к узлу (цепи) подключен генератор, обозначенный на схеме, как отключенный.
Под напряжением	к узлу (цепи) подключен источник питания и нагрузка
КЗ на землю	одновременное подключение к узлу (цепи) источника питания и заземления.
КЗ на генератор	одновременное подключение к узлу (цепи) источника питания и отключенного генератора.

Начиная с версии 5.0 тренажера, коммутационная модель может строиться по нескольким страницам схемы, для которых указаны топологические связи.

Данные коммутационной модели используются для экспресс-анализа схемы. На ее основе становится возможным отображение обесточенных, заземленных и т.п. участков схемы, как показано на **рис. 1.**

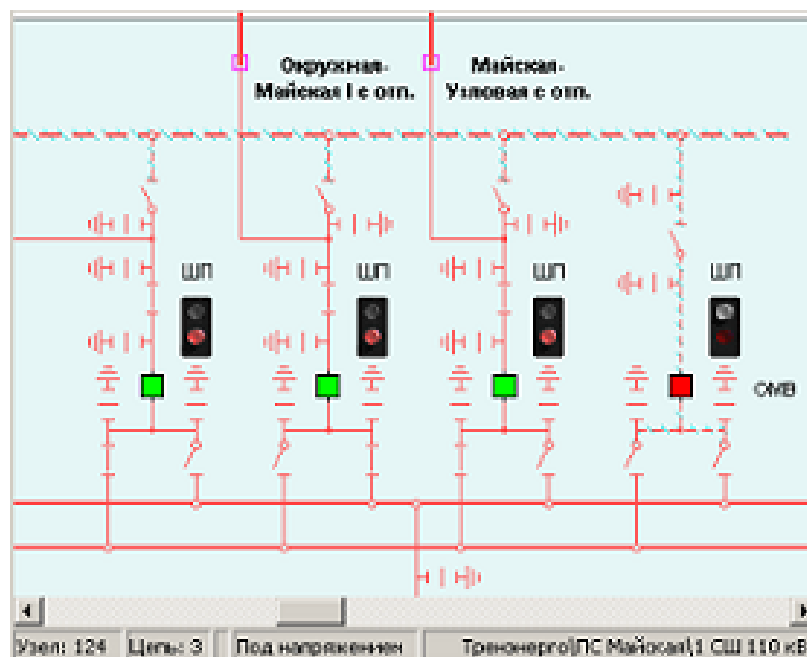


Рисунок 1 – Отображение обесточенных участков схемы

2.1.2 Учет общих правил переключений

При переключениях в тренажере производится автоматическая проверка допустимости разовых операций с КА. Разовой считается любая операция, приводящая к изменению текущего положения выключателя, разъединителя, заземляющего ножа. Проверка правил базируется на знании вида КА, типа операции, а также режимов сети до и после переключения.

На основе правил переключения выявляются виды нарушений:

1. Приводящие к аварийным ситуациям;
2. Потенциально приводящие к аварийным ситуациям;
3. Противоречащие правилам переключений в электроустановках или местным инструкциям.

Для всех КА проверяются основные нарушения режима, приведенные в таблицу 2.2 (список неполный).

Таблица 2.2 - Основные нарушения режима

Нарушение	Характеристика
КЗ на землю	напряжение подано на заземленный участок схемы, или заземление установлено под напряжением.
КЗ на генератор	повреждение остановленного генератора включением обмотки статора под напряжение.
Отключение потребителей	обесточивание участка схемы, содержащего потребителей.

Для разъединителей дополнительно проверяется: повреждение разъединителя – переключение под током нагрузки при учете возможности шунтирования цепью с нулевым сопротивлением; отключение холостого хода трансформатора – снятие возбуждения силового трансформатора отключением разъединителя; расширение зоны заземления – увеличение заземленного участка схемы, не приводящее к КЗ.

Для выкатных выключателей проверяется также допустимость перемещения тележки.

На рисунке 2 приведен набор правил для разъединителя.

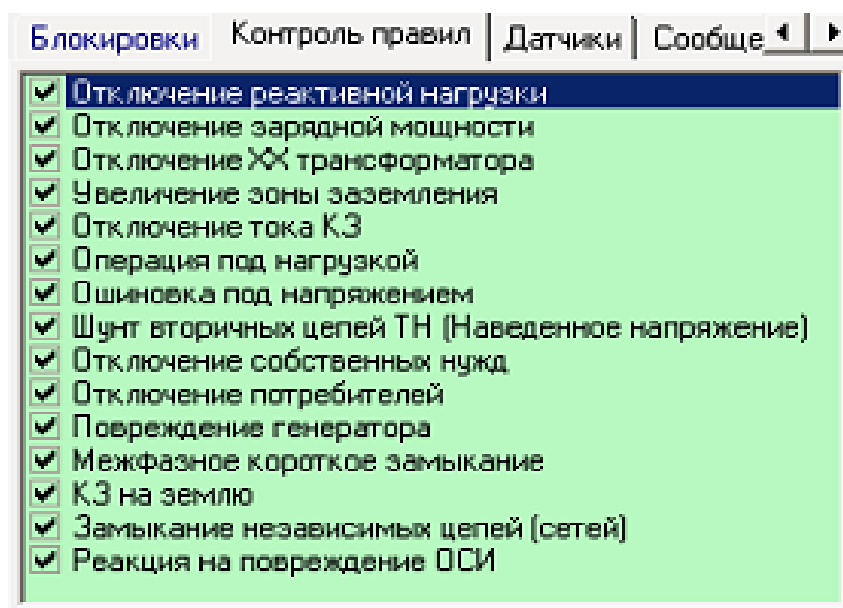


Рисунок 2 – Набор правил, определенных для разъединителя

Проверка любого правила для конкретного коммутационного аппарата на схеме может быть отменена, что позволяет учесть особенности конструкции и схемы.

2.1.3 Система управления и контроля

В тренажере имеется настраиваемая система дистанционного контроля и управления. Она позволяет преобразовать действие пользователя на один элемент в изменение состояния другого элемента, например, переключение КА с ключа управления. Кроме того, система дает возможность отображения состояния объекта, включая режим сети, с помощью различных индикаторов и приборов. С ее помощью задается модель поведения объекта (макета), работающая независимо от выполняемого сценария (рис. 3).

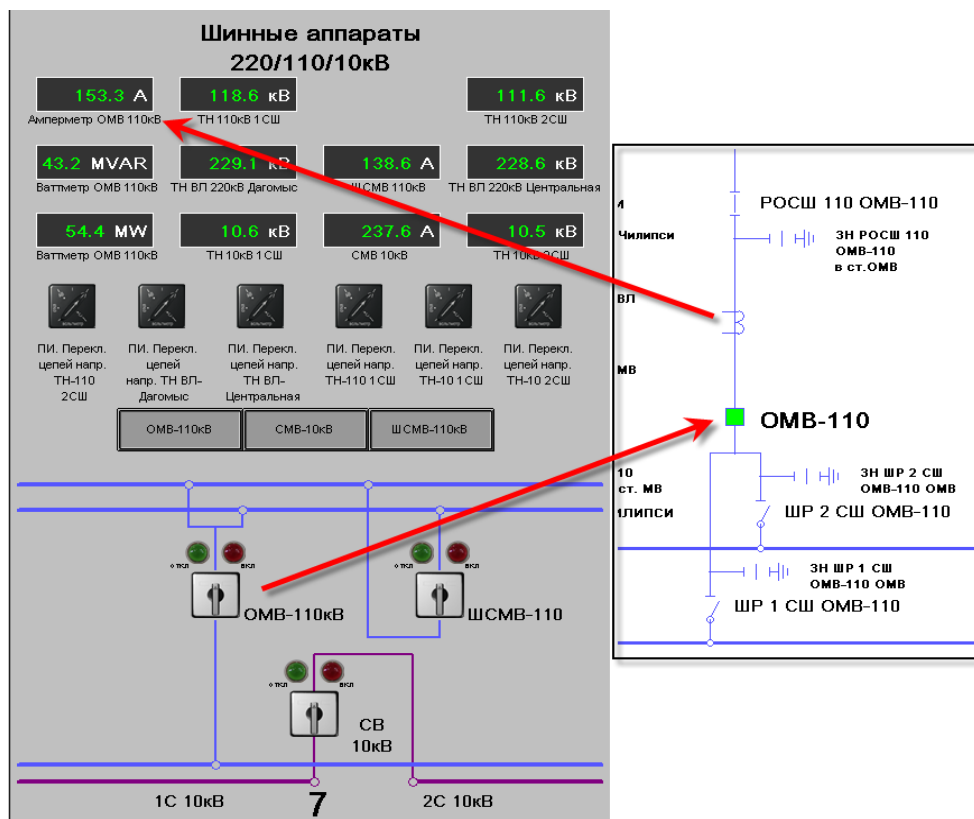


Рисунок 3 – Связь первичной схемы с макетом щита с использованием системы управления и контроля

Работая в связке с коммутационной моделью, система управления и контроля позволяет реализовать следующие основные операции:

1. Дистанционное управление коммутационными аппаратами на схеме присоединений от ключей управления на модели щита с контролем успешности;
2. Однократное повторное включение выключателя без выдержки времени с учетом положения накладки АПВ и индикацией;
3. Отключение выключателя после включения на короткое замыкание с учетом положения накладки РЗ и индикацией;
4. Отключение КА от шин управления с помощью автоматов оперативного тока;
5. Согласование наличия показаний на контрольных приборах с параметрами модели режима сети;
6. Управление АРНТ трансформаторов с изменением показаний контрольных приборов;
7. Изменение показаний вольтметра при переключении схемы измерений.

2.1.4 Модель блокировок

Модель блокировок состоит из простых и взаимных блокировок.

Взаимные блокировки позволяют отслеживать блокировки (электромагнитную или механическую) между несколькими элементами схемы – разъединителями от состояния выключателей, заземляющими ножами от положения разъединителей. Отношения взаимной блокировки на схеме строятся автоматически, на основе топологического анализа схемы и создания типовой конфигурации встречающихся на практике блокировок (рис. 4).

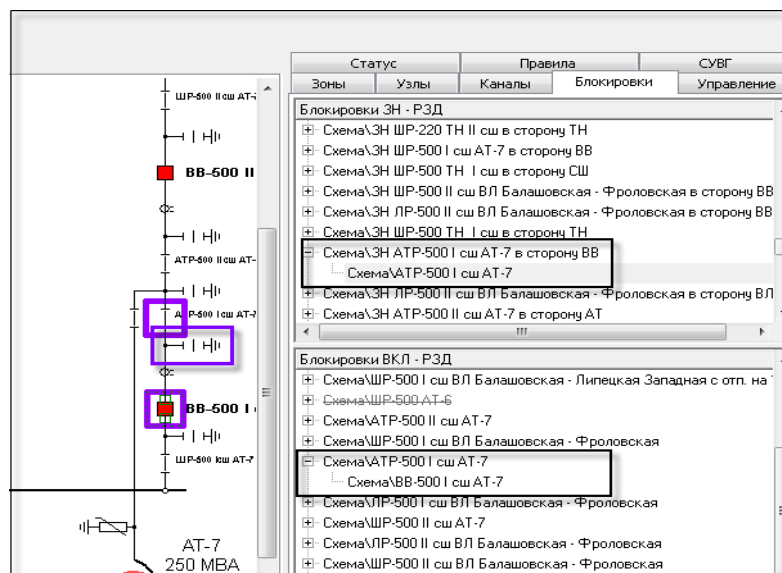


Рисунок 4 – Структура модели взаимных блокировок

С помощью простых блокировок моделируются следующие блокирующие действия: запрет включения; отказ переключения; отказ привода; запрет переключения.

2.2 Выводы по разделу 2

Качественное обучение и постоянное поддержание квалификации и готовности персонала приобретают особую важность. Компьютерный тренажёр позволяет не только сформировать моторно-рефлекторные навыки действий в сложных ситуациях, но и наглядно показать физическую сущность протекающих в электрооборудовании процессов, их взаимную зависимость [7]. Тренажёр позволяет вести базу данных по обучаемым – локальную или сетевую и архив результатов тренировок с возможностью вывода и распечатки протокола по каждой из них. Имеется сетевой вариант, позволяющий наблюдать с рабочего места инструктора за тренировками в тренажёрном классе, вмешиваться в их ход и проводить коллективные тренировки в связанной сети.

РАЗДЕЛ 3 ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ПО ОПЕРАТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Круглосуточно каждый диспетчерский центр ведет контроль над своей зоной оперативной ответственности, в процессе которого персоналу приходится решать разные задачи по оперативному управлению [8-11]. Перед диспетчером всегда стоит определенная задача: плановый вывод оборудования в ремонт, или ликвидация стихийных бедствий, которые привели к аварийным отключениям оборудования, поэтому для подготовки персонала, задействованного в производстве переключений, в определенной мере важна подготовка к таким событиям, чтобы четко и ясно представлять свои действия в зависимости от ситуаций. Для этого стоит отрабатывать свои действия в виде решения задач по оперативному управлению.

3.1 Общие сведения о проведении оперативных переключений

Проведение оперативных переключений – это одна из основных обязанностей оперативного персонала [8-11]. Переключения производятся с целью изменения схемы электроустановки или состояния оборудования.

Рассмотрим основные правила и рекомендации по производству оперативных переключений в электроустановках.

Оперативные переключения в электроустановках бывают аварийными и плановыми. Аварийные переключения производятся при возникновении аварийной ситуации в электроустановке. Плановые – это переключения, осуществляемые на оборудовании для проведения плановых ремонтов или в режимных целях.

При проведении плановых переключений на предприятии разрабатываются и утверждаются графики проведения ремонтов оборудования. В соответствии с этими графиками, в установленные сроки подаются заявки на вывод оборудования в ремонт. Далее производится согласование заявок с руководством, а также со смежными предприятиями и потребителями.

Оперативный персонал, обслуживающий электроустановку, в которой планируется проведение плановых ремонтов, заблаговременно, до начала работ, составляет бланки переключений. Бланк переключений – это основной документ, которым руководствуются при производстве переключений в электроустановках. В бланке переключений указываются все необходимые операции с оборудованием, которые необходимо произвести для обеспечения мер безопасности при выполнении плановых работ в электроустановке. Все операции в бланке переключений указываются в том порядке, в котором они должны быть выполнены.

На производство сложных переключений, например, вывод в ремонт системы или секции шин, силового трансформатора, трансформатора напряжения составляются типовые бланки переключений. Это необходимо для того, чтобы упростить процесс подготовки бланков переключений оперативным персоналом, а также для исключения ошибок при их составлении. Перед тем, как приступить к составлению бланка переключений, оперативный работник должен ясно представить себе цель предстоящих переключений и правильно определить их последовательность.

Приведем пример последовательности выполнения операций по выводу в ремонт силового трансформатора:

1. Операции с устройством РПН при необходимости регулировки напряжения на трансформаторе, на который планируется перевод нагрузки выводимого в ремонт трансформатора;
2. Разгрузка силового трансформатора – перевод нагрузки на другой трансформатор, находящийся в работе;
3. Разбор схемы – отключение разъединителей, отделителей со всех сторон, с которых может быть подано напряжение;
4. Исключение, при необходимости, цепей защит трансформатора, в том числе цепей дифференциальной защиты шин;

5. Заземление трансформатора – включение стационарных заземляющих ножей, установка заземлений со всех сторон, с которых возможна подача напряжения;

Следует отметить, что в бланк переключений, помимо основных операций с оборудованием и переключающими устройствами, необходимо включить проверочные операции. Приведем несколько основных проверочных операций, которые необходимо выполнять при производстве оперативных переключений. Перед отключением разъединителя необходимо проверить отключенное положение выключателя данного присоединения с целью предотвращения выполнения операций с разъединителем под нагрузкой. Кроме того, перед выполнением коммутационной операции необходимо проверять целостность опорной и тяговой изоляции разъединителей. Очень часто неудовлетворительное состояние изоляции разъединителей приводит к несчастным случаям.

Аналогично, перед тем, как выкатить, или вкатить тележку КРУ, необходимо проверять отключенное положение выключателя ячейки, а также принимать меры, которые исключат ошибочное или самопроизвольное включение выключателя.

При дистанционном отключении/включении выключателя необходимо проверять его отключенное/включенное положение по сигнальным лампам и показаниям приборов (амперметров). Бывают случаи, когда сигнальная лампа показывает включенное положение, а фактически выключатель отключен. Если это, например, секционный выключатель, то дальнейшее отключение вводного выключателя секции приведет к обесточиванию секции, так как секционный выключатель изначально не был включен. Поэтому необходимо проверять включенное/отключенное положение выключателей, как по сигнальным лампам, так и по наличию/отсутствию нагрузки.

Перед установкой заземления на участке оборудования необходимо убедиться в отключенном положении разъединителей, отделителей,

выкатных тележек со всех сторон, с которых может быть подано напряжение. Непосредственно перед установкой заземления осуществляется проверка отсутствия напряжения на тех токоведущих частях, на которые будут включаться заземляющие ножи или устанавливаться переносные защитные заземления.

После полного окончания работ, при необходимости разземления и включения в работу выведенного в ремонт оборудования, необходимо в обязательном порядке проверять готовность оборудования к вводу в работу, в частности отсутствие закороток и заземлений. Включение оборудования на заземление или на короткую приводит к несчастным случаям и возникновению аварийной ситуации.

При необходимости перефиксации присоединения с одной системы шин на другую необходимо проверить включенное положение шиносоединительного выключателя и его разъединителей от систем шин. В противном случае, то есть если отключен ШСВ, разрыв развилки шинных разъединителей будет осуществляться под нагрузкой, что недопустимо.

Перед вводом в работу ДЗШ после выполнения операций на оборудовании и с переключающими устройствами, необходимо проверить дифференциальный ток ДЗШ. Ввод в работу ДЗШ при значении дифференциального тока больше максимально допустимого, приведет к ложному срабатыванию защиты и обесточиванию системы (систем) шин.

При выводе в ремонт ТН, а также трансформаторов, питающих низковольтные щиты, необходимо удостовериться в отсутствии возможности подачи напряжения по вторичной обмотке. Объединение вторичных обмоток выводимого в ремонт трансформатора и трансформатора, находящегося в работе, приводит к обратной трансформации и возникновению на выводах первичной обмотки высокого напряжения, которое является потенциально опасным для персонала, осуществляющего работу на выведенном в ремонт оборудовании.

Следовательно, необходимо обеспечить видимый разрыв не только первичных цепей, но и вторичных цепей. Например, при выводе в ремонт ТН видимый разрыв обеспечивается путем снятия крышек испытательных блоков, а при их отсутствии отсоединением и закорачиванием вторичных обмоток.

Кроме выполняемых операций, в бланке переключений указывается исходное состояние схемы подстанции и конкретно участка сети, где производятся переключения, а также время начала и окончания переключений.

При необходимости выполнения операций на подстанциях смежных сетей, например, вывод АПВ на другом конце линии, снятие нагрузки и разбор схемы со стороны потребителя, необходимо включить в бланк переключения соответствующий пункт.

Например, перед заземлением линии записать пункт: «получить подтверждение от дежурного диспетчера об отключении линии со стороны потребителя и возможности установки заземления».

Вышеприведенные правила могут отличаться или дополняться в соответствии с особенностями той или иной электроустановки. На каждом энергетическом предприятии есть соответствующие инструкции и правила относительно производства оперативных переключений.

Для упрощения составления бланков переключений, а также для предотвращения оперативных ошибок, помимо типовых бланков переключений, составляются ремонтные схемы, в которых приводится последовательность действий при выводе в ремонт того или иного участка электрической сети.

После того, как бланк переключений составлен, его необходимо проверить. Если переключения выполняются с контролирующим лицом, то бланк переключения проверяется дополнительно контролирующим лицом.

Если переключения простые и могут выполняться оперативным работником единолично, то проверку бланка выполняет диспетчер, который

отдает команду на производство переключений. Перечень простых и сложных переключений составляется и утверждается руководством предприятия.

Кроме вышеизложенного, следует отметить несколько практических рекомендаций, которых следует придерживаться во время выполнения оперативных переключений:

- переключения следует выполнять при достаточной освещенности;
- во время выполнения оперативных переключений нельзя вести посторонние разговоры, в том числе отвлекаться на телефонные звонки;
- прежде чем выполнить операцию с коммутационным аппаратом необходимо убедиться в правильности выбранного присоединения и элемента оборудования;
- если возникают сомнения относительно правильности выполнения той или иной операции, то необходимо немедленно прекратить переключения, доложить об этом вышестоящему оперативному персоналу (диспетчеру);
- при отказе электромагнитной блокировки необходимо в первую очередь убедиться в том, что операция выполняется действительно правильно и соблюдены все необходимые условия для выполнения данной операции. Нельзя делать поспешных выводов о неисправности электромагнитной блокировки;
- запрещается изменять порядок выполнения операций, определенный бланком переключений;
- во время выполнения оперативных переключений следует использовать необходимые средства защиты, а также соблюдать правила безопасной эксплуатации электроустановок.

Все изменения в схеме оборудования подстанции фиксируются вручную на схеме-макете (мнемосхеме). Если на подстанции установлена система SCADA, то изображенная на ней схема приводится в соответствие текущей схеме автоматически. Если по той или иной причине положение

коммутационных аппаратов на схеме системы SCADA не изменяется автоматически, его нужно установить вручную в соответствии с фактическим состоянием оборудования. То же самое касается переносных заземлений, установленное положение которых на схеме SCADA автоматически не отображается.

3.2 Проведение оперативных переключений в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации в электроустановке оперативный персонал должен незамедлительно приступить к выполнению оперативных переключений для восстановления нормальной схемы или исключения возможности повреждения оборудования и опасности людей.

В аварийных ситуациях оперативный персонал выполняет переключения без бланков переключений, записывая все выполненные операции в оперативный журнал пооперационно.

Допускается в период ликвидации аварии производить записи на черновик, а после того, как авария будет ликвидирована, необходимо записать все выполненные операции в строгой хронологической последовательности в оперативный журнал. Если при аварии необходимо выполнить сложные переключения, то оперативный персонал может использовать для этой цели типовые бланки.

Данные меры направлены на ускорение ликвидации аварийной ситуации, но это не значит, что нужно действовать поспешно. В случае возникновения аварийной ситуации очень важно правильно составить общую картину происшедшего, трезво оценить ситуацию и действовать не торопясь, осмотрительно.

3.3 Темы и описание задач

Задача 1. На ПС 110/35/10 Екатериненка (Приложение А) вывести в ремонт первую секцию шин 10 кВ в ремонт. ПС Екатериненка является транзитной. Питание ПС осуществляется по ВЛ 110 кВ С-77 Тара-Екатериненка. По условиям поставленной задачи необходимо произвести

операции в определенной последовательности для вывода в ремонт 1 СШ-10 кВ, которая по нормальной схеме получает питание от Т-1, на секции присутствуют два отходящих фидера 10 кВ, где МВ-10 ф. №4 нормально включен и имеет устройство АПВ, а МВ-10 ф. №5 находится в резерве, ТН-10 кВ и МСШР-10 кВ в яч. №6.

Задача 2. На ПС 110/10 Знаменка вывести в ремонт выключатель МВ-110 1В. ПС Знаменка 110/10 запитана по ВЛ-110 кВ С-76 Тара-Знаменка, имеет две отходящих ВЛ-110 кВ С-81 Знаменка-Б.-Уки и С-82 Знаменка-Шухово, соединенных между собой двумя секциями шин 110 кВ, а так же межсекционной ремонтной перемычкой, позволяющей на период ремонта выключателей ВЛ-110 кВ С-81 и С-82, запитывать отходящие ЛЭП. На каждой из двух секций установлены понижающие трансформаторы 110/10 Т-1 и Т-2 соответственно, низкая сторона которых так же разделяется на две секции, объединяемые между собой СВ, что позволяет выводить в ремонт один из трансформаторов с переводом нагрузки на другой.

Задача 3. На ПС 110/10 Знаменка вывести в ремонт Т-2.

3.4 Решение задач

Задача 1. Для того чтобы вывести в ремонт секцию необходимо продумать последовательность операций. Вначале следует отключить действующий фидер №4, предварительно выведя на нем АПВ, после чего вывести АВР на СВ-10 и преступить к операциям с МВ-10 Т-1, тем самым с секции напряжение будет снято. После этого выкатывают тележки секции в ремонтное положение, затем с проверкой отсутствия в яч. №4 включают ЗН в сторону секции шин.

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № 1.

Начало 9 час 10 мин.

Окончание 9 час 50 мин.

«15» января 2016 г.

Электростанция

Подстанция: ПС 110 Екатеринбургская.

Задание: Вывести в ремонт 1 СШ-10 кВ.

Последовательность производства операций при переключениях:

1. Вывести АПВ В-10 Ф. №4 яч. №4.
2. Откл. В-10 Ф. №4 яч. №4.
3. Убедится в отключенном положении В-10 Ф. №4 яч. №4.
4. Выкатить тележку -10 Ф. №4 яч. №4 в ремонтное положение.
5. Вывести АВР-10 на СВ-10 яч. №7.
6. Откл. В-10 МВ-10 Т-1 яч. №1.
7. Убедится в отключенном положении В-10 МВ-10 Т-1 яч. №1.
8. Выкатить тележку В-10 МВ-10 Т-1 яч. №1 в ремонтное положение.
9. Выкатить тележку ТН-10 1 сш. яч. №2 в ремонтное положение.
10. Выкатить тележку МСШР-10 яч. №6 в ремонтное положение.
11. Проверить отключенное положение СВ-10 яч. №7.
12. Выкатить тележку СВ-10 яч. №7 в ремонтное положение.
13. Проверить отсутствие напряжения в сторону секции в яч. №4.
14. Включить ЗН-10 в сторону секции в яч. №4.

Бланк заполнил и
переключения производит

(подпись)

Бланк проверил и
переключения контролирует

(подпись)

Переключения разрешаю

(подпись)

На рис. 5 представлена схема секции шин 10 кВ после производства оперативных переключений, где отмечено штриховкой оборудование, выведенное в ремонт.

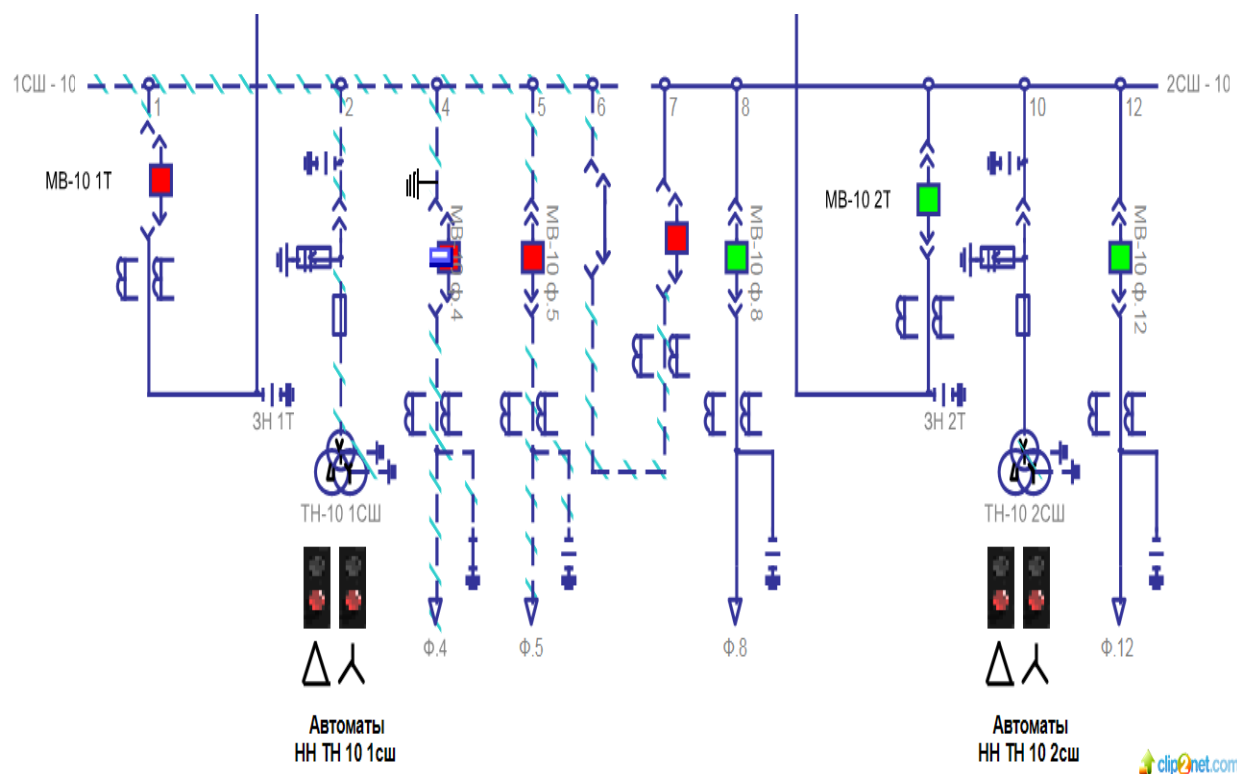


Рисунок 5 – Схема секции шин 10 кВ после производства оперативных переключений

Задача 2. Для решения задачи необходимо определиться с последовательностью действий. Вначале смотрят на состояние оборудования: нормально МВ-110 1В включен, и от него запитана ВЛ-110 С-81 Знаменка- Б.-Уки (рис. 6).

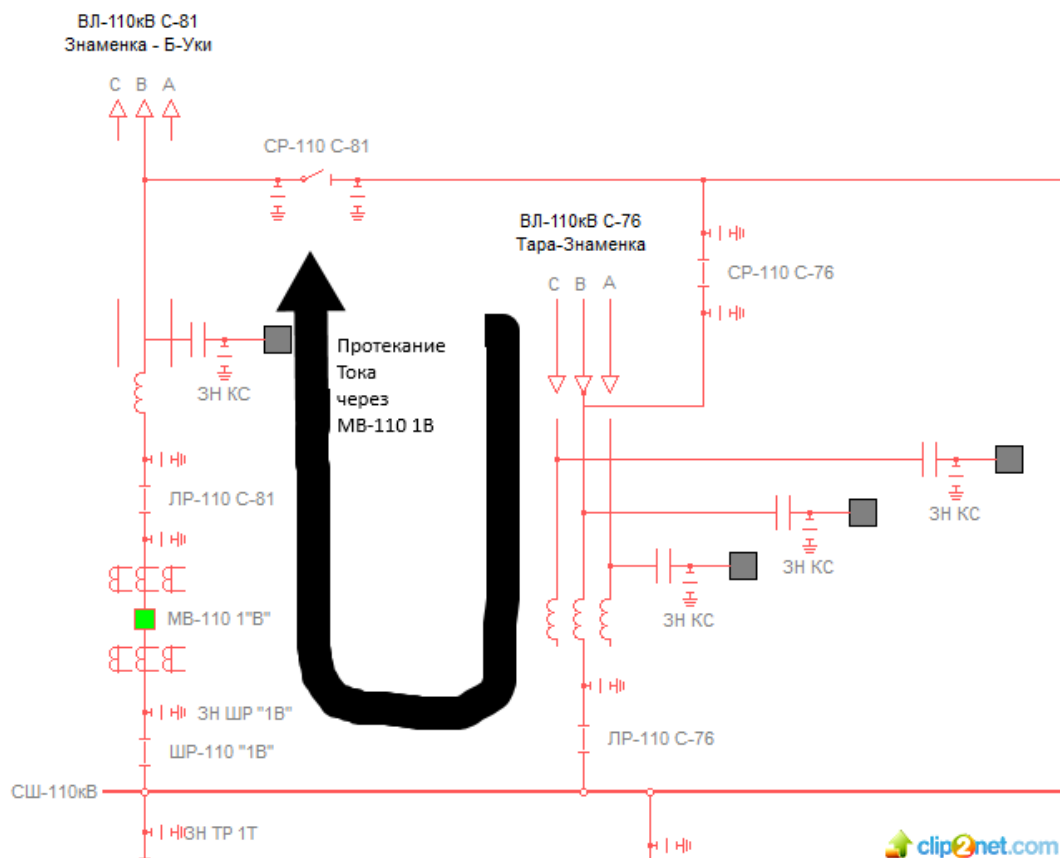


Рисунок 6 – Схема питания ВЛ-110 кВ С-81 через МВ-110 1В

Для того чтобы вывести МВ-110 1В в ремонт, необходимо найти возможность перезапитать ВЛ-110 С-81. Задача может быть решена при помощи включения СР-110 С-81, что позволит снять нагрузку с МВ-110 1В (рис. 7).

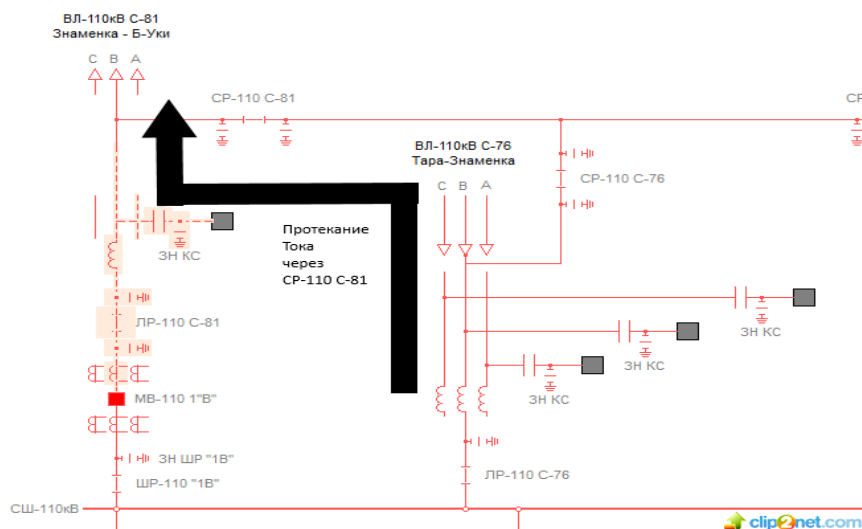


Рисунок 7 – Схема питания ВЛ-110 кВ С-81 через СР-110 С-81

Разрыв с обеих сторон выключателя производится отключением ЛР-110 С-81 и ШР-110 1В и для безопасного выполнения ремонтных работ на

МВ-110 1В его заземляют со всех сторон, откуда может быть подано напряжение: установим ЗН на ЛР-110 С-81и ШР-110 1В в сторону МВ-110 1В.

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № 2.

Начало 11 час 15 мин.

Окончание 11 час 56 мин.

«19» января 2016 г.

Электростанция

Подстанция: ПС 110 Знаменка.

Задание: Вывести в ремонт МВ-110кВ 1В.

Последовательность производства операций при переключениях:

1. Вывести АПВ МВ-110кВ 1В.
2. Осмотреть колонки СР-110кВ С-81.
3. Включить СР-110кВ С-81.
4. Отключить МВ-110кВ 1В.
5. Убедиться в отключенном положении МВ-110кВ 1В.
6. Вывесить плакат на КУ МВ-110 1В «Не включать работают люди».
7. Отключить АВ – «цепи управления МВ-110 1В
8. Отключить АВ – «питание соленоидов включения МВ-110кВ 1В»
9. Осмотреть колонки ЛР-110кВ С-81.
10. Отключить ЛР-110кВ С-81.
11. Осмотреть колонки ШР-110кВ 1В.
12. Отключить ШР-110кВ 1В.
13. Проверить отсутствие напряжения на ШР-110кВ 1В в ст. МВ-110 1В.
14. Включить ЗН ШР-110кВ 1В в ст. МВ-110 1В.
15. Проверить отсутствие напряжения на ЛР-110кВ С-81 в ст. МВ-110 1В.
16. Включить ЗН ЛР-110кВ С-81 в ст. МВ-110 1В.

17. Осмотреть колонки ЛР-110кВ С-81; ШР-110кВ 1В; СР-110кВ С-81.

Бланк заполнил и
переключения производит

(подпись)

Бланк проверил и
переключения контролирует

(подпись)

Переключения разрешаю

(подпись)

На рис. 8 показан выведенный в ремонт МВ-110 1В с включенными с обеих сторон заземляющими ножами в сторону выключателя.

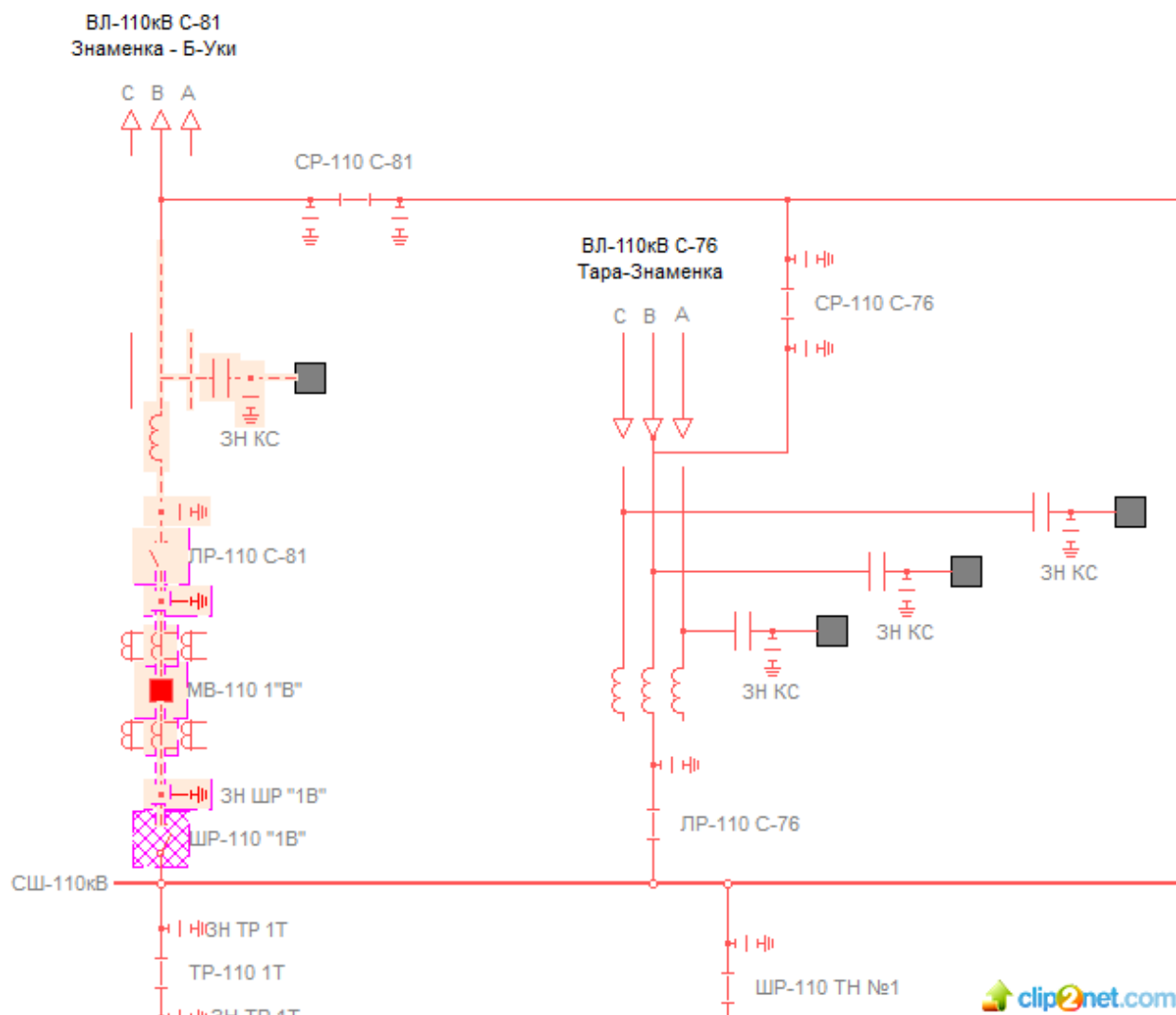


Рисунок 8 – Выведенный в ремонт МВ-110 1В

Задача 3. Нормальная схема соединений ПС Знаменка описана в предыдущем задании, поэтому перейдем к рассмотрению поставленной задачи по выводу в ремонт Т-1.

Для того чтобы вывести в ремонт Т-1 его требуется разгрузить, для этого нам нужно выровнять напряжения на трансформаторах путем перевода РПН в одинаковые положения, если они не переведены, при условии, что трансформаторы одинаковые. После того как напряжения на трансформаторах будут одинаковые, можно приступить к переводу нагрузки с Т-1 на Т-2. Для этого, выведя АВР-10, нужно включить СВ-10 кВ и отключить МВ-10 Т-1. После этого приступить к переводу собственных нужд ПС полностью на ТСН-2, отключив АВ-0,4 кВ ТСН-1 и включив СВ-0,4 кВ. После проделанных операций приступить к снятию напряжения с высокой стороны трансформатора посредством отключения ОД-110 Т-1, разобрать схему с обеих сторон и заземлить Т-1.

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № 3.

Начало 8 час 15 мин.

Окончание 9 час 25 мин.

«26» января 2016 г.

Электростанция

Подстанция: ПС 110 Знаменка.

Задание: Перевод нагрузки с Т-1 на Т-2, Т-1 вывести в ремонт.

Последовательность производства операций при переключениях:

1. Вывести накладку 1Н «АВР-10».
2. Установить в одно положение РПН тр-ров Т-1 и Т-2.
3. Перевести нагрузку СН на ТСН-2.
4. Включить СВ-10кВ, проверить включенное положение.
5. Отключить МВ-10кВ ввода Т-1, проверить отключенное положение.
6. Вывесить плакат на КУ МВ-10кВ Т-1 «Не включать работают люди».

7. Отключить ТР-10кВ Т-1.
8. Проверить отключенное положение ТР-10кВ Т-1.
9. Отключить ШР-10кВ Т-1.
10. Отключить ШР-10кВ ТСН-1.
11. Отключить главный рубильник 0,4кВ ТСН-1.
12. Проверить отсутствие напряжения на нейтрали 110кВ Т-1.
13. Произвести осмотр ЗОН-110кВ Т-1.
14. Включить ЗОН 110кВ Т-1.
15. Произвести осмотр ОД-110кВ Т-1.
16. Отключить ОД-110кВ Т-1.
17. Произвести осмотр ТР-110кВ Т-1.
18. Отключить ТР-110кВ Т-1.
19. Произвести осмотр ОД-110кВ Т-1.
20. Включить ОД-110кВ Т-1.
21. Проверить отсутствие напряжения на ТР-110кВ Т-1 в ст. Т-1.
22. Включить ЗН ТР-110кВ Т-1 в ст. Т-1.
23. Проверить отсутствие напряжения на ТР-10кВ Т-1 в ст. Т-1.
24. Включить ЗН ТР-10кВ Т-1 в ст. Т-1.
25. Проверить отсутствие напряжения на ШР-10кВ ТСН-1 в ст. ТСН-

1.

26. Включить ЗН ШР-10кВ ТСН-1.
27. Произвести осмотр ТР-110 Т-1; ОД-110 Т-1; ЗОН-110 Т-1.

Бланк заполнил и
переключения производит

Бланк проверил и
переключения контролирует

(подпись)

(подпись)

Переключения разрешаю

(подпись)

На рис. 9 представлена штриховкой ремонтная схема выведенного в ремонт Т-1.

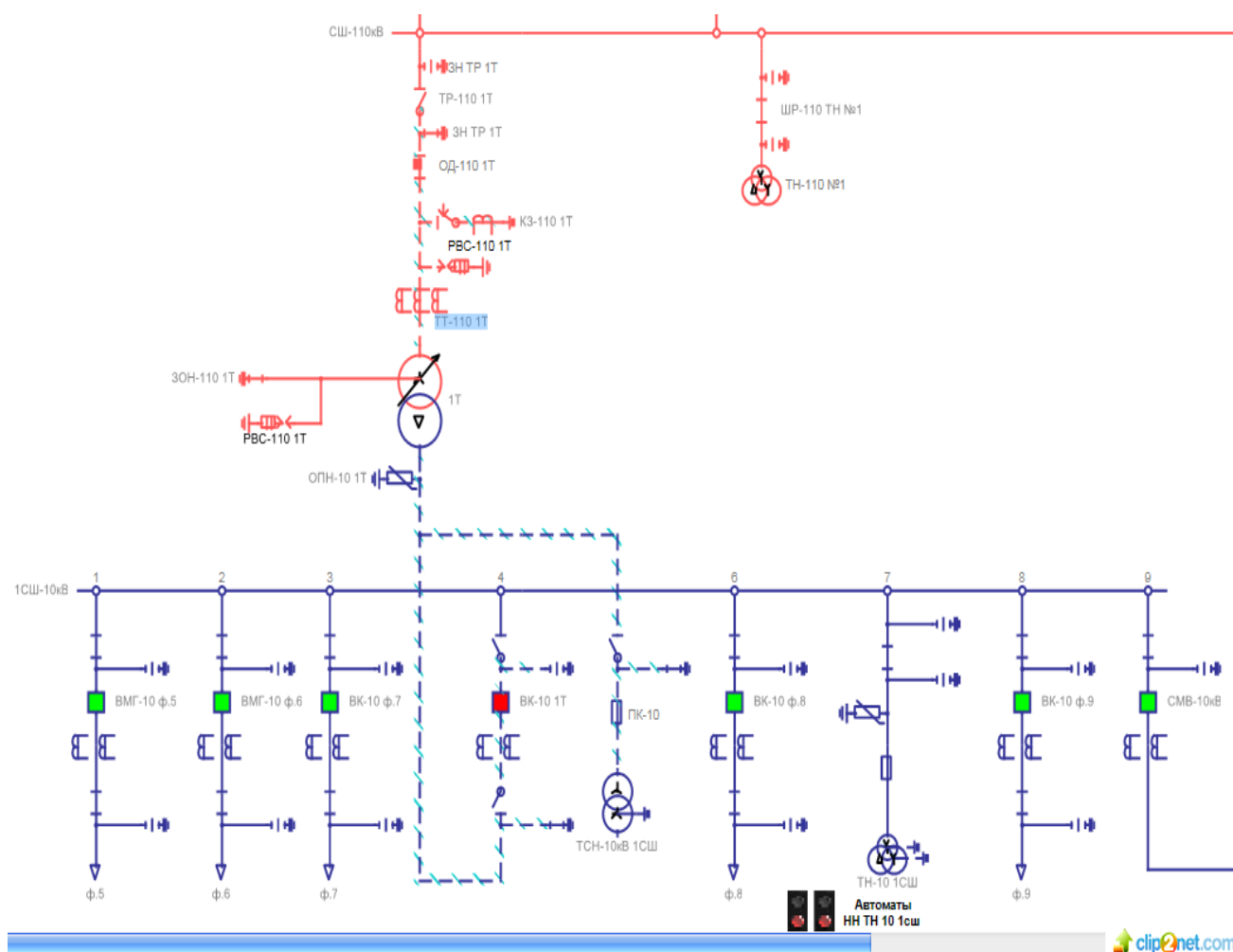


Рисунок 9 – Выведенный в ремонт Т-1

3.4 Выводы по разделу 3

При разработке задач по оперативному управлению основной уклон сделан на наглядность. Для этой цели очень хорошо зарекомендовал себя графический редактор тренажера "Модус", где наглядно видно изменение схемы в целом, так и отдельных ее участков. Помимо этого, основным плюсом редактора, является значимость объектов схемы, где каждый элемент привязан к схеме. Таким образом, любой разъединитель является не просто графическим отображением, а именно участком цепи с определенными привязками к ней. При решении задач программа анализирует действия и предупреждает об ошибках.

Для решения задач по оперативному управлению помимо базовых знаний, необходимы знания оперативных инструкций по эксплуатации каждой из ПС в отдельности. Для подготовки студентов более наглядно будет представление таких задач именно на графическом редакторе, вплоть до пошагового обозначения каждого из действий во время производства оперативных переключений.

В целом необходимо отметить, что решение задач по оперативному управлению является неотъемлемой частью как повышения квалификации персонала энергетического профиля, так и подготовки студентов.

РАЗДЕЛ 4 РАЗРАБОТКА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ СТУДЕНТАМИ

В настоящее время противоаварийные тренировки стали одной из основных форм обучения, как оперативного персонала, так и студентов энергетического профиля.

Идеология и методика проведения "аварийных игр" была предложена в Мосэнерго в 1930-х годах [12].

Первым прообразом одного из основных нормативных документов –Инструкции по ликвидации аварий в электрической части энергосистем, становится статья "Методы ликвидации аварий на высоковольтных линиях и подстанциях" в журнале "Электрические станции", вышедшем в свет в 1932 году [13].

Усложнение задач, решаемых оперативным персоналом, потребовало совершенствования методов подготовки диспетчерского персонала, поэтому закономерным результатом стала разработка на ГРЭС им. Красина тренировочного пульта для проведения аварийных игр [14-15].Пульт являлся первым тренажером оперативного персонала в нашей стране.

С ростом мощности энергосистем и усложнения конфигурации их сетей усложняется и работа диспетчера энергосистемы и, вместе с этим, подготовка оперативного персонала по предотвращению аварий с нарушением статической устойчивости [16-18].

Взаимодействие диспетчерского персонала различных уровней управления становится настолько важным, что в 50-е годы начинает широко внедряться применение звукозаписи телефонных разговоров на диспетчерских пунктах [19].

Дальнейший рост энергосистем и разнообразие генерирующего оборудования ставят перед диспетчерскими службами все более сложные задачи. Возрастание роли и ответственности диспетчерского персонала за

результаты своей деятельности, сложности решаемых задач, определяемых большой протяженностью сетей и значительным числом генерирующего оборудования, работающего синхронно на громадной территории, привело к необходимости дальнейшего совершенствования методов и средств подготовки оперативного персонала.

Ниже приведен далеко не полный перечень тех задач, которые возложены на оперативный персонал всех уровней диспетчерского управления энергетическим производством:

- обеспечение безопасных условий работы персонала.
- безаварийная работа оборудования.
- надежность электроснабжения потребителей.
- экономичность работы энергетических предприятий.

4.1 Теоретические аспекты проведения противоаварийной тренировки

Особо остро проблемы квалификации, как оперативного персонала, так и студентов проявляются при ликвидации различных технологических нарушений. Возникновение и развитие технологического нарушения в подавляющем большинстве случаев происходит не на глазах оперативного персонала, который узнает о случившемся по срабатыванию устройств автоматической сигнализации, показаниям измерительных приборов, положениям блинкеров о действии релейной защиты и автоматики.

При оценке ситуации необходимо учитывать возможность ложных отключений неповрежденного оборудования, отказов в отключении оборудования, а также отказов устройств релейной защиты и автоматики.

В каждом конкретном случае технологическое нарушение воспринимается как неожиданность, которая сразу ставит перед персоналом ряд разнообразных задач, особенно в начальной стадии нарушения, когда персонал не готов еще к ответным действиям, а развитие событий требует принятия срочных мер, оперативный персонал неизбежно испытывает

состояние эмоциональной напряженности. В данной ситуации четкие и безошибочные действия оперативного персонала возможны лишь при качественной его подготовке.

4.2 Разработка противоаварийной тренировки

Программа проведения противоаварийной тренировки:

1. Вид тренировки: противоаварийная диспетчерская.
2. Тема тренировки: При производстве оперативных переключений по выводу Псш-110кВ. ПС "Кожевниково" обнаружен дефект (трещина) изолятора ЛР-110кВ. С-18.
3. Дата, время и место проведения: _____ 2016г., _____, ДП ОДГ.
4. Метод проведения тренировки: С условным действием.
5. Руководитель тренировки: указывается лицо ответственное за проведение тренировки. (Преподаватель)
6. Тренируемый и посредники:

Рабоч ее место	Должность тренируемого, Ф.И.О.	Должность посредника, Ф.И.О.
	Студент Ф.И.О.	Преподаватель Ф.И.О.

7. Цель тренировки: Приобретение навыков работы в аварийных ситуациях. Отработать правильность действий в аварийных ситуациях.
8. Способ передачи вводных и сообщений по ходу тренировки: начало тренировки объявляется руководителем тренировки устно, вводные даются посредником по ходу тренировки.
9. Порядок пользования связью участниками тренировки: Устно, по телефону.
10. Условное время возникновения аварии: Не рабочий день.

11. Схема режима работы оборудования до возникновения аварии:
Т-2 в работе, Т-1 в резерве, СВ-110кВ. ПС"Кожевниково" включен, СВ-110кВПС"Чилино" отключен.

12. Причина возникновения аварии, её развитие и последствия: При производстве оперативных переключений обнаружена трещина на изоляторе ЛР-110кВ. С-18.

13. Действия при ликвидации нарушения в работе сведены в таблицу 4.2:

14.

Таблица 4.2 – Действия при ликвидации нарушения

п/п	Вводные	Эталонные действия тренируемого	Замечания контролирующих
	При производстве оперативных переключений обнаружена трещина на изоляторе ЛР-110кВ С-18	Остановить переключения по б/п (вывод в ремонт 2 СШ-110кВ). Сообщить диспетчеру ЦУС о повреждении изолятора ЛР С-18 и о приостановлении переключений	
	Диспетчер ЦУС отключает В-110кВ. С-18 ПС «Мельниково»-110кВ С-18 ПС"Мельниково" и сообщает об этом диспетчеру РЭС	По распоряжению диспетчера ЦУС диспетчер РЭС после осмотра колонок отключает ШР-110кВ.Т-2 и СВ-110кВ. 2 СШ-110кВ, вкл ШР-110кВТ-1. вкл.СВ-110кВна ПС"Чилино"	
	Диспетчер ЦУС	Диспетчер РЭС по	

.	Вводные включает з/н на ЛР С-18 ПС"Мельниково" в сторону ЛЭП	Эталонные действия распоряжению диспетчера ЦУС после проверки отсутствия напряжения устанавливает п/з на 2 СШ-110кВ на спуске к ЛР С-18 со стороны ЛЭП. С разрешения диспетчера ЦУС, диспетчер РЭС подготавливает рабочее место и допускает бригаду на ремонт ЛР С-18. После закрытия наряда диспетчер РЭС принимает рабочее место у производителя работ и сообщает диспетчеру ЦУС об устранении неисправности. С разрешения диспетчера ЦУС, диспетчер РЭС снимает п/з со спусков к ЛР С-18	Замечан
.	Диспетчер ЦУС отключает з/н на ЛР С-18 ПС"Мельниково"	По распоряжению диспетчера ЦУС диспетчер РЭС после осмотра колонок отключает ЛР С-18	
.	Диспетчер ЦУС включает ЛР С-18 и включает В-110кВ. С-18 ПС"Мельниково"	С разрешения диспетчера ЦУС, диспетчер РЭС продолжает переключения по выводу в ремонт 2 СШ-110кВ ПС"Кожевниково" по новому бланку	

В приложении 3 представлен участок схемы, по которому осуществляется транзит от ПС "Мельково-110" в сторону ПС "Чилино" через линии 110 кВ С-18, С-19, С-19"а", С-20.

Для наглядности происходящих действий в процессе тренировки разберем их по пунктам, с представлением графического материала:

- При производстве оперативных переключений обнаружена трещина на изоляторе ЛР-110кВ С-18

По условиям вводной задачи производство оперативных переключений приостанавливаем. Проводим анализ и определяем участок подлежащий локализации в результате обнаруженного дефекта оборудования на ЛР-110кВ С-18. Для безопасности ликвидации дефекта оборудования потребуется снятие с него напряжения и установка заземлений с тех сторон, откуда может быть подано напряжение. Прежде чем снять напряжение с поврежденного оборудования нужно проанализировать возможность оставления всей остальной части схемы транзитного участка под напряжением. Поиск возможности оставить потребителя в работе быстро находит ответ, путем перевода нагрузки всего транзитного участка с С-18 на С-21(Приложение 3).

На ПС "Кожевниково" отмечаем участок оборудования подлежащий локализации.(рис. 10)

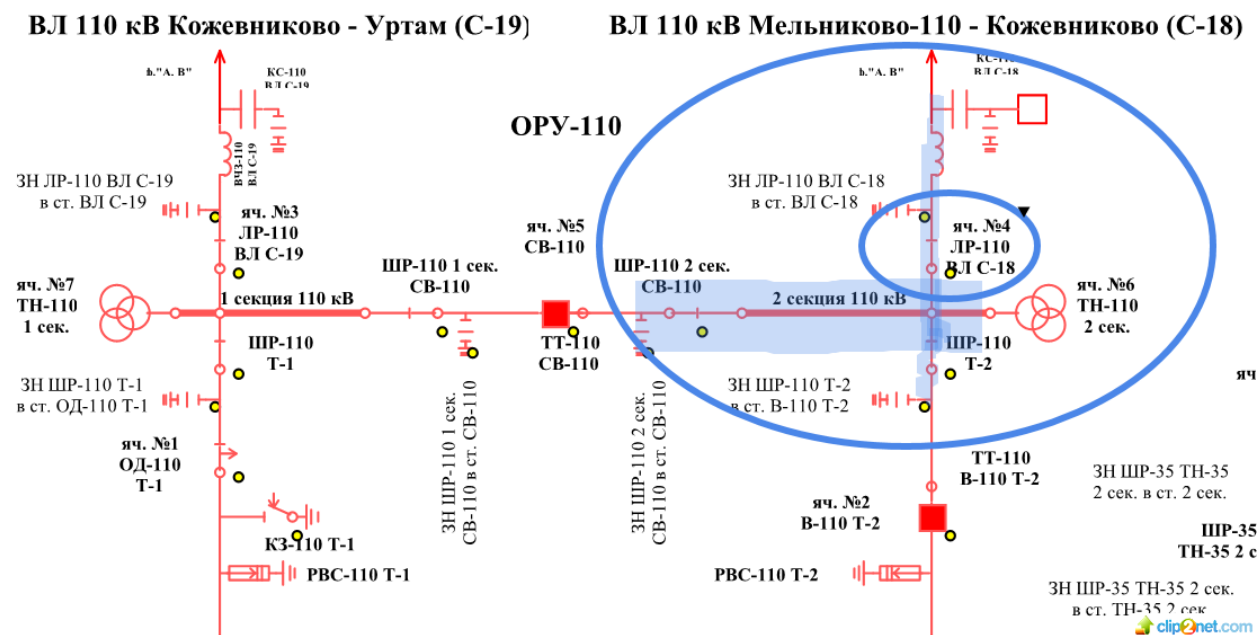


Рисунок 10 - поврежденный участок схемы ПС "Кожевниково"

- Диспетчер ЦУС отключает В-110кВ. С-18 ПС «Мельниково»-110кВ С-18 ПС "Мельниково" и сообщает об этом диспетчеру РЭС

В ходе получения следующих вводных определяем последовательность событий которые они за собой повлекут, после снятия напряжения с С-18 путем отключения выключателя В-110кВ С-18 на ПС "Мельниково-110". Весь транзитный участок от С-18 по С-20 включительно остается без напряжения, а следовательно нужно произвести необходимые действия по выделению аварийного участка и включению оставшегося в работе оборудования под напряжение.

Выделить аварийный участок после снятия напряжения с С-18 несложно. Для этого необходимо отключить на ПС "Кожевниково" ШР-110 2 СШ., отключить ШР-110 Т-2, отключить В-10 Т-2 (для предотвращения включения Т-2 на обратную трансформацию), и отключить автоматы 100 В ТН-110 2 СШ.

После того как выделим аварийный участок, приступаем к восстановлению напряжение в оставшейся в рабочем состоянии части схемы. По транзиту потребуется перевести защиты направленного действия на линиях С-20, С-19"а", С-19, затем необходимо включить СВ-110 кВ на ПС "Чилино" и включить СВ-10 кВ ПС "Кожевниково".(Рис. 11)

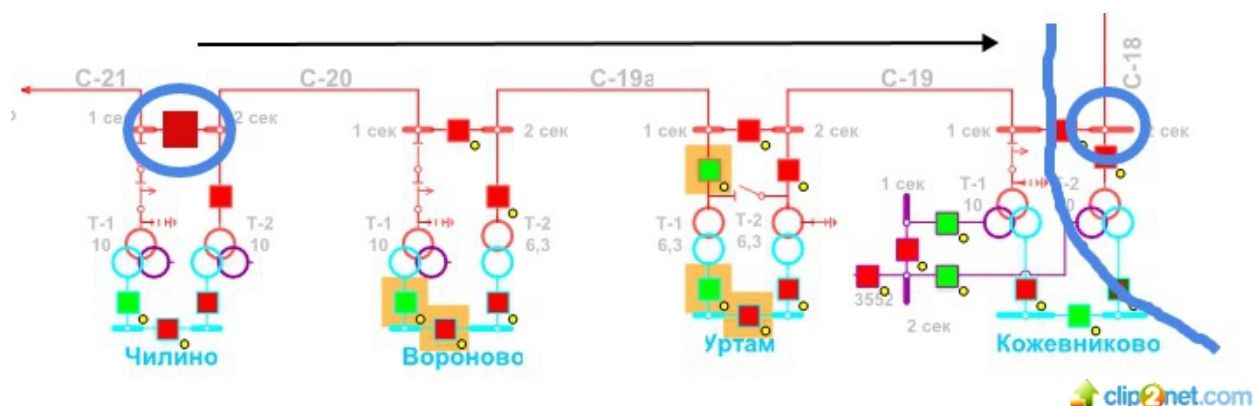


Рисунок 11 - выделение аварийного участка ПС "Кожевниково",
включение СВ-110 ПС "Чилино"

- *Диспетчер ЦУС включает з/н на ЛР С-18 ПС "Мельниково" в сторону ЛЭП*

Вводная подразумевает, что с одной стороны ЛР-110 кВ С-18 ПС "Кожевниково" уже заземлили путем включения на ПС "Мельково-110" заземляющих ножей. Далее потребуется установка двух переносных заземлений с обеих сторон от разъединителя, подготовка рабочего места для безопасного выполнения работ, допуск бригады для работ по устранению дефекта. После окончания восстановительных работ сообщаем диспетчеру ЦУС о том, что неисправность устранена. И снимаем установленные заземления.

- *Диспетчер ЦУС отключает з/н на ЛР С-18 ПС "Мельниково"*

Получив новую вводную, производим отключение ЛР-110 кВ С-18 ПС "Кожевниково".

- *Диспетчер ЦУС включает ЛР С-18 и включает В-110кВ. С-18 ПС "Мельниково"*

Под новой вводной подразумевается, что неисправность устранена в полном объеме и возможно приступить к изначально поставленной задаче - выводу в ремонт 2 СШ.110 кВ. ПС "Кожевниково". Вывод секции в ремонт будет производиться уже по новому бланку.

В ходе проведения тренировки студент получает представления о масштабности переключений вызванных небольшим дефектом оборудования - трещиной изолятора. В ходе переключений задействуется персонал пяти подстанций:

- ПС "Мельниково-110" - операции с В-110 кВ С-18 и ЛР-110;
- ПС "Кожевниково" - локализация аварийного участка, вывод его в ремонт;
- ПС "Уртам" - перевод защит по транзитным линиям 110 кВ. С-19, С-19"а";
- ПС "Вороново" - перевод защит по транзитным линиям 110 кВ. С-20, С-19"а";

- ПС "Чилино" - включение СВ-110 кВ. и введение защит по линии 110кВ С-20.

РАЗДЕЛ 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИСНОСТЬ

Целью научного исследования является подготовка студентов энергетического профиля для решения задач по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике. В данном разделе будет производиться расчет бюджета исследовательской работы.

5.1. Количественная оценка научного уровня

Количественная оценка научного уровня может быть произведена путем расчета результативности участников разработки по формуле:

$$K_{\text{ну}} = \sum_{i=1}^n (K_{\text{дуй}} \cdot d_i)$$

где

$K_{\text{ну}}$ – коэффициент научного или научно-технического уровня;

$K_{\text{дуй}}$ – коэффициент достигнутого уровня i -го фактора;

d_i – значимость i -го фактора;

n – количество факторов.

Таблица 5.1 – Оценка научного уровня разработки

Показатели	Значимость показателя	Достиженный уровень	Значение i -го фактора
	d_i	$K_{\text{дуй}}$	$K_{\text{дуй}} \cdot d_i$
Новизна полученных или предполагаемых результатов	0,2	0,2	0,04
Перспективность использования результатов	0,3	0,3	0,09
Завершенность полученных	0,2	1	0,2

результатов			
Масштаб возможной реализации полученных результатов	0,2	0,5	0,1
Результативность	$K_{\text{ны}} = \sum(K_{\text{дyi}} \cdot d_i) = 0,39$		

Новизна полученных или предполагаемых результатов. В данной исследовательской работе обобщён имеющийся опыт предыдущих исследований по разработке задач для персонала энергетического профиля.

Перспективность использования результатов. Результаты исследовательской работы можно использовать в будущем, как для рассматриваемого объекта, так и для любого другого.

Завершенность полученных результатов. Полученные результаты требуют доработки для рационального использования в дальнейшем, и корректировки под исследуемые объекты энергетики.

Масштаб возможной реализации полученных результатов. Результатами исследовательской работы возможно в дальнейшем руководствоваться при подготовке высококвалифицированного персонала в электроэнергетике, а также для повышения квалификации работающего персонала.

5.2. Планирование выполнения научно-исследовательской работы

Последовательность выполнения научно-исследовательской работы, а также ее содержание зависят от предмета исследования, сложности научно-исследовательской работы, актуальности и новизны темы.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в данном случае в состав группы входят руководитель и инженер, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Таблица 5.2 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№	Описание работы	Исполнитель
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
2	Утверждение и уяснения сути задачи	Инженер
3	Подготовка рабочего места, закупка необходимых материалов и программных комплексов	Инженер
4	Подбор и изучение литературы по теме работы	Инженер
5	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
6	Календарное планирование работы	Руководитель, Инженер
7	Моделирование схем в ПК "Modus 5.0"	Инженер
8	Разработка задач по оперативному управлению	Инженер
№	Описание работы	Исполнитель
9	Разработка противоаварийных тренировок	Инженер
10	Оценка полученных результатов	Руководитель, Инженер
11	Составление пояснительной	Инженер

	записки	
12	Проверка пояснительной записки руководителем	Руководитель
13	Сдача работы заказчику	Инженер

5.3 Определение трудоемкости и разработка графиков проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

где

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p . Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел [20].

Расчет трудоемкости выполнения работ сведем в таблицу (табл. 5.3).

Таблица 5.3- Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\bar{e}i}$, чел-дни			
	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер
Составление и утверждение технического задания	4	8	6	10	5	9	5	9
Утверждение и уяснения сути задачи		6		10		8		8
Подготовка рабочего места, закупка необходимых материалов и программных комплексов		8		10		9		9
Подбор и изучение литературы по теме работы		10		14		12		12
Выбор направления исследований	4	8	6	10	5	9	5	9
Календарное планирование работы	1		2		1.4		1	
Моделирование схем в ПК "Modus 5.0"		10		14		12		12

Разработка задач по оперативному управлению		8		12		10		10
Разработка противоаварийных тренировок		12		14		13		13
Оценка полученных результатов	4	8	6	10	5	9	5	9
Составление пояснительной записки		7		10		8		8
Проверка пояснительной записки руководителем	6		8			7	7	
Сдача работы заказчику		1		2		1.4		1
Суммарное количество рабочих дней	Руководитель проекта			23				
	Инженер			100				

Итого длительность работы в рабочих днях для руководителя – 23дня, а для инженера – 100 дней.

На основе таблицы 3 строится календарный план-график (Рис. 12). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени.



Рисунок 12 - Календарный план-график проведения НТИ

5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Рассчитанные затраты будут отражать минимальную величину бюджета НИР.

5.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п.

В таблице 5.4 указан перечень материальных затрат и их стоимость. В итоге материальные затраты составили 3066 рублей.

Таблица 5.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	Пачка	2	150	300
Ручка	Штука	8	22	176
Картридж для принтера	Штука	1	1750	1750
Карандаш механический	Штука	2	95	190
USB-Флешка	Штука	1	650	650
Итого				3066

5.4.2 Расчет затрат на оборудование и амортизационные отчисления

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Расчет амортизации проводился следующим образом:

$$A = \frac{H_A * I}{12} * m$$

где

I– итоговая стоимость оборудования в тыс.руб.;

H_A – норма амортизации;

m – время использования в месяцах.

Норма амортизации находится по формуле

$$H_A = \frac{1}{n}$$

где

n – срок полезного использования.

Все затраты на оборудования сводятся в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Затраты на оборудование

	Наименование	Количество, единиц	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость, тыс. руб.	Срок службы	Амортизация, тыс. руб.
	Ноутбук Acer Aspire ES-1-731	2	25	50	3	4,125
	Принтер HP LaserJet	1	25	25	3	2,063
	Компьютер-ный стол	2	8	10	10	0,25
	Стул	2	3	6	10	0,15
Общая стоимость оборудования, тыс.руб.					91	
Амортизация, тыс.руб.					6,588	

5.4.3 Оплата труда

В настоящую статью включается основная и дополнительная заработная плата научных и инженерно-технических работников.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot K_{\text{район}},$$

где

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Для инженера $З_{\text{доп}}$ принимается на уровне 8% от основной заработной платы, для руководителя – 16%.

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{мес}} \cdot t_{\text{мес}},$$

где

$t_{\text{мес}}$ – затраченное время на работу сотрудником в месяцах (отношение всех отработанных дней к 21 рабочему дню в месяце);

$З_{\text{мес}}$ – заработная плата работника за один месяц, руб.

Зарботная плата за один месяц рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{мес}} = C_{\text{ОКЛАД}} \cdot K_{\text{РН}}$$

где

$C_{\text{ОКЛАД}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$K_{\text{РН}}$ – районный коэффициент (для Томска равен 1,3).

Расчет сведем в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Расчет заработной платы, за период проведения НИИ

Исполнитель	C_o кп,руб.	$З_{\text{мес}}$ руб.	$З_{\text{осн}}$ руб.	$З_{\text{доп}}$ п, руб.	$\sum Z_{\text{зп}}$, руб.
Руководитель проекта	25 000	32 500	355 95	56 95	161
Инженер	18 000	23 400	111 429	89 14	633

5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot \sum З_{зп.},$$

где

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и другие).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, введена пониженная ставка – 27,1%.

Все отчисления во внебюджетные фонды сводятся в таблицу 5.7.

Таблица 5.7- Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$З_{зп.руб,}$	$З_{внеб,руб}$
Руководитель проекта	41290	11190
Инженер	120343	32613
Итого		43803

5.4.5 Прочие расходы

Прочие расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов и рассчитываются по формуле

$$З_{пр} = (З_{м} + З_{а} + З_{зп} + З_{внеб}) * k_{пр},$$

где

$З_{мз}$ – материальные затраты;

$З_{а}$ – затраты на амортизацию;

$З_{зп}$ – заработная плата работников;

$З_{внеб}$ – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы. Величина коэффициента неучтенных расходов берется в размере 10%.

Получаем

$$З_{пр} = (3066 + 6588 + 161633 + 43803) * 0,1 = 21509 \text{ руб.}$$

5.4.6 Накладные расходы

Затраты на накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$З_{накл} = \sum_{\#} З_{осн} * k_{пр}$$

где

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (200-400% от заработной платы).

~~Величину коэффициента~~ накладных расходов примем в размере 300%.

$$З_{накл} = 161633 * 3 = 484899 \text{ руб.}$$

5.4.7 Расчет прибыли

При расчете прибыли учитывается коэффициент научного уровня. Тогда прибыль составит:

$$П = С \cdot K_{ну} (K_{ну} = 0,39)$$

Где С – себестоимость проекта.

Рассчитываем себестоимость проекта (С).

$$С = З_{мат} + З_{ам.комп.техн} + ЗП + З_{соц.отч} + З_{накл.расх} + З_{прочие} = 3066 + 6588 +$$

$+161633+43803+484899+21509=721498$ рублей.

Тогда прибыль составит

$\Pi = C \cdot K_{\text{ну}} = 721498 \cdot 0,39 = 281384$ рублей.

Итого, все статьи бюджета сведем в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 -Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Затраты, руб.	Доля в себестоимости, %
Материальные затраты НТИ	3066	0,424949203
Амортизация	6588	0,913100244
Затраты по заработной плате	161633	22,4024183
Отчисления внебюджетные фонды	43803	6,0711187
Прочие расходы	21509	2,981158645
Накладные расходы	484899	67,20725491
Себестоимость проекта	721498	100
Прибыль, руб.	281384	
Цена проекта, руб.	1002882	

Цена проекта определяется как сумма себестоимости и прибыли:

$\Pi = C + \Pi = 721498 + 281384 = 1002882$ рублей.

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

Итогом данной работы является разработка задач по оперативно-диспетчерскому управлению энергосистемой. Результаты данной работы могут быть использованы как для проведения дальнейших научно-исследовательских работ в энергетических компаниях, учебных учреждениях, занимающихся подготовкой оперативно-диспетчерского персонала, с целью более подробного описания методики по составлению таких задач и оптимизации их структуры, так и использование данной работы предприятиями с целью осуществления подготовки персонала.

РАЗДЕЛ 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕСТВЕННОСТЬ

Для обеспечения техногенной и экологической безопасности в процессе реализации технических решений, предложенных в ВКР, в разделе 6 рассматриваются опасные и вредные факторы, методы их устранения, а также выполнение экологических норм. Также в работе изучаются потенциальные ЧС и мероприятия по их устранению.

Анализ этих аспектов имеет критическое значение для организации рабочей среды и среды обитания, которые и определяют состояние здоровья, а также психосоциальное благополучие человека. Результат технического прогресса, представленный большим и постоянно растущим количеством новых технологий, неизбежно влияет на нормальную среду обитания, создавая проблему ее сохранения. Поэтому, я считаю, что каждое предприятие, внедряющее какие-либо новые решения, несет ответственность за вносимые изменения в окружающую среду и обязано организовать производственный процесс таким образом, чтобы уменьшить или совсем устранить последствия своего воздействия.

В качестве рабочей зоны в разделе 6 рассматривается офисное помещение одной из комплектующих которого является компьютер. Работы производятся в закрытом помещении. Работы производятся сидя, стоя с периодическими перемещениями, что позволяет отнести их к категории Ib (с энергозатратами в 140-174 Вт).

6.1 Производственная безопасность

Для оценки обеспечения производственной безопасности производится анализ факторов рабочей зоны на предмет проявления их вредных и опасных проявлений. [21]

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.

В таблице 6.1 представлены вредные факторы (согласно [22]) и виды работ, в ходе которых влияние этих факторов имеет место быть.

Наличие вредных факторов приводит к появлению заболеваний и нарушению нормального функционирования организма.

Таблица 6.1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Вредные факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)	Нормативные документы
Установка оборудования и настройка программного обеспечения	Отклонение показателей микроклимата помещений	СанПиН 2.24.548-96
Установка оборудования и настройка программного обеспечения	Превышение уровня электромагнитных ионизирующих излучений	СанПиН 5802-91
Установка оборудования и настройка программного обеспечения	Недостаточная освещенность рабочей зоны	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1-278-03

- ***Отклонение показателей микроклимата в помещении.***

На рабочих местах большое значение отводится созданию комфортных условий труда, которые обеспечиваются параметрами микроклимата и степенью запыленности воздуха.

Помещения, их размеры (объём, площадь) должны в первую очередь соответствовать количеству работающих и размещаемому в них оборудованию и комплексу технических средств. В них предусматривают соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха обеспечивают изоляцию от производственных шумов и т.д. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245-71 устанавливают на одного работающего, объём производственного помещения не менее 15 м³, площадь помещения выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5 м².

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются согласно ГОСТ 12.1.005-88

«Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования», а также нормативными требованиями СанПиН 2.2.4.584-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Этими нормами регламентируют показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и тепловое излучение. Если работа выполняется внутри помещений (в изолированном пространстве), тогда эти показатели в совокупности принято называть микроклиматом производственного помещения.

Согласно санитарным нормам производственные помещения по избыткам явного тепла, изменяющего температуру воздуха в помещениях, условно подразделяют на холодные, характеризующиеся незначительными избытками явного тепла (не более 20 ккал/час на 1 м куб.) и горячие,

характеризуемые значительными избытками явного тепла (более 20 ккал/час на 1 м куб).

Система отопления офисного помещения должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещении в холодный период года, а так же безопасность в отношении пожара и взрыва. Так же необходимо обеспечить приток воздуха в помещение. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50 – 60 м³/ч на одного человека.

Атмосферное давление в помещениях должно быть 1013,25±266 для обеспечения требуемых параметров необходимо предусмотреть: центральное отопление, кондиционирование воздуха.

Для оценки метеоусловий в помещениях производят измерения температуры, влажности, запылённости, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Результаты измерений сравнивают с нормативами ГОСТ 12.1.005-88, нормативными требованиями СанПиН 2.2.4.548-96 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. В соответствии с этими нормативами оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в СанПиН 2.24.548-96, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. Отклонение показателей микроклимата в помещении может быть вызвано недостаточным уровнем отопления (в холодный период), неисправностью вентиляционных установок, слишком интенсивными тепловыми излучениями приборов и отклонением уровня влажности воздуха.

Нарушения микроклимата в помещении приводят к появлению дискомфорта, отражающемся на производительности, напряжении терморегуляционных механизмов, а также на отклонениях в состоянии здоровья.

В таблице 5.2 приведены допустимые и фактические микроклиматические условия рабочей зоны.

Таблица 5.2 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория тяжести работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Факт тич. значе	Допустим. значе	Факт тич. значе	Допустим. значе	Факт тич. значе	Допустим. значе
1	2	3	4	5	6	7	8
холодный	Iб	18	21-23	40	60-40	0,1	0,1
теплый	Iб	18	22-24	40	60-40	0,1	0,1

Пониженные значения температуры (18 °С вне зависимости от периода года) обусловлены требованиями необходимого охлаждения функционирующих в офисе устройств. Этот факт делает невозможным принятие каких-либо коллективных мер для устранения данного отклонения. Однако в рассматриваемом случае необходимы индивидуальные средства защиты, к которым можно отнести обеспечение спецодеждой работников.

Также согласно [24] в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

- ***Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений.***

Учитывая, что основная работа в офисе реализуется с привлечением компьютерной и иной цифровой техники, работник неизбежно подвергается электромагнитным излучениям. Мониторы и дисплеи не имеют электронно-лучевой трубки. Оценка ЭМП ПЧ (электромагнитного поля промышленной частоты 50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

С учетом продолжительности рабочей смены (8 часов) предельно допустимый уровень напряженности ЭП (электрического поля) устанавливается равным 5 кВ/м.

Допустимый уровень воздействия МП (магнитного поля) при той же продолжительности смены и общем воздействии составляет 80 А/м или 100 мкТл.[25] Последствия воздействия недопустимых уровней ЭМП выражаются в возникновении онкологических заболеваний. Причем специфика этих воздействий в том, что период их проявления может составлять несколько десятков лет (в зависимости от их интенсивности).

Согласно [26] необходимо отметить также следующие требования:

- При работе с дисплеями приборов расстояние между работником и устройством должно быть не менее 500 мм;
- Рекомендуется организация перерывов на 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы;
- Продолжительность непрерывной работы без регламентированного перерыва не должна превышать 1 часа;
- Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на

электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1мкЗв/час (100 мкР/час).

Офисное помещение спроектировано с учетом этих норм, следовательно, при установке и настройке требуемого оборудования специальных средств защиты не требуется.

- ***Недостаточная освещенность рабочей зоны.***

Недостаточная освещенность влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Также необходимо отметить, что недостаточное освещение может быть причиной возникновения опасных ситуаций и, в результате, травм и порчи оборудования.

Согласно [27] приведена таблица 6.3 с нормируемыми показателями освещения.

Таблица 6.3 – Нормируемые показатели освещения

Наименование рабочего места	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		При верхнем	При боковом	При верхнем или боковом	При боковом

	освещеннос ти (Г	или комбин	освеще нии	комбин иров	освеще нии
	– горизонталь ная,	иров анном освеще		анном освеще нии	
	В – вертикальн ая) и высота плоскости над полом, м	нии			
Помеще ния для работы с дисплея ми и видеотерминал ами, залы ЭВМ	Г – 0,8 Экран монитора: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -

- **Освещение на рабочем месте.**

Производственное освещение — неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10-12%.

Мы уже знаем, что около 90 % информации, которую человек получает от внешнего мира, поступает через зрительный канал. Поэтому качество информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

Для обеспечения освещённости необходимо использовать совмещённое освещение, при котором естественное дополняется искусственным. Причём естественное освещение является боковым (осуществляется через световые проёмы в наружных стенах), а искусственное – общим. В условиях недостаточной освещённости в утреннее и вечернее время используется искусственное освещение. Роль источников света при искусственном освещении выполняют люминесцентные лампы. Они обладают высокой световой отдачей и имеют более продолжительный срок службы в отличие от обычных ламп накаливания. Согласно действующим ГОСТР 50948, ГОСТР 50949, СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03, СНиП 23-05-95 для искусственного освещения регламентировано наименьшая допустимая освещённость рабочего места – 300 лк для IV разряда а – подразряда работ.

Для обеспечения нормативного уровня освещённости произведём расчёт системы искусственного освещения для помещения технического отдела [28]:

Дано:

- высота помещения $H = 4\text{ м}$;
- длина помещения $A = 10\text{ м}$;
- ширина помещения $B = 20\text{ м}$;
- минимальная освещённость $E=300\text{ лк}$;
- высота рабочей поверхности над полом $h_p=0,9\text{ м}$.

Рассчитываем:

а) высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 0,9 - 0 = 3,1\text{ м};$$

б) расстояние между светильниками (максимальное):

$$L = \lambda \cdot h, \text{ где } \lambda = 1,2 ;$$

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 3,1 = 3,72 \text{ м};$$

в) максимальное расстояние между стеной и светильником:

$$L/3 = 3,72/3 = 1,24 \text{ м.}$$

г) индекс помещения:

$$i = S / [h(A + B)] = 200 / [3,1 \times (10 + 20)] = 2,15$$

где S – площадь помещения, м^2 ;

A, B – стороны помещения, м.

д) величину светового потока лампы:

$$F = E \cdot K \cdot S \cdot Z / n \cdot \eta ,$$

где F – световой поток каждой из ламп, лм.;

K – коэффициент запаса, $K = 1,5$;

S – площадь помещения, м.;

n – число ламп в помещении;

E – минимальная освещённость, лк.;

η - коэффициент использования светового потока, % ;

Z - коэффициент неравномерности освещения, $Z = 0,9$.

Для освещения помещения выбираем люминесцентные светильники типа ЩОД – 2 – 80 мощностью $P = 2 \times 80$ Вт и световым потоком каждой лампы $F = 3800$ лм.

Определяем коэффициенты отражения стен (ρ_{cn}) и потолка (ρ_n):

- для комнаты: $\rho_{cm} = 70\%$; $\rho_n = 70\%$; $\eta = 0,48$;

Определяем необходимое количество ламп для обеспечения минимальной освещённости:

$$n = E \times K \times S \times Z / K \times S \times Z = 300 \times 1,5 \times 200 \times 0,9 / 3840 \times 0,48 = 44 \text{ шт.}$$

Принимаем 22 светильника по 2 лампы, тогда освещённость составит:

$$E = F \times n \times \eta / K \times S \times Z = 3840 \times 44 \times 0,48 / 1,5 \times 0,9 \times 200 = 301 \text{ лк} > 300 \text{ лк.}$$

План размещения светильников представлен на рисунке 4.

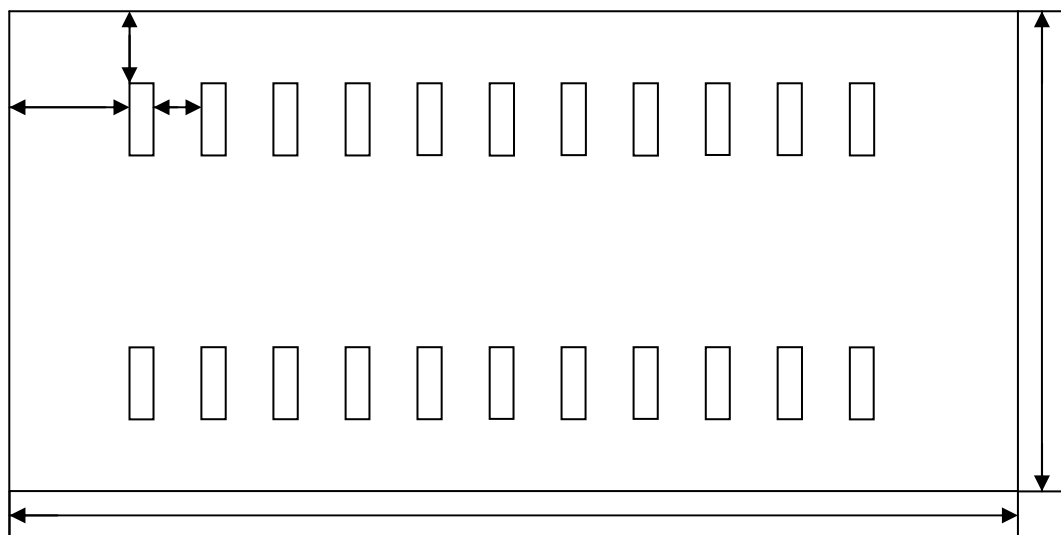


Рисунок 13 - План размещения светильников

Для создания рациональных условий освещения, в частности, обеспечения требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии, имеет важное значение тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения. В установках с люминесцентными лампами необходимо следить за исправностью схем включения, своевременно заменять перегоревшие лампы. Следует проверять уровень освещенности в контрольных точках помещения не реже одного раза в год.

5.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.

Опасные производственные факторы - это факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. В таблице 6.4 представлены опасные факторы производственного процесса.

Таблица 6.4 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные факторы

Наименование видов работ и Параметров Производства ого процесса	Опасные факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)	Нормативн ые документы
Установка Оборудования	Электрический ток	СНиП 3.05.06-85 [57]
Установка Оборудования	Шум	ГОСТ 12.0.003-74

- ***Электрический ток.***

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

При установке оборудования существует возможность контакта тела человека с токоведущими частями. В связи с этим применяются коллективные и индивидуальные средства защиты.

К коллективным средствам защиты относятся:

1. защитное заземление;
2. зануление;
3. защитное отключение;
4. применение низких напряжений;
5. двойная изоляция;
6. ограждающее устройство;

7. сигнализация, блокировка, знаки безопасности, плакаты.

Рабочее место оперативного персонала выполняется с учетом требований [29], поэтому предполагается оснащенность необходимыми коллективными средствами защиты.

К индивидуальным средствам защиты относят такие средства, как изолирующие перчатки, изолированный инструмент и указатели напряжения.

Согласно таблицы 6.5 офисное помещение оборудованную устройствами ЭВМ можно отнести к классу помещения без повышенной опасности.

Таблица 6.5 Классификация (по ПУЭ) помещений по степени опасности поражения людей электрическим током<

Класс помещения	Характеристика помещения
Без повышенной опасности	Отсутствуют условия, создающие повышенную и особую опасность
С повышенной опасностью	Наличие одного из следующих условий: 1. сырость или токопроводящая пыль; 2. токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.); 3. высокая температура; 4. возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющих

Класс помещения	Характеристика помещения
	соединение с землей, технологическим аппаратом, механизмом и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.
Особо опасные	Наличие одного из следующих условий: 1. особая сырость; 2. химически активная или органическая среда; 3. одновременно два или более условий повышенной опасности.

- **Шум.**

Шум – беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. Длительное влияние шума может вызвать патологические изменения органов слуха, ухудшает состояние нервной системы и всего организма в целом.

Сильный производственный шум оказывает негативное действие на организм человека. Длительные производственные шум значительно снижает работоспособность человека и производительность труда людей, снижает зрение, увеличивает вероятность неврозов и нервных заболеваний, повышает предрасположенность к инфаркту, душевную депрессию, вызывает головные боли, усталость, приводит к снижению внимания и психологического сосредоточения на работе. Шум вызывает резкое ухудшение здоровья при некоторых видах заболевания, нервозность, склонность к конфликтным ситуациям. Вредное влияние шума больше сказывается на умственной работе, чем физической.

Методы и средства защиты от шума:

1. изменение направленности излучения шума;
2. рациональная планировка предприятий и производственных помещений;
3. акустическая обработка помещений;
4. применение звукоизоляции.

При аварии на подстанции возможны:

1. возникновение пожара;
2. взрыв трансформатора;
3. удар током.

Меры по повышению устойчивости к данным ЧС:

1. проведение плановых ремонтов согласно графику,
2. повышение квалификации персонала,
3. постоянный контроль состояния оборудования,
4. модернизация оборудования.

Ликвидация аварий действиями персонала заключается в следующих мероприятиях, таких как:

1. выполнение оперативных переключений, которые необходимы для выделения повреждённого ЭО и предупреждения развития более серьёзных аварий;
2. быстрой локализации, ликвидации возгораний при их возникновении;
3. устранение опасности для обслуживающего персонала;
4. восстановление в кратчайший срок нормальной подачи электроэнергии потребителям;
5. выяснение состояния оборудования, отключившегося от сети, и принятие неотложных мер, направленных на включение его в работу или вывод в ремонт.

6.2 Экологическая безопасность.

Вследствие развития научно-технического прогресса постоянно увеличивается возможность воздействия на окружающую среду, создаются предпосылки для возникновения экологических кризисов. В то же время прогресс расширяет возможности устранения создаваемых человеком ухудшений природной среды.

Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Одна из самых серьезных проблем — потребление электроэнергии. С увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличится и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как:

1. изменение климата — накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
2. загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
3. загрязнение водного бассейна Земли;
4. опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
5. изменение ландшафта Земли.

Из этого можно сделать простой вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с

малым энергопотреблением. Организация, в которой находится рассматриваемое рабочее помещение, влияет на окружающую среду как потребитель электроэнергии, поскольку здесь работает большое количество электронно-вычислительной техники и осветительных приборов. Проблема эффективного использования решается за счет использования более экономичных компьютеров, а также более эффективного их использования.

При работе инженера-проектировщика возникают следующие виды отходов, которые могут нанести вред окружающей среде:

1. атмосфере – при работе компьютера выделяется озон (не значительно), а также энергетические отходы (вредное излучение);
2. гидросфере – выброс сточных вод;
3. литосфере – твердые отходы (бумага, пластмасса и т.д.).

Твердые бытовые отходы будут составлять основную массу всех отходов офисного помещения. Поэтому предлагаются способы решения проблем накопления твердых бытовых отходов :

1. отдельный сбор отходов;
2. утилизация вторичных продуктов и складирование отходов на полигонах;
3. контрольная сортировка и биомеханическая переработка отходов с утилизацией вторичных ресурсов;
4. сжигание отходов.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Как гласит закон (от 11 ноября 1994 года) о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и технического характера:

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которое могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или

окружающей природной среде. Значительные материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей.

В зависимости от масштабов чрезвычайных ситуаций, обстановки, которая может сложиться на подвергшихся бедствию территориях(в республике, области, районе, городе или на предприятии), объема причиненного ущерба, численности пострадавшего населения в чрезвычайных ситуациях подразделяются на три уровня:

1. Глобальные (федеральные);
2. Региональные (республиканские, областные, районные, городские);
3. Местные (объектовые, частные).

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций могут быть:

1. Результат стихийных бедствий и особо опасных инфекций;
2. Воздействие внешних природных факторов, приводящих к старению или коррозии металлов, конструкций, сооружений и снижение их физико-механических показателей;
3. Проектно-производственные дефекты сооружений (ошибки при изысканиях и проектировании, низко качественное выполнение строительных работ, плохое качество строительных материалов и конструкций, нарушения в технологии изготовления и строительства);
4. Воздействия технологических процессов промышленного производства на материалы сооружений (нагрузки, скорость, высокие температуры, вибрация);
5. Нарушение правил эксплуатации, сооружений и технологических процессов (вызывающих взрывы котлов, химических веществ, угольной пыли, метана в шахтах);
6. Нарушение правил техники безопасности при ведении работ и технологических процессов;

7. Ошибки, связанные с системой отбора руководящих кадров, низким уровнем профессиональной подготовки рабочих и их некомпетентностью и безответственностью.

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. ЧС военного времени (вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения и других средств поражения);

2. ЧС невоенного времени:

– ЧС биолого-социального характера (изменение состояния суши, изменение состава и свойств атмосферы, изменение состояния гидросферы и биосферы);

– ЧС природного происхождения (геофизические и геологические опасные явления, метеорологические и агрометеорологические опасные явления, природные пожары, инфекционные заболевания людей, животных, растений);

– ЧС техногенного характера (крупные транспортные аварии и катастрофы, пожары и взрывы с последующим горением, аварии с выбросом СДЯВ, внезапное обрушение зданий, аварии на электроэнергетических системах, аварии на очистных сооружениях и др.).

Среди наиболее вероятных ЧС мирного и военного времени в офисном помещении можно выделить возникновение пожара. Причинами пожаров на рассматриваемом рабочем месте могут быть неисправность оборудования, в частности несвоевременный ремонт оборудования, нарушение технологических инструкций, образование значительных электростатических зарядов.

Пожары возможны в результате нарушения правил технической эксплуатации электроустановок, например перегрузок электрических сетей и коротких замыканий в них, недопустимых сопротивлений в местах соединения и контактов проводников, искрения, применения электрооборудования не соответствующего классу пожарной зоны.

Причинами пожаров могут быть, кроме того, неисправные отопительные приборы и печи, оставление их без соответствующего надзора, а также неосторожное обращение с огнем, в частности разведение костров вблизи сгораемых материалов и строений. [30]

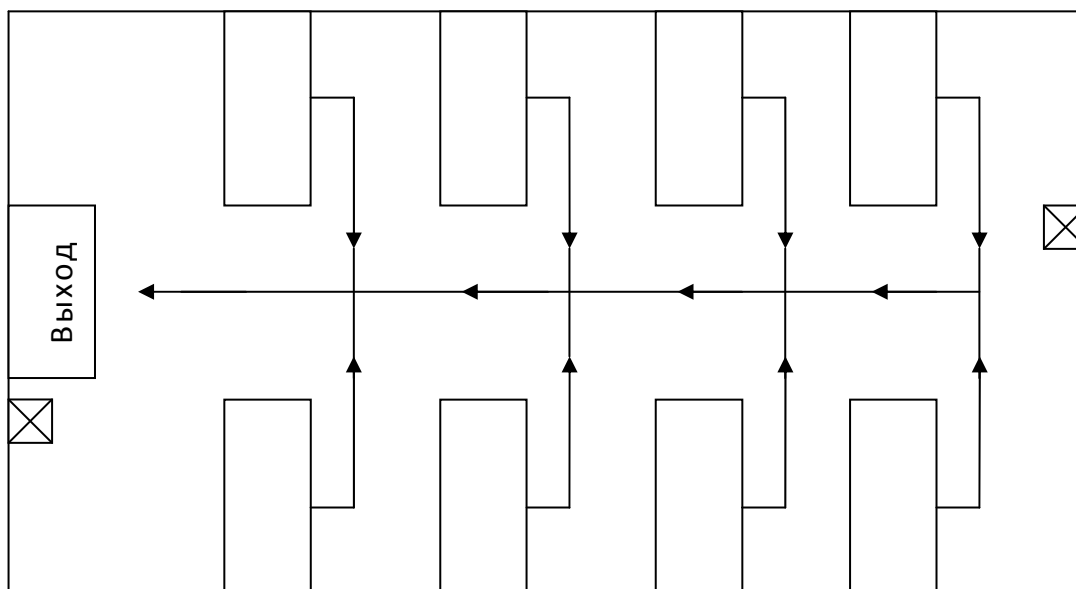
Согласно [31] все мероприятия по пожарной безопасности делятся на 3 группы:

1. Мероприятия по установлению противопожарного режима.
2. Мероприятия по определению и поддержанию надлежащего противопожарного состояния во всех зданиях, сооружениях, помещениях, участках, площадках, кабинетах, отдельных местах и точках.
3. Мероприятия по контролю, надзору за выполнением правил пожарной безопасности при эксплуатации, ремонте, обслуживании зданий, сооружений, помещений, коммунальных сетей, оборудования, инвентаря и т.п.

Противопожарный режим офисного помещения включает:

1. Регламентирование или установление порядка проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
2. Оборудование специальных мест для курения;
3. Определение порядка отключения электрооборудования в случае пожара;
4. Установление порядка осмотра и закрытия помещений после окончания работы.

Определение действий персонала, работников при обнаружении пожара. В рамках этого мероприятия располагается план эвакуации при пожаре, который в данном случае выглядит следующим образом:



Условные обозначения:  - Огнетушитель ОУ-5

Рисунок 14 - План эвакуации при пожаре.

1. установление порядка и сроков прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму;
2. запрет на выполнение каких-либо работ без проведения соответствующего инструктажа.

Поддержание надлежащего противопожарного состояния предполагает:

1. приобретение и сосредоточение в установленных местах соответствующего количества первичных средств пожаротушения, для офисного помещения, к ним можно отнести огнетушащие порошковые составы, песок, ведра, лопаты;
2. оборудование зданий, помещений автоматической системой сигнализации и пожаротушения;
3. поддержание чистоты и порядка на закрепленных территориях.

Пожарная профилактика – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничения его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Пожары представляют большую опасность для людей и могут причинить огромный материальный ущерб. Основной причиной пожара в

рассматриваемом помещении является неисправность электрооборудования, короткое замыкание, нагрев проводов и загорание изоляции, перезагрузка электрических сетей электропроводки, однако, пожар может возникнуть и при неосторожном обращении с огнем. Основы противопожарной защиты предприятий определены ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» и Правилами пожарной безопасности ППБ 01-02-03 РД153-34.0-03.301-00.

Согласно НПБ 105-03 офисное помещение по пожароопасности не относится к какой либо категории .

Мероприятия противопожарной профилактики:

1. хранить информацию желательно в обособленных помещениях, оборудованных несгораемыми шкафами и стеллажами;
2. система вентиляции должна быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре;
3. необходимо предусматривать подачу воздуха к ПК для охлаждения;
4. система электропитания ПК должна иметь блокировку, обеспечивающую отключение в случае охлаждения;
5. работы по ремонту узлов ПК должны производиться в отдельных помещениях;
6. необходимо производить очистку от пыли всех аппаратов и узлов ПК (желательно раз в месяц);
7. в помещении отдела должна предусматриваться автоматическая пожарная сигнализация, также необходимо устанавливать реле, реагирующее на дым.

Мероприятия противопожарной профилактики подразделяются на:

1. организационные (вынужденная эвакуация людей при пожаре);
2. технические (вода, водо-химические растворы, огнетушащие пены, инертные газы, ингибиторы и флегматизаторы и т.д.);

3. режимные (системы автоматической сигнализации и автоматического пожаротушения, противодымовая защита).

4. Для обеспечения пожаробезопасности офисного помещения предусмотрены первичные средства пожаротушения: установлена система автоматической сигнализации и два огнетушителя типа ОУ-5 согласно норме НПБ 166-97. Согласно ППБ01-03 огнетушители устанавливаются в помещениях из расчета один огнетушитель на 40-50 м² площади, но не менее двух в помещении.

Во избежание пожаров необходимо периодически производить инструктаж с пользователями по пожаробезопасности, недопустимо приносить и хранить в комнатах взрывопожароопасные вещества и материалы.

При обнаружении пожара, необходимо:

1. вызвать пожарную охрану по «010»;
2. обеспечить вынужденную эвакуацию всех людей;
3. до прибытия команды пожарной охраны принять все необходимые меры по тушению пожара.

При эвакуации, следует не создавать паники и двигаться в соответствии с планом эвакуации. План эвакуации представлен на рисунке 13.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Предложенные в работе технические решения предполагают реализацию следующих требований:

1. Сменный график работы, который характеризуется наличием 3 рабочих смен продолжительностью 8 часов с прямым чередованием работников в графике сменности. Данная особенность трудового процесса регулируется ст. 103 Трудового кодекса РФ. [31]

2. Обеспечение работников спецодеждой (для нахождения в помещении с температурами ниже установленных в [32]) и средствами индивидуальной защиты, перечисленными в п. 5.1.2. Установленные

требования регламентируются ст. 212, 221 Трудового кодекса РФ. [32]

В офисном помещении должен быть организован контроль и надзор за состоянием охраны труда, который осуществляется государственными, ведомственными и общественными органами. Государственный контроль и надзор за соблюдением законодательства о труде и охране определены ст. 20 ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» и ст. 353-369 Трудового кодекса РФ. [32, 34]

В соответствии со ст. 22 ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» и ст. 370

Трудового кодекса РФ общественный контроль за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда осуществляют профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы, которые могут создавать в этих целях собственные инспекции. [32, 34]

В соответствии со ст. 353 Трудового кодекса РФ внутриведомственный государственный контроль соблюдения трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, в подведомственных организациях осуществляют федеральные органы исполнительной власти органы субъектов РФ и органы местного самоуправления. [32]

Контроль исполнения норм экологической безопасности и мероприятий по предотвращению и ликвидации нарушений в этой области производится службой производственного контроля, отслеживающей выполнение санитарных правил и санитарно – противоэпидемических мероприятий, и профсоюзными организациями.

В офисном помещении должно осуществляться обучение персонала в качестве мероприятий по повышению экологического воспитания, а также по поведению при возникновении ЧС.

К оперативному обслуживанию электроустановок могут допускаться специально обученные лица, знающие их схемы, эксплуатационные инструкции, особенности оборудования и прошедшие обучение и проверку знаний правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) и межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (МПОТ ЭЭ).

Оперативное обслуживание предусматривает периодические осмотры электрооборудования распределительных устройств, приборов релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий (ВЛ), а также производство необходимых оперативных переключений в электрических сетях:

1. в электроустановках выше 1000В дежурный или оперативно-ремонтный персонал, единолично обслуживающие электроустановки и старшие по смене должны иметь IV квалификационную группу, остальные – группу III;
2. в электроустановках до 1000В лица из числа дежурного персонала или оперативно-ремонтного персонала, единолично обслуживающие электроустановку, должны иметь группу не ниже III.

Осмотр электроустановок электростанций и подстанций может выполнять одно лицо с группой из числа дежурного, оперативно-ремонтного персонала, либо с группой V из числа административно-технического персонала. Остальному электротехническому персоналу осмотр разрешается выполнять под надзором одного из перечисленных лиц.

Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Организационные мероприятия:

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

1. инструктажи (раз в три месяца);
2. обучение безопасным приемам труда;
3. проверка знаний техники безопасности (раз в год);

4. медицинское освидетельствование (раз в год);
5. оформление работ нарядами.
6. оформление работы нарядом или распоряжением (устное или телефонное);
7. выдача разрешения на подготовку рабочих мест и допуска бригады к работе;
8. допуск к работе;
9. надзор за безопасностью работающих во время выполнения работы;
10. оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы.

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В разделе 6 были рассмотрены вопросы социальной ответственности, к которым относятся техногенная безопасность, экологическая безопасность, а также безопасность в наиболее вероятных ЧС. Все эти вопросы были изучены в приложении к процессу компоновки офисного помещения.

По итогам раздела 6 необходимо отметить, что в части «Производственная безопасность» были проанализированы вредные и опасные факторы, возникающие в ходе технологического процесса. К ним отнесены отклонение микроклимата в помещении, превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны и электрический ток. Все эти факторы при превышении установленных норм негативно влияют на здоровье человека, вызывая долгосрочные ухудшения в его состоянии или травмы.

В разделе «Экологическая безопасность» были рассмотрены возможные негативные последствия, влияющие на окружающую среду, в ходе исследуемого рабочего процесса.

В качестве наиболее вероятной ЧС в последней части была взята пожарная опасность. Для этой ситуации были разработаны организационные мероприятия по ее предотвращению и устранению.

В целом, можно отметить, что установка и настройка офисного помещения представляет собой набор типичных вредных и опасных как производственных факторов, так и экологических. Имеет типичные вероятные ЧС. Поэтому можно сделать вывод о том, что при соблюдении всех регламентов и норм офисное помещение является рабочим местом без особых опасностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе представлены задачи для самостоятельного решения по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике» с целью повышения профессиональных навыков студентов электроэнергетического профиля.

В разделе 1 представлены общие сведения и характеристика самостоятельной работы студентов, включающая описание рабочей программы дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике», проведена аналогия разработанных задач с лабораторными работами, проводимыми в рамках дисциплины.

В разделе 2 представлен обзор тренажерных систем для обучения, разработки и решения задач по оперативно-диспетчерскому управлению. Рассмотрен тренажер "Модус", как инструмент для самостоятельного решения задач по оперативному управлению. Рассмотрены технологии моделирования и макетирования объектов электроэнергетики, учет общих правил переключений, системы управления и контроля, модели блокировок в программном комплексе "Модус".

В разделе 3 сформированы задачи по оперативно-диспетчерскому управлению для самостоятельного решения. Представлены графические материалы по изменению схем. Разработаны бланки переключений для выполнения задач.

В разделе 4 представлены теоретическое обоснование и порядок проведения противоаварийной тренировки – каждый этап в отдельности, с представлением графических материалов. В завершении раздела описана масштабность происходящих оперативных переключений, вызванных ликвидацией технологического нарушения в системе.

В разделе 5 представлены оценка ресурсоэффективности и финансовой эффективности проведенного исследования.

В разделе 6 рассмотрен анализ опасных и вредных факторов, а также мер по ограничению их воздействия на персонал и окружающую среду.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующий вывод:

В соответствии с целью работы определены требования к профессиональной подготовке студентов-электроэнергетиков и сделан вывод о том, что студенты могут улучшить свои профессиональные навыки за счет выполнения самостоятельной работы.

Потенциально перспективными средствами для постановки задач по оперативно-диспетчерскому управлению при подготовке студентов-электроэнергетиков являются тренажеры различного назначения, широко используемые для тренинга оперативного и диспетчерского персонала энергопредприятий.

Материальной базой для постановки задач принят программный комплекс «Модус», позволяющий моделировать энергообъекты различных уровней. При разработке методического обеспечения для постановки задач по оперативно-диспетчерскому управлению установлено, что программный комплекс «Модус» действительно обеспечен достаточным количеством функций, необходимых для разработки и решения задач.

В целом, необходимо отметить, что самостоятельное решение задач по оперативно-диспетчерскому управлению студентами-электроэнергетиками оказывает положительное влияние на качество подготовки специалистов и упрощает их адаптацию к будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чубик, П.С., Соловьёв, М.А., Крючков, Ю.Ю. Система элитного технического образования как элемент инновационной инженерной подготовки: Томский политехник. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005, № 11. – С. 16-22.
2. Хрущёв Ю.В., Бацева Н.Л., Мастерова О.А. Активизация подготовки студентов-электроэнергетиков с помощью деловых игр. – Томск: ТПУ, 2009.
3. Современные тренажерные технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.treintech.ru/ru/profi/index.php?path=energy>, свободный.
4. Головинский И.А. Новые возможности интеллектуальных тренажеров оперативных переключений// Вестник электроэнергетики.- 2002.- №1.- С. 36-41.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.treintech.ru/ru/profi/index.php?path=energy>.
6. Программный комплекс для энергетики «Модус» [Электронный ресурс]: официальный сайт компании «Модус». – Режим доступа: <http://swman.ru/>.
7. Будовский В. П., Пасторов В. М. Оценка действий диспетчерского персонала при проведении противоаварийной тренировки // Известия вузов. Электромеханика. – 2004. – № 6. – С. 58–61.
8. Е. В. Калентионок и др. Оперативное управление в энергосистемах: Учеб. пособие/Е.В. Калентионок, В.Г. Прокопенко, В.Т. Федин – Минск: Высш. шк., 2007. – 351 с.
9. Инструкция по переключениям на ВЛ 0,4-10 кВ и ТП ПАО "ТРК". – Томск: 14.07.2015.
10. Инструкция по переключениям в электроустановках 35-110 ПАО "ТРК". Томск: 28.12.2015.

11. Инструкция по переключениям в электроустановках Утверждена приказом Минэнерго от 30.06.2003 №266. – М.: ЦПТИ ОРГРЭС., 2004. – 116 с.
12. Егоров Б.П. Аварийные игры диспетчеров. – Электрические станции, 1932, №8, с. 413-414.
13. Цыханский Ю.Л. Работа оперативного персонала и инженерная психология. – Электрические станции, 1965, №1, с. 56-57.
14. Залесский В.Н. Рационализация работы диспетчера энергосистемы при помощи телеизмерения. – Электрические станции, 1933, №5, с. 42-45.
15. Сидоров К.И. Тренировочный пульт для аварийных игр ГРЭС им. Красина. – Электрические станции, 1936, №11, с. 25-26.
16. Вейтков Ф.Л., Мешков В.К. Диспетчерское управление энергосистемами. М.: стандартгиз, 1936, 308с.
17. Грудинский П.Г., Залесский В.Н. Диспетчерское управление энергосистемами. – Электрические станции, 1936, №12, с. 42-43.
18. Трофименко Д.Е. Способы предотвращения аварий с нарушениями статической устойчивости. – Электрические станции, 1941, №23-24, с. 8-9.
19. О применение звукозаписи телефонных разговоров на диспетчерских пунктах. – Электрические станции, 1955, №4, с. 54.
20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.
21. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ На/Сост. Ю.В.Бородин,

В.Н.Извеков, Е.В.Ларионова, А.М.Плахов. - Томск: Изд – во Томского политехнического универ-та, 2014. – 20 с

22. ГОСТ 12.1.007 – 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

23. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ На/Сост. Ю.В.Бородин, В.Н.Извеков, Е.В.Ларионова, А.М.Плахов. - Томск: Изд – во Томского политехнического универ-та, 2014. – 20 с

24. СанПиН 2.2.2/2.4.2732-10. Гигиенические требования к персональным электронно - вычислительным машинам и организации работы. - М.: Минюст России, 2010.

25. СанПиН № 5802-91, ГКСЭН, 1991 г. Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)

26. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. - М.: Минюст России, 2003.

27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. - М.: Минздрав России, 2003.

28. Расчет искусственного освещения: методические указания к выполнению индивидуальных заданий БЖД-4Б для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ / Томский

политехнический университет; сост. О. Б. Назаренко. — Томск: Изд-во ТПУ, 2002. — 15 с.: ил.. — Библиогр.: с. 14.

29. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ) утверждены приказом министерства труда и социальной защиты российской федерации от 24.07.2013 №328Н.

30. Чекалин Н. А. Охрана труда в электротехнической промышленности. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 272 с.

31. МЧС России [Электронный ресурс]. – URL: http://www.fire.mchs.gov.ru/training/s82/#_Тос291494930, свободный. – Яз.: рус. Дата обращения: 23.05.2014 г.

32. Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30.12.2001. №197-ФЗ// принят ГД ФС РФ 21.12.2001.

33. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. - М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.

34. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации: [от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ, в ред. от 28.12.2013 г.] // Собр. законодательства Рос.Федерации. - 2011. - № 48. - Ст. 6724.