

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

МП.12.8-2022

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРЕДПИСАНИЯ

к выполнению курсового проекта
по дисциплине
«Электробезопасность»

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Методические предписания по выполнению и оформлению курсового проекта системы защиты персонала от поражения электрическим током в производственном подразделении (цехе, участке) (по вариантам) по дисциплине «Электробезопасность» для студентов заочной формы обучения, направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. – Чайковский, 2022 – 30 с..

Составил ст. преподаватель

М.А.Шергина

Методические предписания обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Автоматизации, информационных и инженерных технологий» ЧФ ПНИПУ 05.12.2022 г., протокол № 14.

Методические предписания к выполнению курсового проекта рекомендованы методической комиссией ЧФ ПНИПУ для использования в учебном процессе (протокол № 4 от 29.12.2022)

©Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Чайковский филиал, 2022
©Шергина М.А., 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Задание на курсовой проект	5
2. Структура курсового проекта	5
3. Порядок выполнения курсового проекта	6
4. Требования к оформлению курсового проекта	11
5. Порядок защиты курсового проекта	16
6. Методические указания по выполнению основного раздела	19
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсового проекта	27
Приложения	28

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект «Системы защиты персонала от поражения электрическим током в производственном подразделении» по дисциплине «Электробезопасность» выполняется в соответствии с учебным планом направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Она посвящена анализу систем защиты персонала от поражения электрическим током, анализу электротравматизма на рабочем месте.

Цель курсового проекта — закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе изучения курса «Электробезопасность», развитие навыков самостоятельной работы при решении конкретных задач по обеспечению безопасной работы на производстве.

Курсовой проект выполняется в течение одного семестра в соответствии с графиком, рекомендуемым преподавателем, и должен быть закончен и сдан на проверку не позднее, чем за 2 недели до начала сессии.

Во время работы над заданием студент может систематически получать консультации руководителя курсового проекта. На консультациях также ведется учет фактически выполненной работы, для чего студент должен представлять преподавателю задание и черновые записи. Поэтому посещение консультаций не реже 1 раза в 2 недели является обязательным.

Студенту предоставляется большая самостоятельность в решении поставленной задачи, однако для исключения возможных грубых ошибок рекомендуется согласовывать все принципиальные вопросы с руководителем курсового проекта.

Выполнение курсового проекта требует в среднем 15-20 часов, включая оформление.

Оформленная курсовой проект сдается на проверку преподавателю. При выявлении принципиальных ошибок работа возвращается студенту на доработку. После проверки проводится собеседование, во время которого преподаватель знакомит исполнителя со своими замечаниями по работе и задает ему вопросы в рамках выполненного задания и соответствующих теоретических положений.

При определении оценки принимаются во внимание степень самостоятельности выполнения работы, качество проработки всех вопросов, правильность оформления пояснительной записки, а также учитывается своевременность сдачи работы и результаты собеседования.

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Исходные данные для выполнения курсового проекта выдаются студенту в виде задания, где указано предприятие и его схема электроснабжения (цеха, подстанции и т.д., по вариантам)

Необходимо выполнить следующие пункты:

1. Описать технологическую схему технологического процесса.
2. Провести анализ:
 - производственной безопасности на участке путем идентификации электроопасных производственных факторов и рисков;
 - средств защиты работающих;
 - электротравматизма на производственном объекте.
3. Оценить действующие мероприятия по снижению электроопасных производственных факторов, обеспечения электробезопасных условий труда.
4. Разработать план мероприятий по улучшению условий труда с точки зрения электробезопасности.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

По объему курсовой проект должен быть не менее 20-25 страниц печатного текста.

Примерная структура курсового проекта представлена в Таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Элемент структуры курсового проекта	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист (<i>Приложение А</i>)	1
2	Задание	1
3	Содержание	1
4	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
5	Введение	1-2
6	Основная часть	15-19
7	Раздел 1. Способы и средства защиты в электроустановках	6-7
7.1	Раздел 2. Разработка мероприятий, направленных на защиту персонала от поражения электрическим током	6-8
7.2	Заключение	1-2
8	Библиографический список	не менее 7 источников
9	Приложения	При необходимости

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Выбор темы

Примерная тема курсового проекта «Системы защиты персонала от поражения электрическим током в производственном подразделении» направлена на практическое закрепление знаний теоретических основ дисциплины «Электробезопасность» и увязана с современными требованиями в области обеспечения безопасности персонала от воздействия электрического тока, электрической дуги и статического электричества. Примерные варианты задания на курсовой проект представлены в Таблице 2, Таблице 3.

Таблица 2

<i>Варианты индивидуальных заданий для определения сопротивления заземлителя</i>					
№ варианта	Конструкция заземлителя	Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	Коэффициент сезона	Длина заземлителя, м	Площадь, м ²
1.	Вертикальный стержень	25	1,5	3	
2.	Луч	60	2,5	10	
3.	Полный контур	40	2		25
4.	Сетка	150	3		81
5.	Луч	20	4	16	
6.	Сетка	100	1,3		400
7.	Полный контур	20	1,8		100
8.	Вертикальный стержень	60	1,5	4	
9.	Луч	150	2,5	12	
10.	Полный контур	25	2		100
11.	Сетка	60	3		225
12.	Луч	100	4	15	
13.	Сетка	40	1,3		36
14.	Полный контур	100	1,8		81
15.	Вертикальный стержень	150	1,5	3	
16.	Луч	100	2,5	10	
17.	Полный контур	20	2		49
18.	Сетка	60	3		81
19.	Луч	150	4	12	
20.	Сетка	25	1,3		196

21.	Полный кон- тур	60	1,8		144
22.	Вертикальный стержень	100	1,5	4	
23.	Луч	40	2,5	9	
24.	Полный кон- тур	100	2		25
25.	Сетка	150	3		64

Таблица 3

<i>Варианты индивидуальных заданий для определения эффективности работы зануления</i>					
№варианта	Длина воздушной линии, км	Номинальная мощность трансформатора, кВА	Удельное активное сопротивление, Ом/км	Удельное реактивное сопротивление петли «фаза-нуль», Ом/км	Номинальный ток расцепителя, А
1.	0,150	60	0,91	0,6	100
2.	0,08	40	0,5	0,5	125
3.	0,25	100	0,5	0,6	160
4.	0,3	400	0,91	0,6	60
5.	0,2	250	1,96	0,5	85
6.	0,05	25	0,91	0,4	40
7.	0,35	250	1,21	0	100
8.	0,1	80	0,91	0,6	100
9.	0,15	25	1,96	0,6	100
10.	0,08	250	0,91	0,5	125
11.	0,25	80	1,21	0,6	160
12.	0,3	60	0,91	0,6	60
13.	0,2	40	0,5	0,5	85
14.	0,1	60	0,91	0,4	40
15.	0,35	40	1,21	0	100
16.	0,1	100	0,5	0,6	100
17.	0,150	400	0,91	0,6	100
18.	0,08	250	1,96	0,5	125
19.	0,25	25	0,91	0,6	160
20.	0,2	250	0,5	0,6	60
21.	0,25	80	0,91	0,5	85
22.	0,05	25	0,5	0,4	40
23.	0,35	250	0,91	0	100
24.	0,1	80	1,96	0,6	100
25.	0,07	60	0,91	0,6	100

3.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсового проекта (Приложение Б) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи. Факт получения задания удостоверяется подписью студента.

3.3 Составление плана выполнения курсового проекта

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсового проекта, необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения курсового проекта с учетом графика учебного процесса (Таблица 4).

Таблица 4

№	Наименование действий	Исполнители	Сроки, № недели семестра
1	Выбор темы	Студент	2
2	Получение задания по курсовому проекту	Студент, Руководитель КП	2
3	Уточнение темы и содержания курсового проекта	Студент	3
4	Составление библиографического списка	Студент	3
5	Изучение нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение безопасности в электроустановках до 1000 В	Студент	4
6	Сбор материалов, подготовка плана курсового проекта	Студент	5
7	Анализ собранного материала	Студент	6
8	Предварительное консультирование	Студент, Руководитель КП	7
9	Написание теоретической части	Студент	8
10	Обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	Студент	9-10
11	Представление руководителю первого варианта курсового проекта и обсуждение представленного материала и результатов	Студент Руководитель КП	11
12	Составление окончательного варианта курсового проекта	Студент	12
13	Заключительное консультирование	Руководитель	13
14	Защита курсового проекта	Комиссия	15

3.4 Требования к разработке структурных элементов курсового проекта

3.4.1 Разработка введения

Во «Введении» рекомендуется сформулировать цели и задачи курсового проекта, социальную и экономическую значимость защиты персонала от воздействия негативных факторов производственной среды и трудового процесса.

3.4.2 Разработка основной части курсового проекта

Основная часть го проекта состоит из двух разделов:

Раздел 1. Способы и средства защиты в электроустановках.

Раздел 2. Разработка мероприятий, направленных на защиту персонала от поражения электрическим током.

В первом разделе курсового проекта рассматриваются способы и средства защиты персонала от воздействия электрического тока, электрической дуги и статического электричества.

Во втором разделе разрабатываются мероприятия, обеспечивающие защиту персонала от воздействия электрического тока, определяется сопротивление заземлителя и делаются выводы об эффективной работе зануления.

3.4.3 Разработка заключения

В «Заключении» студент подводит итоги работы и делает соответствующие выводы.

3.4.4 Оформление библиографического списка

В «Библиографическом списке» указываются сведения о книгах (автор, заглавие, место издания, издательство, год издания и количество страниц), нормативной правовой документации и т.д.

3.4.5 Оформление Приложения (при необходимости)

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсового проекта помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть: таблицы большого формата; статистически данные; фотографии средств измерения, индивидуальной и коллективной защиты, техническая документация и сертификаты на станки, оборудование и материалы, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

Рекомендуется общая процедура выполнения работы, в которую входят следующие этапы:

1. Осмысливание задачи, проработка литературы.
2. Преобразование исходных данных.
3. Построение математической модели.
4. Выбор метода решения.
5. Решение.
6. Анализ полученных результатов.
7. Оформление.

Выполнение курсового проекта следует начинать с осмысления поставленной задачи.

Нужно добиться четкого понимания каждого условия, каждого пункта требований, внимательно просмотреть исходные данные и оценить возможные пути решения. Такой подход позволяет целенаправленно подобрать литературу, необходимую для выполнения работы.

Выполнение курсового проекта завершается оформлением всех материалов в виде расчетно-пояснительной записки. Ориентировочный объем записки (не считая приложения) 15—20 страниц.

Изложение должно быть грамотным, последовательным и четким, без повторений.

Все решения необходимо обосновывать, а вводимые обозначения расшифровывать. Если преобразование исходных данных требует большого объема однотипных арифметических действий, то расчет поясняется на одном - двух примерах, а все окончательные результаты сводятся в таблицу.

Материалы в пояснительной записке рекомендуется располагать в следующем порядке:

1. Титульный лист (см. Приложение А).
2. Оглавление с указанием страниц.
3. Задание на курсовой проект.
4. Расчетно-пояснительная часть.
6. Заключение (выводы).
7. Список используемых источников.

При необходимости пояснительная записка может содержать приложения, в которые выносят вспомогательный материал, загромождающий основной текст.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11–2011)

1. Курсовой проект должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

2. Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части 20 мм; в нижней - 20 мм.

3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифт должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полупетитый. Абзацный отступ – 1,25 см.

4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине нижнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется.

5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.

6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.

7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.

8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.

9. На последней странице курсового проекта работы ставятся дата окончания работы и подпись автора.

10. Законченную работу следует переплести в папку.

4.2 Оформление ссылок (ГОСТ Р 7.0.5-2008)

При написании курсового проекта необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке.

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки.

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в не указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с.81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

4.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-2019)

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (*например*: Рисунок 1.1). Подпись к рисунку располагается под ним по середине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы – подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр.1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсового проекта. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

4.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-2019)

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициентанужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении вмещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

4.5 Оформление таблиц

На все таблицы в тексте должны быть ссылки.

Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например*: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например*: Приложение 2, табл.2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например*: Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают

параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

4.6 Оформление графических материалов

Графическая часть проекта представляется на листах формата А4 (210x297 мм) со штампом. Разрешается использовать миллиметровку соответствующего формата. На чертежах необходимо изобразить схему электроснабжения заданного предприятия, его подразделения, подстанции и т.д.

В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68* «Линии»; ГОСТ 2.304-81* «Шрифты», ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т.д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-2006 Оформление основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.101-2020 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

4.7 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-2019)

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова

"Приложение" следует буква (или цифра),обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

4.8 Требования к лингвистическому оформлению курсового проекта

Курсовой проект должен быть написан логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т.д.

При написании курсового проекта не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы».

5. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Ответственность за организацию и проведение защиты курсового проекта возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения курсового проекта. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых проектов, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых проектов, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых проектов примерной тематике, готовит к заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых проектов обучающихся, дает краткую информацию о порядке проведения защиты курсовых проектов, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых проектов на заседание кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительный отзыв руководителя. Не зачтённая работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых проектов проводится до начала экзаменационной сессии.

Защита курсового проекта включает:

- краткое сообщение автора продолжительностью 5-7 минут об

актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию деятельности анализируемой организации в рамках темы исследования;

- вопросы к автору проекта и ответы на них;
- отзыв руководителя.

Защита курсового проекта производится публично (в присутствии обучающихся, защищающих проекты в этот день) членам комиссии.

Если при проверке курсового проекта или защите выяснится, что обучающийся не является ее автором, то защита прекращается. Обучающийся будет обязан написать курсовой проект по другой теме.

При оценке курсового проекта учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;
- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

В соответствии с установленными правилами курсовой проект оценивается последующей шкале:

- на **"отлично"** оценивается работа, в которой студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсового проекта. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсового проекта соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсового проекта студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. При защите курсового проекта студент отвечает на вопросы;
- на **"хорошо"** оценивается работа, в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсового проекта. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсового проекта студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков. При защите курсового проекта студент владеет материалом, но отвечает не на все поставленные вопросы.
- на **"удовлетворительно"** оценивается работа, в соответствии с утвер-

жденным планом; расчеты, таблицы выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсового проекта. Грубые недостатки в оформлении курсового проекта; слабое владение специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки. При защите курсового проекта, испытывал затруднения при ответах на вопросы.

- на **"неудовлетворительно"** оценивается работа, выполненная не в соответствии с утвержденным планом, в которой не раскрыто содержание вопроса; допущены грубые ошибки в расчетах, таблицах. Студентом не сделаны выводы по теме курсового проекта. Грубые недостатки в оформлении курсового проекта. На защите курсового проекта студент показал поверхностные знания по теме, неправильно отвечал на вопросы.

По итогам защиты за курсовой проект выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОГО РАЗДЕЛА

Определение силы тока, протекающего через тело человека, в сети с изолированной нейтралью.

В сети напряжением $U_{\phi} = 220$ В с изолированной нейтралью (Рисунок 1) ток ($I_{чл}$), проходящий через тело человека сопротивлением ($R_{чл} = 1000$ Ом) в землю, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов сети ($R_{из}$), которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

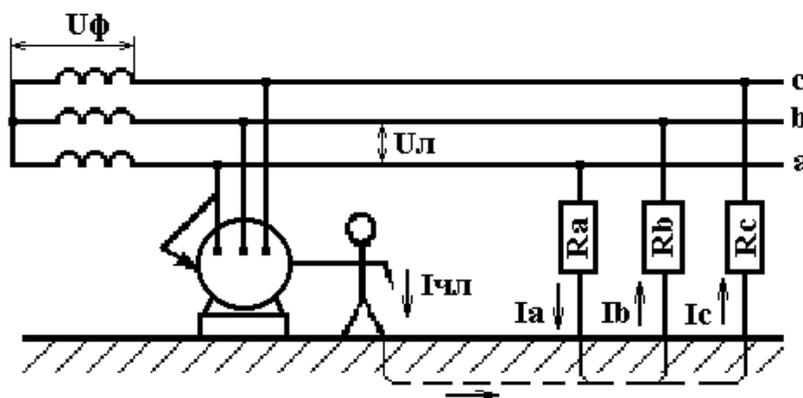


Рисунок 1 - Однофазное включение человека в трехфазную сеть с изолированной нейтралью.

a, b, c – фазы; U_{ϕ} – фазное напряжение; $U_{л}$ – линейное напряжение; $I_{чл}$ – ток, протекающий через тело человека; I_a, I_b, I_c – токи, стекающие на землю через сопротивления изоляции фазы (токи утечки); R_a, R_b, R_c – сопротивления изоляции фаз a, b, c относительно земли; на рис. 1 обозначен пробой фазы a на корпус.

Определите степень поражения человека электрическим током $I_{чл}$ (А) при заданных значениях параметров электрической сети и условий включения человека в сеть (Таблица 5). По данным вариантов 1, 3, 7 и 9 постройте график $I_{чл} = f(R_{из})$ и сделайте выводы.

Таблица 5.

Параметр	1	3	4	7
$R_{об}$	0	0	40	0
$R_{п}$	0	0	80	0
$R_{из}$	90	30	90	10

$R_{об}$ – сопротивление обуви, кОм; $R_{п}$ – сопротивление пола, кОм;
 $R_{из}$ – сопротивление изоляции одной фазы относительно земли, кОм.

Путь тока – рука-ноги. В этом случае, ток, проходящий через тело человека $I_{чл}$ (А), может быть определен по формуле:

$$I_{\text{чл}} = \frac{U_{\phi}}{(R_{\text{чл}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + \frac{R_{\text{нз}}}{3})}$$

Определение силы тока, протекающего через тело человека, в сети с глухозаземленной нейтралью.

В сети напряжением $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ с глухозаземленной нейтралью (Рисунок 2) цепь тока, проходящего через человека, помимо сопротивлений тела человека, его обуви и пола, на котором он стоит, включает и сопротивление заземления нейтрали источника тока. Сопротивление заземления нейтрали в соответствии Правилами устройства электроустановок $R_0 \leq 10 \text{ Ом}$, что значительно меньше сопротивления тела человека ($R_{\text{чл}} = 1000 \text{ Ом}$).

Определите степень поражения человека электрическим током $I_{\text{чл}}$ (А) при заданных значениях параметров электрической сети и условий включения человека в сеть (Таблица 6). Выясните, в каких вариантах задания ток для человека смертелен.

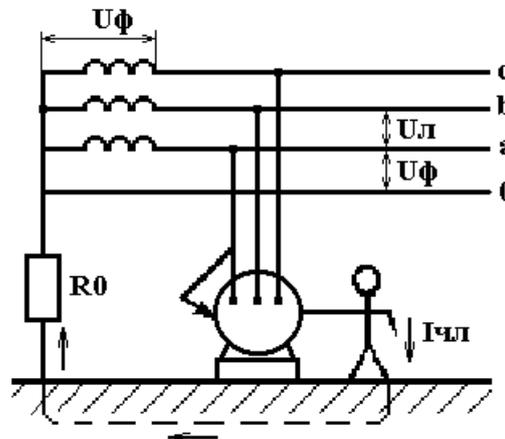


Рисунок 2 - Однофазное включение человека в трехфазную сеть с глухозаземленной нейтралью.

0 – нулевой провод; R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом. На рисунке 2 обозначен пробой фазы а на корпус.

Таблица 6.

Параметр	0
$R_{\text{об}}$	0
$R_{\text{п}}$	70
R_0	1000

$R_{об}$ – сопротивление обуви, кОм; $R_{п}$ – сопротивление пола, кОм.
 В этом случае $I_{чл}$ (А) определяют по формуле:

$$I_{чл} = \frac{U_{\phi}}{(R_{чл} + R_{об} + R_{п} + R_0)}$$

Определение силы тока, проходящего через тело человека, в сетях с различным режимом нейтрали при прикосновении человека к корпусу электроустановки при наличии защитного заземления.

Для электрических сетей напряжением $U_{\phi} = 220$ В с различным режимом нейтрали (Рисунок 3 а,б) в случае пробоя фазы а на корпус электроустановки определить степень поражения человека электрическим током $I_{чл}$ (А) при заданных значениях параметров электрической сети и условий включения человека в сеть. Задачу решить отдельно для сети с глухозаземленной нейтралью и изолированной.

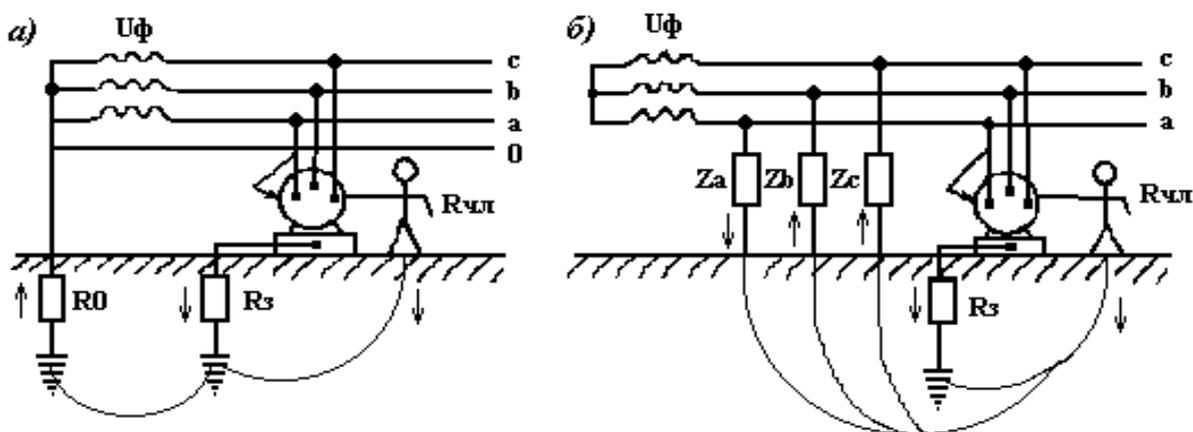
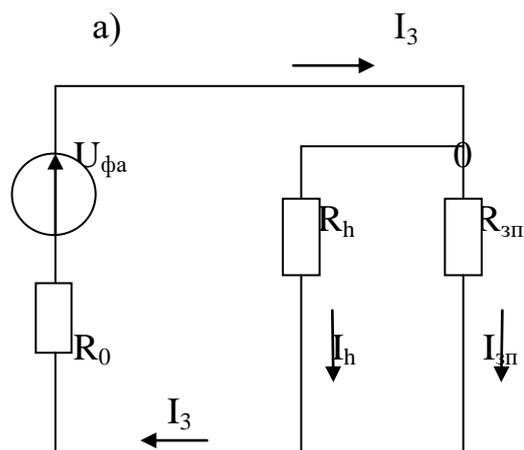


Рисунок 3 - Схема защитного заземления в сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной (а) и изолированной (б) нейтралью.

$R_з$ – сопротивление заземляющего устройства, Ом; $R_{чл}$ – сопротивление тела человека (1000 Ом), Z_i – полное сопротивление одной фазы относительно земли.

Эквивалентные замещающие схемы:



Согласно 1 и 2 законам Кирхгоффа:

$$\begin{cases} I_3 = I_{3\pi} + I_h \\ U_{\phi a} = I_{3\pi} \cdot R_{3\pi} + I_3 \cdot R_0 \\ U_{\phi a} = I_h \cdot R_h + I_3 \cdot R_0 \end{cases}$$

$$I_h \cdot R_h = I_{3\pi} \cdot R_{3\pi}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a} - I_3 \cdot R_0}{R_h}$$

$$I_3 = I_h + I_{3\pi} = I_h + \frac{I_h \cdot R_h}{R_{3\pi}}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a} - \left(I_h + \frac{I_h \cdot R_h}{R_3} \right) R_0}{R_h} = \frac{U_{\phi a}}{R_h} - \frac{I_h \cdot R_0}{R_h} - \frac{I_h \cdot R_0}{R_3}$$

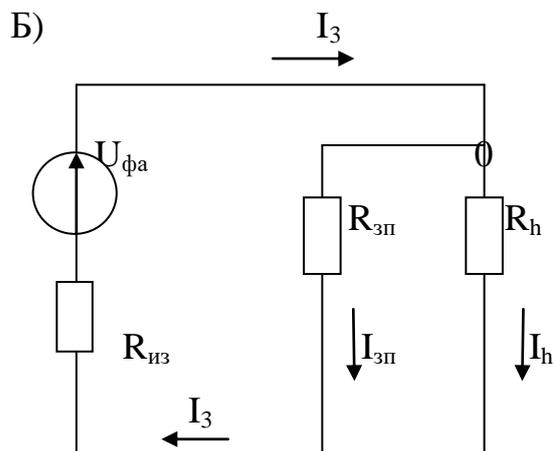
$$I_h + \frac{I_h \cdot R_0}{R_h} + \frac{I_h \cdot R_0}{R_3} = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h \left(1 + \frac{R_0}{R_h} + \frac{R_0}{R_3} \right) = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h \left(\frac{R_h \cdot R_3 + R_0 \cdot R_3 + R_h \cdot R_0}{R_h \cdot R_3} \right) = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a}}{R_h} \cdot \frac{R_h \cdot R_3}{R_h \cdot R_3 + R_0 \cdot R_3 + R_h \cdot R_0}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a} \cdot R_3}{R_h(R_0 + R_3) + R_0 \cdot R_3}$$



$$\begin{cases} I_3 = I_{3n} + I_h \\ U_{\phi a} = I_3 \cdot R_{3n} + I_{3n} \cdot \frac{R_{u3}}{3} \\ U_{\phi a} = I_h \cdot R_h + I_{3n} \cdot \frac{R_{u3}}{3} \end{cases}$$

$$I_h \cdot R_h = I_{3n} \cdot R_{3n}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a} - I_{3n} \cdot \frac{R_{u3}}{3}}{R_h}$$

$$I_{3n} = I_h + I_3 = I_h + \frac{I_h \cdot R_h}{R_{3n}}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a} - \left(I_h + \frac{I_h \cdot R_h}{R_{3n}} \right) \frac{R_{u3}}{3}}{R_h} = \frac{U_{\phi a}}{R_h} - \frac{I_h \cdot R_{u3}}{3 \cdot R_h} - \frac{I_h \cdot R_{u3}}{3 \cdot R_{3n}}$$

$$I_h + \frac{I_h \cdot R_{u3}}{3 \cdot R_h} + \frac{I_h \cdot R_{u3}}{3 \cdot R_{3n}} = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h \left(1 + \frac{R_{3n}}{3 \cdot R_h} + \frac{R_{u3}}{3 \cdot R_{3n}} \right) = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h \left(\frac{R_{3n} \cdot R_{3n} + R_h \cdot R_{u3} + 3 \cdot R_h \cdot R_{3n}}{3 \cdot R_h \cdot R_{3n}} \right) = \frac{U_{\phi a}}{R_h}$$

$$I_h = \frac{U_{\phi a}}{R_h} \cdot \frac{3 \cdot R_h \cdot R_{3n}}{R_{3n} \cdot R_{3n} + R_h \cdot R_{u3} + 3 \cdot R_h \cdot R_{3n}}$$

$$I_h = \frac{3 \cdot U_{\phi a} \cdot R_{3n}}{R_h \cdot R_{u3}}$$

$R_{из}$ – сопротивление изоляции одной фазы относительно земли, кОм. R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

Примечание: Для сети с глухозаземлённой нейтралью принять $R_{из}=0$, для сети с изолированной нейтралью $R_0=0$.

Если корпус электроустановки заземлен, то ток $I_{чл}$ (А), проходящий через тело человека (при $R_{об} = R_{п} = 0$), можно определить по формуле сеть с глухозаземленной нейтралью:

$$I_{чл} = \frac{U_{\phi} \cdot R_3}{R_{чл} (R_0 + R_3) + R_0 \cdot R_3}$$

Сеть с изолированной нейтралью:

$$I_{чл} = \frac{3U_{\phi} \cdot R_3}{R_{чл} \cdot R_{из}}$$

Расчёт заземляющего устройства.

Рассчитать защитное заземление потребителей электрической энергии, питающихся от сети трёхфазного переменного тока напряжением $U = 380/220$ В с изолированной нейтралью (система IT). Выполнить схему заземления потребителей. Исходные данные выбрать из Таблица 7.

Таблица 7.

Параметры	4
S	600
d	0,04
l	2
h	0,7
b	0,05
грунт	песок
климатическая зона	4-я
Расположение заземлителей	Выносное

S - мощность источника питания, кВА; d - диаметр трубы заземлителя, м; l - длина заземлителя, м; h - глубина заложения заземлителей, м; b - ширина соединительной полосы, м.

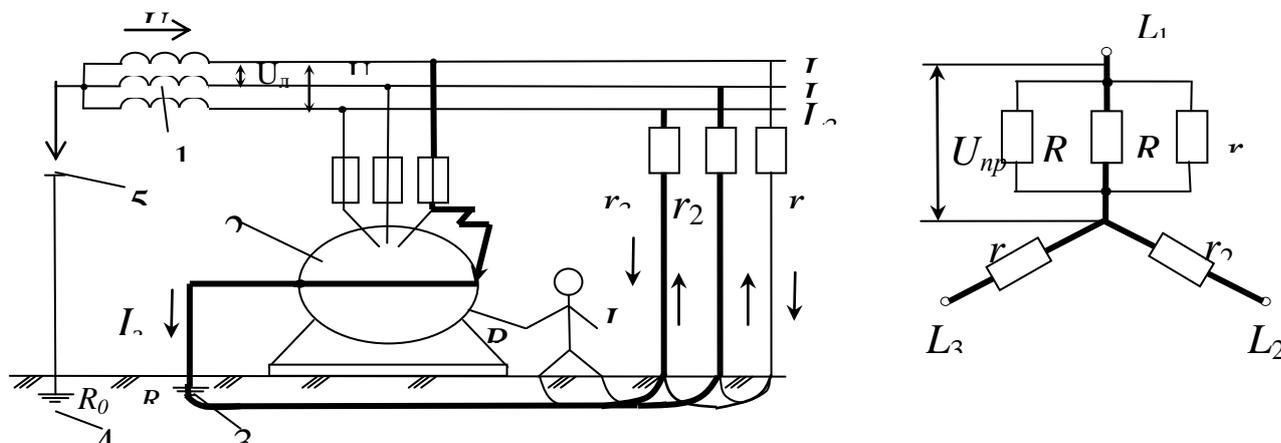


Рисунок 4 - Защитное заземление и схема замещения в трёхфазной трёхпроводной сети с изолированной нейтралью источника питания переменного тока: 1 – источник питания; 2 – открытая проводящая часть; 3 – защитное заземление; 4 – рабочее заземление; 5 – пробивной предохранитель

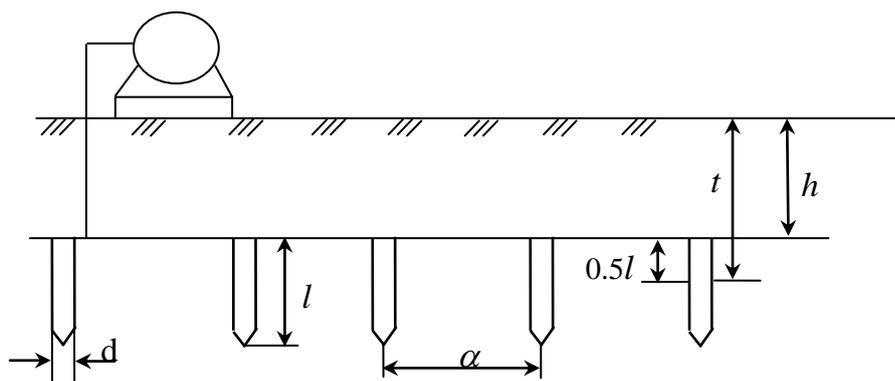


Рисунок 5 - Расчетная схема заземляющего устройства:

d – диаметр заземлителя; l – длина заземлителя; a – расстояние между заземлителями; h – глубина заложения заземлителя; t – расстояние от поверхности земли до середины заземлителя

1. Определяем нормированное значение сопротивления заземляющего устройства.

В соответствии с требованиями ПУЭ при напряжении до 1 кВ и мощности источника питания 600 кВА сопротивление защитного заземления принимаем $r_3 = 4 \text{ Ом}$.

2. Определяем сопротивление растеканию вертикального заземлителя по формуле:

$$R_B = \frac{\rho \cdot \left(\ln \left(\frac{2 \cdot l}{d} \right) + 0.5 \ln \left(\frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \right)}{2 \cdot \pi \cdot l}$$

Расчётное удельное сопротивление грунта по формуле:

$$\rho = \Psi_1 \cdot \rho_{\text{изм}}$$

Для песка принимаем:

$$\rho_{\text{изм}} = 700 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Коэффициент сезонности для вертикальных заземлителей, расположенных в 4-й климатической зоне принимаем:

$$\Psi_1 = 1,3;$$
$$\rho = \Psi_1 \cdot \rho_{\text{изм}} = 1,3 \cdot 700 = 910 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Расстояние от поверхности земли до середины заземлителя:

$$t = h + 0,5l = 0,7 + 0,5 \cdot 2 = 1,7 \text{ м};$$

Расчётное удельное сопротивление грунта определяется по формуле:

$$\rho = \Psi_2 \cdot \rho_{\text{изм}}.$$

Коэффициент сезонности для выносных заземлителей, расположенных в 4-й климатической зоне, принимаем:

$$\Psi_2 = 1,3;$$
$$\rho = \Psi_2 \cdot \rho_{\text{изм}} = 1,7 \cdot 700 = 1190 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$
$$R_n = 0.366 \cdot 1190 \cdot \frac{\ln \left(2 \cdot \frac{8^2}{0.05 \cdot 0.7} \right)}{8} = 447 \text{ Ом}.$$

5. Определяем сопротивление растеканию сложного заземляющего устройства по формуле:

$$R_{\text{сл}} = \frac{R_n \cdot R_B}{n \cdot R_n \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_n}$$

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

7.1 Основная литература

1. Беляков, Г.И. Электробезопасность: учебное пособие / Г.И. Беляков. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. –125с.
2. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учебник для бакалавров /Г.И. Беляков.–2-е изд., перераб. и доп.– М.: Издательство Юрайт , 2012.–572с.
3. Гридин, А.Д. Охрана труда и безопасность на вредных и опасных производствах: учебно-практическое пособие./ А.Д. Гридин.–М.: Издательство «Альфа –Пресс», 2011.–160с.
4. Производственная безопасность: учебное пособие/ под общ. ред. проф., д.т.н. А.А. Попова. –2-е изд.. испр. – СПб.: Изд-во « Лань»,2013. –432с.
5. Первая медицинская и доврачебная помощь: учебное пособие/ коллектив авторов; под ред. В.И. Оскреткова. – М.: КНОРУС,2018. –320с..
6. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / коллектив авторов; под ред. А.И. Сидорова. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС,2017. –610с.

7.2 Дополнительная литература

1. Титков, В.В. Перенапряжения и молниезащита [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Титков, Ф.Х. Халилов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань,2016.—224с.—Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/>
2. Юндин, М.А. Токовая защита электроустановок [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288с.—Режимдоступа:<https://e.lanbook.com/book/>
3. Ивакина Е.Г. Технические способы защиты от поражения током при повреждении изоляции электроустановок: методические указания / Е.Г. Ивакина, Г.Н.Смирнов, В.Г.Тихненко –М.: ООО «Мегаполис», 2017.–27с.
4. Ивакина Е.Г., Тихненко В.Г. Электробезопасность в электроустановках до 1000 В: методические указания к выполнению курсового проекта/ Е.Г. Ивакина,В.Г.Тихненко–М.: ООО«Мегаполис», 2018.– 30 с.

7.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсового проекта

1. <http://www.consultant.ru> Справочная правовая система «Консультант Плюс»(открытый доступ).
2. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).

Пример оформления титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра: Автоматизации, информационных и инженерных технологий
Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность: Безопасность технологических процессов и производств

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему «_____»

по дисциплине «Электробезопасность»

Выполнил:

студент группы _____

(Фамилия Имя Отчество)

Руководитель:

(должность, ученая степень, ученое звание)

(Фамилия Имя Отчество)

Оценка

« ____ » _____ 20__г

(подпись)

Чайковский 20_____

Приложение Б

Примерная форма задания

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра: Автоматизации, информационных и инженерных технологий
Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность: Безопасность технологических процессов и производств

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП)

Тема КП _____

Исходные данные к проекту _____

Перечень подлежащих разработке в работе вопросов:

Перечень дополнительного материала _____

Дата выдачи задания «_» _____ 20__ г.

Руководитель (подпись, ФИО) _____

Задание принял к исполнению (подпись обучающегося) _____
«_» _____ 20__ г.

Приложение В

Пример заполнения основной надписи (штампа) на чертежах

185																
10 10 10 10 15 10										120						
										(1)						
										(2)						
										15	15	20				
115 55	Должность		Фамилия		Подпись		Дата		(3)			Стадия	Лист	Листов		
	Разработчик		Руководит.		Зав. вып. каф.		Норм. конт.					(5)	(6)	(7)		
											(4)			(8)		
5																

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 - обозначение шифра документа, в том числе: код кафедры, номер учебной группы, год оформления графического документа, номер графического документа. Например- шифр документа – 08-21-15-01, где, 08 -кода кафедры АИИТ, 21 - номера учебной группы, 15 - год оформления графического документа, 01-номер графического документа;

- в графе 2 – наименование работы;

- в графе 3 – наименование раздела работы;

- в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже. Если на листе помещено одноизображение, допускается его наименование приводить только в графе 4.

Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе 4 не указывают (кроме случаев, когда спецификации или таблицы выполнены на отдельных листах).

- в графе 5 - условное обозначение вида документации: ДП - для дипломных проектов, КП- для курсовых проектов, БР- бакалаврская работа.

- в графе 6 – порядковый номер листа документа;

- в графе 7 – общее количество листов документа;

- в графе 8 - наименование учебного заведения и его подразделения, разработавшей документ.