

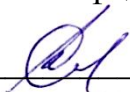
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

*Институт высокоточных систем имени В.П. Грязева
Кафедра «Электротехника и электрооборудование»*

Утверждено на заседании кафедры
«Электротехника и электрооборудование»
«15» января 2021г., протокол № 5-1

Заведующий кафедрой

 _____ А.А. Соловьев

**Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем
электроснабжения промышленных предприятий»**

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

с направленностью (профилем)
**Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,
организаций и учреждений**

Формы обучения: *очная, заочная*

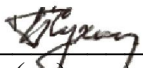
Идентификационный номер образовательной программы: 130302-01-18

Тула 2021 год

Разработчик:

Сухинин Б.В. проф., д.т.н., проф.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Елецкая Г.П. доцент, к.т.н., доцент

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа является одной из форм учебного процесса, направленной на развитие у студентов навыков самостоятельной творческой работы. Работа выполняется студентами направления 13.03.02 в седьмом семестре на тему «Решения задач электромонтажа и расчёта электропроводок в системах электроснабжения».

Работа входит в систему курсовых проектов и работ, запланированных на весь период обучения, дает практический опыт по выбору и расчёту параметров воздушных линий электропередач, кабельных линий, цеховых электрических сетей.

Назначение настоящих методических указаний – помочь студенту правильно организовать самостоятельную работу по выполнению и оформлению курсовой работы на основе предъявляемых к ним требований. Использование методических указаний позволит студентам сориентироваться в научной и справочной литературе, включая учебники, учебные пособия, научную и справочную литературу, ГОСТы, ПУЭ, СНиП.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ЦЕЛЬ курсовой работы (КР): изучение студентами принципов организации и информационного обеспечения, эксплуатации систем электроснабжения .

ЗАДАЧИ КР состоят в получении навыков использования нормативной документации, методик расчёта и выбора проводников по допустимому нагреву электрическим током для систем электроснабжения (СЭС), включая воздушные линии электропередачи, кабельные линии, цеховые электрические сети.

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

1.1 Тематика курсовой работы

Тематика курсовой работы отражает ряд важных практических задач. Исходные данные индивидуальны для каждого студента (Приложение 1-3) и заносятся в текст задания на курсовую работу.

При определении тематики руководитель курсовой работы с учётом индивидуальных способностей студентов может расширить класс решаемых задач.

1.2 Объем курсовой работы

Курсовая работа включает в себя пояснительную записку объёмом 15-20с. текста формата А4.

В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 пояснительная записка к курсовой работе в указанной последовательности должна содержать:

- титульный лист (Приложение 4);
- задание на курсовую работу (Приложение 5);
- аннотация;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников.

1.3 Защита курсовой работы

Защита курсовой работы представляет собой форму проверки степени овладения студентами навыками по решению задач монтажа, расчёта и выбора кабеля по допустимому нагреву электрическим и током. Процесс защиты состоит в устном сообщении студента по существу проделанной им работы и ответов на вопросы членов комиссии, утверждённой распоряжением по кафедре электротехники и электрооборудования. В сообщении студент должен осветить постановку задачи, методику ее решения и полученные результаты.

Курсовая работа оценивается по стобалльной системе. При неудовлетворительной оценке возможна повторная защита курсовой работы в соответствии с приказами и распоряжениями по университету.

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовл етворительн о	Удовлет ворительно	Хорошо	Отли чно

Бальная оценка по КР складывается из следующих составляющих: КР-курсовая работа(маx 25), Р-рицензия(маx 5), КД-качество доклада(маx 20), З-защита(маx 50).

В итоге суммарная оценка составит 100 баллов.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1 Методические указания по выполнению отдельных пунктов курсового проекта.

Аннотация должна содержать:

- сведения об объёме пояснительной записки, количестве страниц, количестве иллюстраций, таблиц, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст аннотации.

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание курсовой работы. Ключевыми словами являются слова и словосочетания из текста записки, которые несут существенную смысловую нагрузку с точки зрения информационного поиска. Перечень должен включать от 5 до 15 ключевых слов в именительном падеже.

Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов с рубрикацией по ГОСТ 7.32-2017, с указанием номеров страниц, на которых размещено начало материала разделов, подразделов, пунктов.

Перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов оформляется в том случае, если общее количество сокращений, символов, терминов более 20 и каждый из них повторяется в тексте не менее 3 раз.

Введение пояснительной записки должно содержать:

- формулировку цели и задач работы;
- краткую характеристику метода их решения.

Основная часть пояснительной записки должна содержать сведения о нормативной документации, результатах расчета конкретных задач, и анализа полученных данных. Расчеты, приводимые в записке, должны соответствовать методикам расчёта, иллюстрирующих смысл выполняемого расчета.

Основная часть пояснительной записки включает следующие разделы:

Раздел 1. Изучение принципов организации и информационного обеспечения, эксплуатации систем электроснабжения.

Раздел 2. Расчёт и выбор проводников СЭС по допустимому нагреву электрическим током, включая воздушные линии электропередачи, кабельные линии, цеховые электрические сети.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам работы и предложения о возможной области применения использованных методик расчета.

Список использованных источников должен содержать перечень литературы, включая учебники, учебные пособия, научную литературу, справочную литературу, ГОСТы, ПУЭ, СНиП использованные студентом при выполнении работы.

Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте записки. Допускается также расположение источников в перечне в алфавитном порядке. Сведения об источниках, включённых в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

Приложение по согласованию с преподавателем может содержать таблицы, графики, схемы. В случае выполнения расчётов на ЭВМ указать среду в которой выполнен расчет.

2.2. Общие требования к оформлению пояснительной записки (ПЗ)

Содержание пояснительной записки включает наименование всех разделов, пунктов и т.д. с указанием номеров страниц, на которых размещают начало материала, а также перечень условных обозначений, символов, единиц, терминов.

Титульный лист курсовой работы оформляется чертёжным шрифтом и является обложкой пояснительной записки. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют арабскими цифрами в правом верхнем углу (нечётные страницы) и в левом верхнем углу (чётные страницы).

Задание на курсовую работу составляется руководителем работы и включает в себя тему работы, исходные данные, необходимые для ее выполнения, время защиты курсовой работы.

Введение работы должно содержать оценку состояния решаемых вопросов, поставленную цель и задачу данной работы.

Основная часть работы должна выполняться в соответствии с методическими указаниями.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам работы.

Список использованных источников должен содержать перечень источников, использованных при выполнении работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки.

Пояснительная записка (ПЗ) должна быть написана от руки. Текст ПЗ должен быть написан аккуратно и разборчивым подчерком черными, синими или фиолетовыми чернилами или пастой. Плотность текста должна быть одинаковой.

Текст основной части ПЗ делят на разделы, подразделы, пункты. Каждый раздел ПЗ рекомендуется начинать с новой страницы.

Заголовки разделов пишут симметрично тексту более крупными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки подразделов пишут с абзаца (отступ 15-17 мм). Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 10-15 мм. Подчёркивать заголовки не допускается.

Цифровой материал оформляют в виде таблиц. Все таблицы (если их несколько) нумеруют последовательно арабскими цифрами. Над правым верхним углом таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием номера (без знака №) раздела и порядкового номера таблицы в разделе, разделенных точкой. Если в ПЗ одна таблица, то ей номер не присваивают.

Заголовки граф таблиц должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. Высота строки должна быть не менее 8 мм.

Графу «№ п\п» в таблицу не включают.

Иллюстрации обозначают словом «Рис.» и нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рис. 1.3» (третий рисунок первого раздела).

Если в ПЗ приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют.

Иллюстрации (чертежи, таблицы, схемы, графики), которые расположены на отдельных страницах ПЗ, включают в общую нумерацию страниц.

Ссылки в тексте на использованные источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку использованных источников, выделенный двумя квадратными скобками.

Например: [4].

Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в скобках.

Например: «... в формуле (2.3)».

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «Таблица» в тексте пишут полностью, если таблица не имеет номера и сокращено, если имеет номер.

Например: «... в табл.1.2.».

В повторных ссылках на таблицы, иллюстрации и формулы указывают сокращенное слово «смотри».

Например «см. табл.2.4.».

Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации.

Например: «рис.1.3.».

2.3 Методические указания к выполнению разделов основной части курсового проекта

Выполнение раздела 1 Изучение принципов организации и информационного обеспечения, эксплуатации систем электроснабжения.

При выполнении заданий необходимо выбрать вариант согласно номеру в списке студентов группы (см. Приложения 1) и воспользоваться лекционным материалом и материалами, приведёнными в списке литературы. Ответы на вопросы должны содержать подзаголовки соответствующие поставленным в вопросах задачам. Все использованные в ответах аббревиатуры и сокращения должны быть расшифрованы.

Выполнение раздела 2. - Расчёт и выбор проводников СЭС по допустимому нагреву электрическим током, включая воздушные линии электропередачи, кабельных линии, цеховые электрические сети.

Второй раздел курсовой работы включает решение задач определения сечения проводов и кабелей СЭС по допустимому нагреву электрическим током.

При протекании по проводнику (провод, кабель, шина) электрического тока происходит его нагрев. Нагрев изменяет физические свойства проводника. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции, вызывает перегрев контактных соединений, перегорание проводника, что может привести к пожару или взрыву при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Максимальная температура нагрева проводника, при которой изоляция его сохраняет диэлектрические свойства и обеспечивается надёжная работа контактов, называется **предельно допустимой**, а наибольший ток, соответствующий этой температуре, - **длительно допустимым током по нагреву**.

Длительно допустимый ток по нагреву при заданных температурных условиях (допустимой температуры нагрева жил и температуры окружающей среды по нормам) материала проводника и его сечения определяется из уравнения теплового баланса для проводника.

Для практических расчетов пользуются готовыми таблицами длительно

допустимых токов по нагреву проводников из различных материалов при различных условиях прокладки.

Величина длительно допустимого тока для проводников зависит от его материала, сечения, изоляции, условий охлаждения и т.д.

Установлена длительно допустимая температура жилы проводника - 50...80°C (в зависимости от типа изоляции и напряжения). Установлена также нормативная (условная) температура окружающей среды (25°C - при прокладке проводников внутри и вне помещений в воздухе, 15°C - при прокладке в земле и в воде).

Для выбора сечения проводника по условиям нагрева тиками нагрузки сравниваются расчетный (I_P) и допустимый ($I_{дон}$) токи для проводника принятой марки и с учетом условий его прокладки. При этом должно соблюдаться соотношение

$$I_{дон} \geq \frac{I_P}{K_{II}},$$

где K_{II} - поправочный коэффициент на условия прокладки проводов и кабелей, зависящий от фактической температуры земли и воздуха (**табл. 1.1**); I_P - расчетный ток длительного режима работы электроприемника (электроприемников); для одиночного электроприемника за расчетный ток принимается его номинальный ток, для группы электроприемников - расчетный ток, определяемый одним из существующих методов расчета (обычно методом упорядоченных диаграмм показателей графиков электрических нагрузок).

$I_P = I_{IIВ} \sqrt{ПВ}$ - расчетный ток повторно-кратковременного режима работы электроприемников с продолжительностью включения (ПВ) более 0,4;

$I_P = I_{IIВ} \frac{\sqrt{ПВ}}{0.875}$ - расчетный ток повторно-кратковременного режима работы

Во взрывоопасных помещениях сечения проводников для ответвлений к электродвигателям с короткозамкнутым ротором принимаются исходя из условия

$$I_{дон} \geq \frac{1.25 I_P}{K_{II}}.$$

Для проводов и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, для их длительно допустимых

токов вводятся снижающие коэффициенты 0,6...0,85 в зависимости от количества положенных рядом проводов или кабелей (п. 1.3.10,1.3.11 ПУЭ).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься в табл. 1.3.4 и 1.3.5 ПУЭ, как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей - по табл. 1.3.6 -1.3.8 ПУЭ, как для кабелей, проложенных в воздухе. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 1.3.4 и 1.3.5 ПУЭ, как для проводов, проложенных открыто (в воздухе) с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7-9 и 0,6 для 10-12 проводов.

Допустимые длительные токи для проводов, проложенных в лотках, при однорядной прокладке (не в пучках) следует принимать как для проводов, проложенных в воздухе.

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах, следует принимать по табл. 1.3.4-1.3.7 ПУЭ, как для одиночных проводов и кабелей, проложенных открыто (в воздухе) с применением снижающих коэффициентов, указанных в приложении 1 **табл. 1.2**

При выборе снижающих коэффициентов контрольные и резервные провода и кабели не учитываются.

Длительно допустимые токи кабелей с бумажной изоляцией, проложенные в траншее, корректируются поправочными коэффициентами, учитывающими удельное сопротивление земли (приложение 3 **табл. 1.3**) и совместное количество работающих кабелей (приложение 3 **табл. 1.4**).

На период ликвидации послеаварийного режима продолжительностью не более 6 ч в сутки в течение 5 суток допускается перегрузка для кабелей: с полиэтиленовой изоляцией до 10% номинальной нагрузки, с поливинилхлоридной - до 15%, с бумажной - до 25%

В сетях, защищаемых от перегрузок [1], выбранные по необходимому условию проводники должны быть согласованы с их защитными аппаратами.

В сетях, не требующих защиты от перегрузки, выбранные по условию проводники также согласовываются с их защитными аппаратами, при этом допускается не выполнять расчетной проверки кратности тока короткого замыкания (КЗ) [1].

Во втором разделе предусмотрено решение четырех задач.

ЗАДАЧА 1

Постановка задачи.

Выбрать сечение жил кабеля и проводов по допустимому нагреву электрическим током при заданных параметрах СЭС силового электрооборудования промышленного предприятия. .

Исходные данные.

Силовой пункт (распределительный шкаф ШР-11) питается от щита (распределительного устройства) 0,4/0,23 кВ подстанции по кабелю с бумажной изоляцией марки ААШв, проложенному в земле (траншее). Фактическая температура среды не отличается от нормативной. В траншее находятся еще три рабочих кабеля, питающие других потребителей электроэнергетики.

Удельное сопротивление земли 200 см К/Вт.

От ШР-11 питаются электроприемники суммарной расчетной нагрузкой 82 А.

Электропроводка от ШР-11 к одному из электродвигателей ЭД1 ($P_{н1}=3$ кВт, $\cos\varphi_{н1} = 0,83$, $\eta_{н1} = 83,5\%$) выполняется изолированным проводом марки АПВ, проложенным в пластмассовой трубе. Проводка от ШР-11 к ЭД2 ($P_{н2}=2,2$ кВт, $\cos\varphi_{н2} = 0,83$, $\eta_{н2} = 82,5\%$, $ПВ = 40\%$) выполняется проводом АПВ, проложенным в лотке. Общее количество проводов в виде пучка в лотке составляет 9.

Проводка к электродвигателям 1 и 2 выполняется в нормальном производственном помещении с температурой воздуха +30°C.

Методические указания.

На первом этапе рассчитываем параметры проводников питающие двигатели от распределительного шкафа.

1. Выбираем сечение проводов для первого электродвигателя (ЭД1). Расчетный ток электродвигателя ЭД1

$$I_p = i_H = \frac{3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.83 \cdot 0.825} = 6.7 \text{ А}$$

Для ЭД1 принимаем четыре провода с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией (АПВ), проложенных в пластмассовой трубе.

По табл. 3.1 (приложение 3) в зависимости от нормированной (условной) температуры среды (+25°C), нормированной температуры жил (+65°C) и фактической (расчетной) температуры среды (+30°C) находим значение поправочного коэффициента 0,94.

Тогда условие выбора сечения провода

$$I_{доп} \geq \frac{6,7}{0,94} = 7,13 \text{ А}$$

По табл. 1.3.5 [1] при условии прокладки четырех одножильных проводов в одной трубе (при определении числа проводов, прокладываемых в одной трубе, нулевой рабочий провод четырехпроводной сети или заземляющая жила в расчет не принимается) находим ближайшее большее или равное 7,13 А значение допустимого тока - 18 А и соответствующее ему сечение токопроводящей жилы - 2 мм². При выборе сечения необходимо учитывать условие механической прочности, по которому минимальное сечение проводов с алюминиевыми жилами составляет 2 мм², с медными - 1 мм², при прокладке кабелей с алюминиевыми жилами в траншеях - 6 мм².

Окончательно для питания ЭД1 принимаются 4 одножильных провода сечением 2 мм² - АПВ 4(1х2).

2. Произведем выбор сечения проводов для питания второго электродвигателя (ЭД2). Расчетный ток ЭД2 с учетом $PB = 40\%$: или $PB = 0,4$

$$I_P = I_1 = \frac{2,2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{0,4}}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,83 \cdot 0,825 \cdot 0,875} = 3,52 \text{ А}$$

Условие выбора с учетом поправочного коэффициента на температуру окружающей среды (см. выбор сечения провода для ЭД1) и коэффициента, учитывающего способ прокладки (9 проводов пучком в лотке)

$$I_{доп} \geq \frac{3,52}{0,94 \cdot 0,63} = 5,94 \text{ А}$$

По табл. 1.3.5 [1] ближайшее значение допустимого тока - 21 А (принимается как для проводов, проложенных открыто). Для питания ЭД2 принимается сечение провода 2 мм² - АПВ 4 (1х2).

На втором этапе рассчитываем сечение проводников соединяющие распределительный шкаф с распределительным устройством.

Выбираем сечение кабеля, питающего ШР-11. Расчетная нагрузка распределительного шкафа 82 А. Кабель ААШв с бумажной изоляцией. В траншее находятся четыре рабочих кабеля. Удельное сопротивление земли 200 см-К/Вт.

По табл. 3.4(приложение 3) поправочный коэффициент на количество работающих кабелей с бумажной изоляцией, лежащих рядом в земле, - 0,8. По табл. 3.3 поправочный коэффициент на допустимый длительный ток в зависимости от удельного сопротивления земли - 0,87. Поправочный коэффициент на температуру окружающей среды равен 1. Тогда условие выбора сечения кабеля

$$I_{don} \geq \frac{82}{0.8 \cdot 0.87 \cdot 1} = 117.82 \text{ А}$$

По табл. 1.3.16 ПУЭ ближайшее большее значение 135 А, что соответствует сечению токопроводящей жилы 35 мм².

Для питания ШР-11 принимается кабель ААШв (3х35+1х16 мм²).

Примечание: выбирая марку кабеля и провода, необходимо дать расшифровку обозначения марки кабеля.

ЗАДАЧА 2

Постановка задачи.

Выбрать и рассчитать сечения кабельных линий для электрической системы электроснабжения офиса.

Исходные данные.

Офис малого предприятия (сухое помещение на 1 этаже жилого дома), в помещении расположены электроприёмники: компьютеры (300 Вт), принтеры (200 Вт), телевизоры (500 Вт), освещение (1500 Вт), телефоны с автоответчиком (200 Вт). Количество оборудования к каждому варианту берём из таблицы (Таблица 1).

Методические указания

1. Обосновать условия выбора кабеля для электрической системы электроснабжения офиса (ПР, ПВ, АППВС, АПВ) и условия прокладки (скрытая или открытая) кабельных линий в офисе.

Выбираем кабель для питания офиса, учитывая материал токопроводящей жилы (алюминий или медь) и количество электроприёмников.

Определить сечение по зависимости:

$$Q = \frac{P_1 + P_2 \dots + P_n}{U \cdot \delta}$$

где Р – мощность приёмника электроэнергии, n – количество приёмников электроэнергии, δ – плотность тока (медь – 5 А/мм², алюминий 3.5 А/мм²), U – переменное напряжение тока (220 В).

Полученное значение необходимо скорректировать в соответствии со стандартными значениями.(...)

Сделать вывод по проделанной работе указав конкретные параметры рассчитанного кабеля в соответствии с исходными данными.

ЗАДАЧА 3

Постановка задачи.

Выбрать и рассчитать сечения кабельных линий для силовой и общей электрических цепей системы электроснабжения цеха.

Исходные данные.

Цех по производству деревянных изделий в подвале производственного помещения в условиях повышенной влажности. В помещении расположены: станки С-1 и С-2 с заданной мощностью, работающие попеременно или одновременно; в помещении имеется вытяжка и освещение. Мощности электроприёмников указаны в таблице 2.

Методические указания.

1.Обосновать условия выбора кабеля для силовой системы электроснабжения (ВРГ, ВВГ, АВРГ, АВВГ, АНРГ) и условия прокладки (скрытая, открытая) кабельных линий в цехе.

Выбирая кабель для питания станков, учитываем материал (медь, алюминий) токопроводящей жилы, количество приемников и их режим работы (совместный или раздельный).

Определить сечение провода по зависимости:

$$Q = \frac{P_1 + P_2 \dots + P_n}{U \cdot \delta},$$

где Р – мощность приёмника электроэнергии , n – количество приёмников электроэнергии (работающих совместно), δ – плотность тока (медь – 5 А/мм², алюминий 2.5 А/мм²), U – переменное напряжение тока (220 В).

В случае попеременной работы станков сечение провода рассчитывается для каждой мощности отдельно.(Q₁,Q₂...Q_n)

Полученное значение необходимо скорректировать в соответствии со стандартными значениями.(...)

Сделать вывод по проделанной работе указав конкретные параметры рассчитанного кабеля с расшифровкой в соответствии с исходными данными.

2. Обосновать условия прокладки (скрытая, открытая) кабельных линий в цехе и выбор кабеля для общей системы электроснабжения (АВВГнг-LS,АБВШВ,ВВГ,АТПРФ).

Расчёт выполняется в последовательности согласно методическим указаниям пункта 1.

Полученное значение необходимо скорректировать в соответствии со стандартными значениями.(...)

ЗАДАЧА 4.

Постановка задачи.

Выбрать и рассчитать сечения высоковольтных линий и линий отвода электроснабжения производственного участка малого предприятия.

Исходные данные.

Производственный участок запитан от ТП-1 высоковольтной линией идущей по опорам вдоль участков. На каждой опоре расположены светодиодные лампы мощностью 200 Вт. От опор идут линии отвода к каждому строению. Количество опор и строений указано в таблице 3.

Методические указания.

1. Обосновать условия выбора кабеля для высоковольтной линии электроснабжения (АРТ, АВТ-1, СИП-1, СИП-2) производственного участка.

Выбирая кабель учитываем количество строений .

Определить сечение провода по зависимости:

$$Q = \frac{P_1 + P_2 \dots + P_n}{U \cdot \delta} ,$$

где Р – мощность приёмника электроэнергии , n – количество приёмников электроэнергии, δ – плотность тока (алюминий 3 А/мм²), U – переменное напряжение тока (220/380 В).

Полученное значение необходимо скорректировать в соответствии со стандартными значениями.(...)

Сделать вывод по проделанной работе указав конкретные параметры рассчитанного кабеля в соответствии с исходными данными.

2. Обосновать условия выбора кабельной линии электроснабжения отвода освещения (АРТ, АВТ-1, СИП-1, СИП-2).

Расчёт выполняется в соответствии методическими указаниями пункта 1.

Полученное значение необходимо скорректировать в соответствии со стандартными значениями.(...)

Сделать вывод по проделанной работе указав конкретные параметры рассчитанного кабеля в соответствии с исходными данными.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Выбор варианта заданий для раздела 1 курсовой работы

Контрольное задание состоит из трёх вопросов. Номер варианта контрольных вопросов выбирается по номеру в списке группы:

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вопрос 1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10

Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вопрос 2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10

Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Вопрос 3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10

Варианты вопроса 1

1.1. Состав и организация электромонтажных работ, структура электромонтажных организаций и функциональные связи отдельных звеньев. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.2. Состав и организация пусконаладочных организаций, их структура и функциональные связи отдельных звеньев. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.3. Основные направления научно-технического прогресса в электромонтажном производстве. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.4. Основные требования к объему и содержанию проектной документации. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.5. Индустриальные методы производства электромонтажных работ. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.6. Организация и подготовка электромонтажного производства. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.7. Выполнение электромонтажных работ в две стадии. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.8. Охрана труда при выполнении электромонтажных работ. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.9. Технологические карты на монтаж электрооборудования. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

1.10. Проект подготовки и производства электромонтажных работ (ППР). Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

Варианты вопроса 2

2.1. Выбор марки кабеля по условиям прокладки. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.2. Испытания масляных выключателей после монтажа. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.3. Требования ПУЭ к сооружению и монтажу открытых распределительных устройств. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.4. Объёмы и нормы приёмосдаточных испытаний и проверка смонтированных электропроводок. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.5. Монтаж оборудования комплектных РУ. Испытания после монтажа. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.6. Монтаж оборудования комплектных трансформаторных подстанций. Испытания после монтажа. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.7. Определение характера повреждения кабеля и выбор метода отыскания места повреждения. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.8. Требования ПУЭ к сооружению и монтажу открытых распределительных устройств. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.9. Монтаж магистральных и распределительных шинопроводов. Проверка, испытания после монтажа. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

2.10. Монтаж комплектных трансформаторных подстанций. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

Варианта вопроса 3

3.1. Область применения кабельных линий и общие требования к их монтажу. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.2. Сушка трансформаторов методом индукционных потерь в стали бака. Сушка под вакуумом. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.3. Оценка возможности включения без сушки трансформаторов, транспортируемых без масла. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.4. Оборудование, приспособления и приборы, применяемые при электромонтажном производстве работ, эффективность их применения. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.5. Конструкция и область применения соединительных муфт. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.6. Технология монтажа воздушных линий электропередачи. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.7. Технология монтажа комплектных распределительных устройств серии КРУ. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.8. Технология монтажа силовых трансформаторов. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.9. Технологические приемы получения контактных соединений электросваркой и пайкой. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

3.10 Общие требования к монтажу распределительных устройств напряжением до 1кВ. Техническая документация (СНиП, ПУЭ, ГОСТ, ТР ТС, РТМ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2.1 исходные данные для решения задачи 1 раздела 2

Вариант	Тип прокладки	Нагрузка	Среда, Т _{ср} , °С	Вариант	Тип прокладки	Нагрузка	Среда, Т _{ср} , °С
1	траншея(3)	АД-1.1, АД-1.2	пыльное помещение, Т _{ср} =25°С	11	траншея(3)	АД-1.1, АД-1.2	пыльное помещение, Т _{ср} =25°С
2	воздушная	АД-1.1, АД-1.2	влажное помещение, Т _{ср} =15°С	12	воздушная	АД-1.1, АД-1.2	влажное помещение, Т _{ср} =15°С
3	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	сухое помещение, Т _{ср} =5°С	13	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	сухое помещение, Т _{ср} =5°С

4	гофра	АД-1.1, АД-1.2	Влажное помещение Тср=10°С	14	гофра	АД-1.1, АД-1.2	Влажное помещение Тср=10°С
5	траншея(3)	АД-1.1, АД-1.2	жаркое помещение Тср=35°С	15	траншея(3)	АД-1.1, АД-1.2	жаркое помещение Тср=35°С
6	воздушная	АД-1.1, АД-1.2	пыльное помещение, Тср=25°С	16	воздушная	АД-1.1, АД-1.2	пыльное помещение, Тср=25°С
7	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	влажное помещение, Тср=15°С	17	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	влажное помещение, Тср=15°С
8	гофра	АД-1.1, АД-1.2	сухое помещение, Тср=5°С	18	гофра	АД-1.1, АД-1.2	сухое помещение, Тср=5°С
9	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	Влажное помещение Тср=10°С	19	кабель канал	АД-1.1, АД-1.2	Влажное помещение Тср=10°С
10	гофра	АД-1.1, АД-1.2	жаркое помещение Тср=35°С	20	гофра	АД-1.1, АД-1.2	жаркое помещение Тср=35°С

Таблица 2.2 Параметры нагрузки АД1, АД2

Вариант	Типоразмер	U _{ном} , В	P, кВт	η, %	Cosφ	Вариант	Типоразмер	U _{ном} , В	P, кВт	η, %	Cosφ
1	4AA56	380	0,18	66	0,76	11	4A250S2 Y3	380	75	91	0,89
	4AA56	220	0,25	68	0,77		4A250M2 Y3	220	90	92	0,9
2	4A63A2 Y3	380	0,37	70	0,86	12	4A280S2 Y3	380	110	91	0,89
	4A63B2 Y3	220	0,55	73	0,86		4A280M2 Y3	220	132	91,5	0,89
3	4A71A2 Y3	380	0,75	77	0,87	13	4A315S2 Y3	380	160	92	0,9
	4A71B2 Y3	220	1,1	77,5	0,87		4A315M2 Y3	220	200	92,5	0,9
4	4A80A2 Y3	380	1,5	81	0,85	14	4A355S2 Y3	380	250	92,5	0,9
	4A80B2 Y3	220	2,2	83	0,87		4A355M2 Y3	220	315	93	0,91
5	4A90L2 Y3	380	3	84,5	0,88	15	4AA56A4 Y3	380	0,12	63	0,66
	4A100S2 Y3	220	4	86,5	0,89		4AA56B4 Y3	220	0,18	64	0,64
6	4A100L2 Y3	380	5,5	87,5	0,91	16	4AA63A4 Y3	380	0,25	68	0,65
	4A112M2 Y3	220	7,5	87,5	0,88		4AA63B4 Y3	220	0,37	68	0,69
7	4A132M2 Y3	380	11	88	0,9	17	4A71A4 Y3	380	0,55	70,5	0,7
	4A160S2 Y3	220	15	88	0,91		4A71B4 Y3	220	0,75	72	0,73
8	4A160M2 Y3	380	18,5	88,5	0,92	18	4A80A4 Y3	380	1,1	75	81
	4A180S2 Y3	220	22	88,5	0,91		4A80B4 Y3	220	1,5	77	0,83
9	4A180M2 Y3	380	30	90,5	0,9	19	4A90L4 Y3	380	2,2	80	83
	4A200M2 Y3	220	37	90	0,89		4A100S4 Y3	220	3	82	0,83
10	4A200L2 Y3	380	45	91	0,9	20	4A100L4 Y3	380	4	84	0,84
	4A225M2 Y3	220	55	91	0,92		4A112M4 Y3	220	5,5	85,5	0,86

Примечание. В расчетах рекомендуется использовать стандартные напряжения Гост.(Табл.2.3)

Стандартные напряжения по ГОСТ 29322-2014

1 Системы и электрооборудование переменного тока с номинальным напряжением от 100 до 1000 В включительно

Номинальное напряжение системы переменного тока в диапазоне от 100 до 1000 В следует выбирать из значений, приведенных в Таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Системы и электрооборудование переменного тока с номинальным напряжением от 100 до 1000 В включительно

Номинальное напряжение трехфазных четырехпроводных или трехпроводных систем, В		Номинальное напряжение однофазных трехпроводных систем, В
50 Гц	60 Гц	60 Гц
-	120/208	120/240
230	240	-
230/400	230/400	-
-	277/480	-
-	480	-
-	347/600	-
-	600	-
400/690	-	-
1000	-	-

Значение 230/400 В является результатом эволюции систем 220/380 В и 240/415 В, которые завершили использовать в Европе и во многих других странах. Однако системы 220/380 В и 240/415 В до сих пор продолжают применять.

Значение 400/690 В является результатом эволюции системы 380/660 В, которую завершили использовать в Европе и во многих других странах. Однако систему 380/660 В до сих пор продолжают применять.

Значение 200 или 220 В также используют в некоторых странах.

Значения 100/200 В также используют в некоторых странах в системах с частотой 50 или 60 Гц.

В Таблице 2.3 трехфазные четырехпроводные системы и однофазные трехпроводные системы включают однофазные *электрические* цепи, присоединенные к этим системам.

Напряжения, превышающие 230/400 В, предназначены для применения в тяжелой промышленности и в больших торговых предприятиях.
 При нормальных условиях оперирования напряжение питания не должно отличаться от номинального напряжения системы больше чем на $\pm 10\%$.

Таблица 2.4. Количество электроприёмников СЭС офиса. Задача 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Компьютер	4	3	5	2	6	2	5	2	1	3	4	3	0	2
Принтер	2	1	3	4	3	0	2	0	4	2	2	1	3	1
Телевизор	2	0	1	2	3	1	1	2	2	1	0	2	1	2
Телефон с автоответчиком	2	2	1	0	2	1	2	2	1	3	4	3	0	2
Вариант	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Компьютер	2	0	1	3	4	6	2	0	5	4	2	3	0	0
Принтер	3	2	3	1	2	3	0	2	1	3	2	5	2	3
Телевизор	2	0	0	1	0	3	0	2	1	3	2	3	0	1
Телефон с автоответчиком	5	2	3	2	6	1	1	2	4	3	4	2	3	5

Таблица 2.5. Мощности электроприёмников СЭС цеха в кВт. Задача 3

№ Вариант	1/13/ 25	2/14/ 26	3/15/ 27	4/16/ 28	5/17	6/18	7/19	8/20	9/21	10/22	11/23	12/24
С-1	150	300	250	300	275	325	210	250	125	380	135	300
С-2	200	100	400	150	135	110	275	125	350	250	110	110
Вытяжка	1.5	1	2	1.2	1.6	1.8	1.3	1,1	2	1,3	1,1	1,8
Освещение	0.3	0.5	0.4	0.7	0.4	0.5	0.6	0,3	1,1	0,5	1,1	0,4

Режим работы станков С-1 и С-2 (одновременный(1-12) или попеременный(13-28) .

Таблица 2.6. Количество опор и электроприёмников СЭС производственных участков. Задача 4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Опоры	50	25	50	35	30	46	20	15	30	25	30	60	50
Строения	100	50	50	70	90	23	60	30	30	25	60	60	100
Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Опоры	15	75	32	14	24	34	64	52	63	52	9	45	55
Строения	15	75	64	28	48	38	64	102	126	52	18	90	110

Приложение 3

**Таблица 3.1 - Поправочные коэффициенты на токи для кабелей
неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от
температуры земли и воздуха**

Условная температура среды, °C	Нормирова нная температу ра жил, °C	Поправочные коэффициенты на токи при расчетной температуре среды, °C											
		-5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Таблица 3.2 - Снижающий коэффициент для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах

Способ прокладки	Количество проложенных проводов и кабелей		Снижающий коэффициент для проводов и кабелей, питающих	
	одножильный	многожильный	отдельные электроприемники с коэффициентом использования до 0,7	группы электроприемников и отдельные приемники с коэффициентом использования более 0,7
Многослойно и пучками	- 2	До 4	1,0	-
	3-9	5-6	0,85	-
	10-11	7-9	0,75	-
	12-14	10-11	0,7	-
	15-18	12-14	0,65	-
		15-18	0,6	-
Однослойно	2-4	2-4	-	0,67
	5	5	-	0,6

Таблица 3.3 - Поправочный коэффициент на допустимый длительный ток для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного сопротивления земли

Характеристика земли	Удельное сопротивление, см · К/Вт	Поправочный коэффициент
Песок влажностью более 9%, песчаноглинистая почва влажностью более 1%	80	1,05
Нормальная почва и песок влажностью 7-9%, песчано-глинистая почва влажностью 12-14%	120	1,00
Песок влажностью более 4 и менее 7%, песчано-глинистая почва влажностью 8-12%	200	0,87
Песок влажностью до 4%, каменистая почва	300	0,75

Таблица 3.4 - Поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах или без труб)

Расстояние между кабелями в свету мм	Коэффициент при количестве кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Приложение 2

Температура воздуха при эксплуатации

Исполнение	Категория размещения	Рабочее (предельное) значение температуры	
		Максимальное, °С	Минимальное, °С
У	1, 2, 3	+40 (+45)	−45 (−50)
	5	+35 (+35)	−5 (−5)
УХЛ	1, 2, 3	+40 (+45)	−60 (−70)
	5	+35 (+35)	−10 (−10)
Т, ТС	1, 2, 3	+50 (+60)	−10 (−10)
	5	+35 (+35)	+1 (+1)
О	1, 2	+50 (+60)	−60 (−70)
	5	+35 (+35)	−10 (−10)
М	1, 2, 3, 5	+40 (+45)	−40 (−40)
ОМ	1, 2, 3, 5	+45 (+45)	−40 (−40)
В	1, 2, 3	+50 (+60)	−60 (−70)
	5	+45 (+45)	−40 (−40)

Приложение 4

Рекомендации по выбору сечения кабелей и проводов для осветительных и силовых электроустановок

1) Для открытых проводов (на роликах) и проводов под перекрытиями — устаревший тип проводов — в настоящее время для замены используются кабели марок АВРГ, АВВГ, АНРГ, ВРГ, ВВГ и плоские провода марок АПН, АППВ, ППВ, а также круглые провода АТПРФ, ТПРФ;

2) Для скрытых проводов в резиновых (полутвёрдых) трубках используются провода АПР, АПВ, ПР, ПН и кабели АВРГ, ВРГ;

3) Для скрытых проводов без резиновых трубок (непосредственно внутри монтажных бетонных блоков) — алюминиевые провода АППВС и АПН, а иногда медные провода ПР, ПВ (важные объекты, школы, высшие учебные заведения, музеи, театры и т.п.);

4) Подвесная тросовая подвеска (наружная или уличная) выполняется составными проводами АРТ, АВТ-1, АВТ-2 или кабелями АВРГ, АВВГ, АВРГ, а в случае необходимости — проводом ТПРФ или АТПРФ (стальной провод, а вокруг него медные или чаще алюминиевые жилы);

5) В стальных трубах из нержавеющей стали (в агрессивных средах) — проводами АПР, АПВ, АПРТО, ПР, ПВ, ПРТО;

6) Проводка в коробах (метро, подземные коммуникации, помещения с агрессивной средой) выполняется проводами АПР, АПВ, ПР, ПВ, АПРТО или проводниками РКГМ, ПРКС обычно с теплостойкой и коррозионностойкой изоляцией. Для фиксации таких проводов обычно используются фарфоровые ролики, втулки и воронки.

Выбор сечения проводников и жил кабелей зависит от способа охлаждения токоведущих частей:

если провод или кабель свободна обдувается воздухом, то можно допустить плотность тока в медном проводе до 6 А/мм^2 , а в алюминиевом — до $3,5 \text{ А/мм}^2$;

для подвесных и тросовых проводов плотность тока может быть увеличена еще на 10...15%;

в скрытой проводке желательно иметь плотность тока не более 5 А/мм^2 для медного провода и 1.8 А/мм^2 — для алюминиевого;

в подземных сооружениях (коробах) плотность тока должна быть по крайней мере на 10% меньше, чем при скрытой проводке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем имени В.П. Грязева
Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент _____ группа _____
(Фамилия, инициалы)

1. Тема:
2. Исходные данные для расчета
3. Содержание пояснительной записки
 - 3.1. Введение
 - 3.2. Основная часть
 - 3.3. Заключение

Руководитель работы _____
(подпись, дата) (фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению _____ " ____ " _____ 20__ г.
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем имени В.П. Грязева
Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине
"Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения
промышленных предприятий"

Тема ""

Автор работы

(подпись, фамилия, инициалы)

Группа

Руководитель работы

(подпись)

(фамилия и инициалы)

Работа защищена

(дата)

Оценка

Члены комиссии.....

Тула _____

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).-М.: Энергоатомиздат, 1986,- 648 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ).- 4-е изд.-М.: Энергоатомиздат, 1986.- 392 с.
3. СНиП-111-33-76. Производство и приемка работ. Электротехнические устройства.- М.: Стройиздат, 1977.- 219 с.
4. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Текст] : учеб. пособ. / Н. К. Полуянович. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 395 с. - (Учебники для вузов. Специальная лит-ра).
5. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений/Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин.— 2-е изд., стер.— М.: Высш. шк., 2008.— 462 с: ил.
6. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. Москва ФОРУМ-ИНФРА-М, 2005.-214с
7. Кудрин Б.И., Магазинник Л.Т., Ошурков М.Г., Цырук С.А., Костин В.Н. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий / Под ред. проф. Б.И. Кудрина. – М.: Академия, 2016

