



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИДО
С.И. Качин

« _____ » _____ 2013 г.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ (ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ)

Методические указания и индивидуальные задания
для студентов ИДО, обучающихся по направлению
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Составители

И.О. Муравлев, С.Г. Обухов, А.С. Сайгаш

Семестр	5(8)	6(8)
Кредиты	4	3
Лекции, часов	6	4
Лабораторные занятия, часов	4	4
Практические занятия, часов	4	4
Индивидуальные задания	№ 1	№1
Самостоятельная работа, часов	123	94
Формы контроля	экзамен	зачет

Издательство
Томского политехнического университета
2013





УДК 621.311.018

Основы электроснабжения: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / сост. И.О. Муравлев, С.Г. Обухов, А.С. Сайгаш; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 55 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры электроснабжения промышленных предприятий « ____ » _____ 2013 года, протокол № ____.

Зав. кафедрой ЭПП,
профессор, доктор технических наук _____ Б.В. Лукутин

Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Основы электроснабжения» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника». Данная дисциплина изучается один семестр.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень лабораторных работ и темы практических занятий. Приведены варианты индивидуальных домашних заданий. Даны методические указания по выполнению индивидуальных домашних заданий.





ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	11
3.1. Тематика практических занятий (4 часа)	11
3.2. Перечень лабораторных работ (4 часа)	11
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ	13
4.1. Общие методические указания	13
4.2. Варианты домашних заданий и методические указания	17
5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ	24
5.1. Требования для сдачи экзамена	24
5.2. Вопросы для подготовки к экзамену	24
5.3. Образцы билетов к экзамену	26
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	27
ДИСЦИПЛИНЫ	27
6.1. Литература обязательная	27
6.2. Литература дополнительная	27
6.3. Учебно-методические пособия	28
6.4. Internet-ресурсы	28
ПРИЛОЖЕНИЕ	29



1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Основными целями дисциплины являются: формирование знаний по теории и принципам построения систем электроснабжения промышленных предприятий, получение практических навыков создания оптимальных систем электроснабжения и их эксплуатации.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

- к проектно-конструкторской деятельности, способного к проектированию, расчету и анализу систем электроснабжения промышленных предприятий;
- к производственной деятельности в сфере эксплуатации, монтажа, сервисного обслуживания и мониторинга электроэнергетического оборудования;
- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

Указанная дисциплина является одной из профилирующих; имеет как самостоятельное значение, так и является базой для ряда специальных дисциплин.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать:

- терминологию, основные понятия и определения; основные сведения об электрических приемниках и источниках питания промышленного предприятия;
- методы расчета электрических нагрузок потребителей электроэнергии;
- схемы, конструктивное выполнение и защитную аппаратуру для цеховых сетей напряжением до 1000 В;
- назначение и особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В; основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий.

уметь:

- определять расчетные электрические нагрузки и выбирать стандартное электрооборудование;
- выполнять расчеты рабочих и послеаварийных режимов схем электроснабжения промышленных предприятий;

- выполнять технико-экономические расчеты различных вариантов схем электроснабжения промышленных предприятий;
- выполнять схемы включения приборов контроля электроэнергии, аппаратуры защиты и автоматики; использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин.

иметь опыт:

- работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами;
- выполнения оптимизации схем электроснабжения объектов.

Изучение курса базируется на знаниях, полученных студентами по общеобразовательным дисциплинам, а также по предметам: «Теоретические основы электротехники», «Электромеханика», «Электрические машины».

Полученные знания по данной дисциплине используются при изложении ряда вопросов специальных дисциплин: «Электрическая часть станций», «Электроэнергетические системы и сети», «Спецвопросы электроснабжения промышленных предприятий», «Энергоэффективность преобразования и транспортировки электроэнергии», «Основы расчета и проектирования электроснабжения промышленных предприятий».

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им свободно ориентироваться в методах проектирования и обслуживания систем электроснабжения; разбираться в организационных и практических вопросах эксплуатации и оптимизации промышленных предприятий; иметь навыки практического расчета систем электроснабжения предприятия.

Освоение дисциплины позволит обучающимся используя техническую и справочную литературу решать типовые задачи выбора элементов систем электроснабжения промышленных предприятий, эксплуатировать электротехническое оборудование в соответствии с нормативными требованиями.

В соответствии с поставленными целями после изучения дисциплины «Основы электроснабжения» обучающиеся должны:

знать:

- современные тенденции развития технического прогресса;
- схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций; схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; электрооборудования высокого напряжения; основные схмотехнические решения устройств силовой электроники;

– инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике;

– элементные базы электрооборудования и установок их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники;

уметь:

– применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;

– применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования систем электроснабжения;

– выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки;

иметь опыт:

– использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля;

– приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора;

– аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа, логики различного рода рассуждений; навыками критического восприятия информации;

– анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;

– расчета параметров электроэнергетических и электротехнических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Общие вопросы электроснабжения промышленных предприятий

Краткое содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Структура электроэнергетической отрасли России. Понятие о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии. Структура электрических систем и сетей. Уровни электроснабжения промышленных предприятий. Назначение и типы электрических станций. Электротехнологические и осветительные установки.

Рекомендуемая литература [1–6], [11].

Методические указания

Обратите внимание на современные технологические и осветительные установки.

Вопросы для самоконтроля

1. Структура электрических систем и сетей (определения электрической сети, системы, трансформаторная подстанция, цеховая трансформаторная подстанция, глубокий ввод).
2. Электротехнические и осветительные установки.
3. Основные требования к электроснабжению промышленных предприятий (технические, экономические).

Тема 2. Приемники электроэнергии на промышленных предприятиях

Режимы работы промышленных потребителей электроэнергии. Электрические нагрузки промышленных установок. Графики нагрузки. Методы расчета электрических нагрузок. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. Расчет однофазных нагрузок.

Рекомендуемая литература [1–9], [11].

Методические указания

Внимательно прочитайте ПУЭ.

Вопросы для самоконтроля

1. Уровни электроснабжения промышленных предприятий.
2. Понятие расчетных нагрузок промышленных предприятий.
3. Графики нагрузок электроприемников, показатели, характеризующие приемники электрической энергии и их графики нагрузки.
4. Характеристика электроприемников по бесперебойности электроснабжения.
5. Режимы работы электроприемников (продолжительный, повторно-кратковременный, кратковременный).
6. Режимы работы систем электроснабжения промышленных предприятий (нормальный установившийся, нормальный переходный, аварийный переходный, послеаварийный установившийся).
7. Методы определения расчетных нагрузок.
8. Определение расчетной нагрузки методом упорядоченных диаграмм.
9. Выбор электрической сети по экономической плотности тока.

Тема 3. Внутрицеховые электрические сети

Устройство и конструктивное выполнение сетей напряжением до 1000 В. Выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током. Электрооборудование внутрицеховых сетей. Защитная аппаратура для сетей напряжением до 1000 В. Потери мощности и напряжения в электрических сетях. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений.

Рекомендуемая литература [1–16], [19–21].

Методические указания

Обратите внимание на литературу [13], [15], [16].

Вопросы для самоконтроля

1. Потребители и средства компенсации реактивной мощности.
2. Выбор компенсирующих устройств.
3. Напряжения электрических сетей и электроприемников.
4. Классификация помещений по окружающей среде.

5. Основные требования к цеховым электрическим сетям, структура цеховых сетей.
6. Радиальные и магистральные цеховые сети, достоинства и недостатки.
7. Конструктивное выполнение цеховых электрических сетей.
8. Шинопроводы (назначение, конструкция, разновидности).
9. Основное электрооборудование внутрицеховых сетей.
10. Принципиальная электрическая схема магнитного пускателя.
11. Предохранители (конструкция, назначение, основные характеристики).
12. Автоматические воздушные выключатели.
13. Выбор сечений проводов, кабелей и шин во внутрицеховых электрических сетях.
14. Режим перегрузок электрических сетей, сети требующие защиты от перегрузок.
15. Выбор аппаратов защиты цеховых электрических сетей.
16. Согласование уставок токов срабатывания защитного аппарата с проводником защищаемой сети.
17. Расчет и выбор электрических сетей по потере напряжения.
18. Режимы нейтрали электрических сетей.
19. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений.

Темал 4. Внутривзаводское электроснабжение промышленных предприятий

Назначение и особенности электрических сетей внутривзаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В. Схемы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях. Выбор варианта внутривзаводского электроснабжения.

Рекомендуемая литература [1–12], [19–21].

Методические указания

Обратите внимание на литературу [2], [6–8], [10].



Вопросы для самоконтроля

1. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий.
2. Выключатели высокого напряжения: основные типы, конструктивные особенности.
3. Разъединители, короткозамыкатели, отделители.
4. Измерительные трансформаторы тока.
5. Измерительные трансформаторы напряжения.
6. Канализация ЭЭ во внутризаводских электрических сетях.
7. Выбор сечений и защита линий внутризаводских сетей.
8. Особенности осветительных установок.
9. Места установки и схемы цеховых комплектных трансформаторных подстанций.
10. Выбор места, числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций.
11. Системы питания промышленных предприятий.



3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических занятий

1. Режимы работы электроприемников. Условия выбора элементов электрооборудования. Расчет электрических нагрузок (2 часа).
2. Выбор аппаратов защиты и проводников цеховых сетей. Выбор аппаратов защиты и проводников внутризаводских сетей (2 часа).

3.2. Перечень лабораторных работ

1. Испытание воздушных автоматических выключателей.
2. Анализ графиков нагрузок по счетчикам активной и реактивной мощности.
3. Изучение конструкций и опытная проверка трансформаторов тока.
4. Исследование коэффициента мощности систем электроснабжения промышленного предприятия.

Методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в [18].

Необходимый минимум для выполнения лабораторных работ

Испытание воздушных автоматических выключателей

1. Предназначение автоматических выключателей.
2. Основные элементы автоматических выключателей. В каких исполнениях выпускаются.
3. Принцип действия автоматических выключателей, преимущества перед предохранителями.
4. Типы расцепителей, на чем основано их действие, от каких режимов защищают, характеристики.
5. Как различают автоматы по времени срабатывания.
6. Понятия: уставка тока срабатывания, токовая отсечка, селективность.
7. Условия выбора автоматических выключателей.

Изучение конструкций и опытная проверка трансформаторов тока

1. Для чего предназначены трансформаторы тока.
2. Чем трансформаторы тока отличаются от силовых трансформаторов.

3. Виды трансформаторов тока (по конструктивному исполнению).
4. Обозначение трансформаторов тока.
5. Преимущества и недостатки одновитковых трансформаторов тока.
6. Как включаются приборы во вторичную цепь трансформатора тока.
7. Почему нельзя включать в сеть трансформатор тока с разомкнутой вторичной обмоткой.
8. Почему ток вторичной цепи трансформатора тока практически не зависит от сопротивления подключаемых приборов и реле.
9. Для чего необходимо определять полярность трансформатора тока.
10. Основные требования к ТБ при работе с трансформатором тока.
11. Для чего снимается вторичная ВАХ трансформатора тока.

Исследование коэффициента мощности систем электроснабжения промышленных предприятий

1. Для чего необходима реактивная мощность, какие нежелательные последствия возникают при ее передаче.
2. Что такое $\cos\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$, к чему приводит изменение этих коэффициентов.
3. Зачем необходимо компенсировать реактивную мощность.
4. Способы компенсации реактивной мощности: естественная, искусственная.
5. Виды компенсирующих устройств, их достоинства и недостатки.
6. Как определяется мощность компенсирующего устройства.

Анализ графиков нагрузок по счетчикам активной и реактивной мощности

1. Для чего снимаются графики нагрузок на промышленных предприятиях.
2. Виды графиков нагрузок.
3. Дайте понятие расчетной нагрузки.
4. Какая смена считается наиболее загруженной.
5. Коэффициенты графиков нагрузки.
6. Дайте понятие T_m .

После выполнения лабораторных работ каждый студент оформляет отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается чертеж схемы и описание установки, экспериментальные данные, пример расчета и расчетные данные с выполнением необходимых графических зависимостей и выводы. При сдаче отчетов и домашних работ проводится устное собеседование.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Общие методические указания

Тематика индивидуальных заданий связана с расчетом электрических нагрузок и выбором сечения проводников, защитной и коммутационной аппаратуры в сетях до 1000 В. Вопросы по расчету электрических нагрузок отражены в первой части задания. Вторая часть задания посвящена выбору сечения проводников по длительно допустимой токовой нагрузке и условиям их защиты от токов перегрузки и токов короткого замыкания. Индивидуальные задания позволяют систематизировать, закрепить и углубить полученные теоретические знания по дисциплине; сформировать умение применять теоретические знания при решении поставленных инженерных задач; способствуют развитию творческой инициативы, самостоятельности и ответственности; формируют умение использовать справочную, нормативную и правовую документацию.

Все расчеты по индивидуальным заданиям и их обоснование необходимо представить в записке, к которой прилагаются рисунки, предусмотренные заданием. Рисунки и схемы можно выполнять на миллиметровке.

Выбор варианта индивидуального домашнего задания производится по первым буквам фамилии и имени студента по таблицам 1, 2, 3 и рисунку 1.

Индивидуальное домашнее задание необходимо предоставить преподавателю на проверку в сроки согласно линейному графику.

Часть 1. Расчет электрических нагрузок в сети до 1000 В

Краткое описание и исходные данные.

Расчетные схемы задания приведены на рисунке 1. Номер схемы и характер производственного помещения определяются по таблице 1. Число электроприемников (ЭП) в каждом шкафу в зависимости от контрольной схемы определяются по таблицам 2 и 3. Наименование ЭП и их мощность выбираются по табл. 4 и 5.

При распределении ЭП по шкафам поступить следующим образом: к 1ШР подключить из таблиц 4 и 5 первое требуемое количество ЭП, ко 2ШР – следующее число ЭП и т.д.

Задание: рассчитать электрические нагрузки методом упорядоченных диаграмм таким образом, чтобы выбрать сечение проводов или кабелей к каждому шкафу и отдельному электроприемнику, и найти нагрузку в целом по узлу.

Методические указания

При выполнении задания следует руководствоваться соответствующими параграфами учебников [1–6], справочников [8, 9, 16] и пособием к выполнению выпускной работы [17]. В [7, 17, 19, 20] приведены примеры расчета нагрузок этим методом. Значения коэффициентов использования и мощности можно определить по приложению.

Часть 2. Выбор сечения проводников и коммутационных аппаратов, проверка принятых сечений по допустимой потере напряжения

Краткое описание и исходные данные.

Исходными данными задания являются: расчет нагрузок, проведенный в задании 1, мощность трансформаторов и условия окружающей среды, задаваемые таблицей 1 внутри производственных помещений.

Задание:

1. Для схемы задания 1 определить места установки коммутирующей аппаратуры для защиты линий, распределительных шкафов и отдельных электроприемников. Один из распределительных шкафов и подстанция должны быть укомплектованы автоматическими выключателями типа ВА, другие – предохранителями.

2. Представить схему питания электроприемников от ШР и выбрать плавкие вставки и предохранители, и автоматические выключатели (другого ШР), и их уставки срабатывания не менее чем для двух разных электроприемников в каждом шкафу. Автоматический выключатель на подстанции выбирается по мощности трансформатора для двухтрансформаторной подстанции.

3. В зависимости от типа требуемой защиты сети выбрать сечение проводов и кабелей по условиям допустимого теплового нагрева при длительном протекании расчетного тока нагрузки и обеспечения защиты от токов перегрузки.

4. Принятые сечения проводников от сборных шин (СШ) до ШР и ЭП должны быть проверены по условию допустимой потери напряжения для самого удаленного и мощного ЭП в режиме максимальных и минимальных нагрузок суточного графика нагрузок. В настоящем задании расчет ведется для рабочего расчетного тока I_p или S_p .

Контрольные вопросы

1. По какому воздействию на элементы схемы электроснабжения определяется расчетная нагрузка?
2. Почему расчетная нагрузка не равна сумме номинальных мощностей отдельных электроприемников?
3. Чему равна расчетная нагрузка одного двух, трех, четырех и более электроприемников?
4. Почему за расчетную нагрузку принимается максимальная из средних нагрузок за 30-и минутный интервал осреднения?
5. Дайте определение эффективного числа электроприемников?
6. Что такое пиковая нагрузка? За счет чего она возникает? Как определить ее для одного электроприемника? Группы электроприемников? Для чего ее рассчитывают?
7. Перечислите основные методы расчета нагрузок и приведите формулы для их расчета.
8. Какие ненормальные режимы возможны в сети и как осуществляется защита сетей от них?
9. Какие сети до 1000 В выбираются по экономической плотности тока?
10. Описать, как выбираются сечения проводников в сети до 1000 В?
11. Зачем необходимо согласование сечения проводника с уставками срабатывания защитной аппаратуры?
12. Проверяются ли сети до 1000 В на действие КЗ?
13. Что такое падение напряжения и потеря напряжения?

Методические указания

По результатам расчета построить диаграмму отклонения напряжения от цеховой трансформаторной подстанции до наиболее удаленного и мощного ЭП. Напряжение на стороне низкого напряжения трансформатора принимается равным $1,05U_{ном}$.

На выбор способа выполнения силовой сети оказывают влияние:

- а) окружающая среда;
- б) место прокладки (по условиям защиты от механических повреждений, доступности ее для прикосновения обслуживающим персоналом);
- в) протяженность отдельных участков сети и ее расчетные сечения (когда решается вопрос выбора проводов или кабелей). Кабели выбирают при значительной протяженности сети и большом сечении, провода – незначительной протяженности и малого сечения.

После того, как намечена схема сети и способ ее прокладки в зави-

симости от окружающей среды, необходимо выяснить от каких ненормальных режимов должна быть защищена сеть. В данном задании все питающие сети (от КТП до ШР) принять требующими защиты от перегрузки и КЗ, а от ШР до ЭП определить самим по возможности перегрузки данного технологического оборудования (двигатели станка, вентилятора, насоса) и характера окружающей среды.

Сечения проводов и кабелей выбираются по условиям допустимого теплового нагрева при длительном протекании расчетного тока нагрузки I_p :

$$I_{доп} \geq I_p / K_{прокл}$$

и обеспечения защиты от токов перегрузки:

$$I_{доп} \geq K_3 I_3 / K_{прокл}$$

где $K_{прокл}$ – поправочный коэффициент на условия прокладки проводов и кабелей;

K_3 – коэффициент защиты или кратность защиты, т.е. отношение длительно допустимого тока для провода или кабеля к току уставки срабатывания защитного аппарата при перегрузке или КЗ.

Значения I_3 и K_3 определяются по таблицам приложения.

Значения $K_{прокл} = 1$ при нормальных условиях, в остальных случаях определяется по табл. 1.3.3 ПУЭ.

Из двух условий выбирается сечение, удовлетворяющее обоим условиям. В случае, когда по второму условию сечение оказывается больше, чем по первому, то допускается применение проводника ближайшего меньшего сечения, но не менее чем по первому условию.

Аппаратами защиты в сетях до 1000 В обычно служат предохранители (с набором плавких вставок) и автоматические выключатели с электромагнитными, полупроводниковыми или комбинированными расцепителями (устройствами, обеспечивающими автоматическое отключение автомата при ненормальных режимах в сети).

Предохранители и автоматические выключатели обычно характеризуются следующими величинами.

Номинальным током предохранителя ($I_{ном. пред}$) или автомата ($I_{ном. а}$). Но в один и тот же предохранитель могут быть строены плавкие вставки, а в автомат соответственно расцепители, рассчитанные на разные длительно протекающие токи.

Следовательно, вторым параметром защитного аппарата является номинальный ток плавкой вставки ($I_{ном. вст}$) или номинальный ток расцепителя ($I_{ном. расц}$). При этом обязательно должны выполняться условия:

$$I_{\text{ном.пред}} \geq I_{\text{ном.вств}}, I_{\text{ном.а}} \geq I_{\text{ном.расц.}}$$

Третьим параметром автоматических выключателей являются уставки тока срабатывания (уставки тока трогания защиты) при ненормальных токах в сети (при перегрузках – $I_{\text{пер}}$, коротких замыканиях – $I_{\text{МЗН}}$, $I_{\text{КЗ}}$, называемых токами отсечки), а для селективных автоматов – и уставки выдержки времени срабатывания при КЗ в сети ($t_{\text{КЗ}}$), а для не селективных – собственное время срабатывания при КЗ в сети.

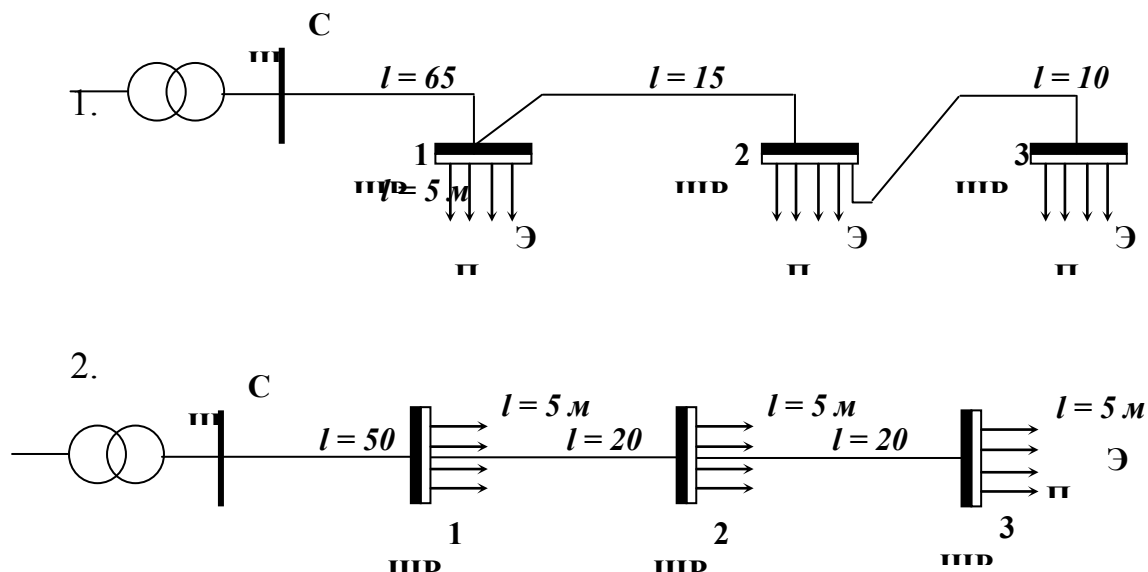
Плавкие вставки предохранителей или расцепителей автоматических выключателей выбираются по расчетному току с учетом пиков тока, чтобы они не отключали электроустановку при кратковременных перегрузках (пусковые токи, пики технологических нагрузок, токи при самозапуске и т.д.). Условия выбора аппаратов защиты приведены в [1, 2].

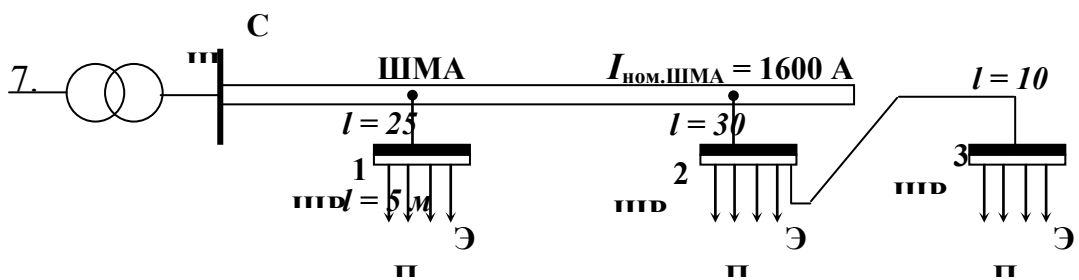
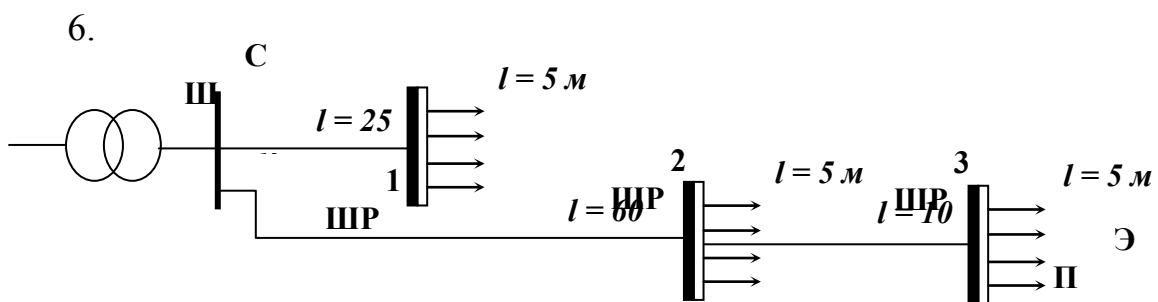
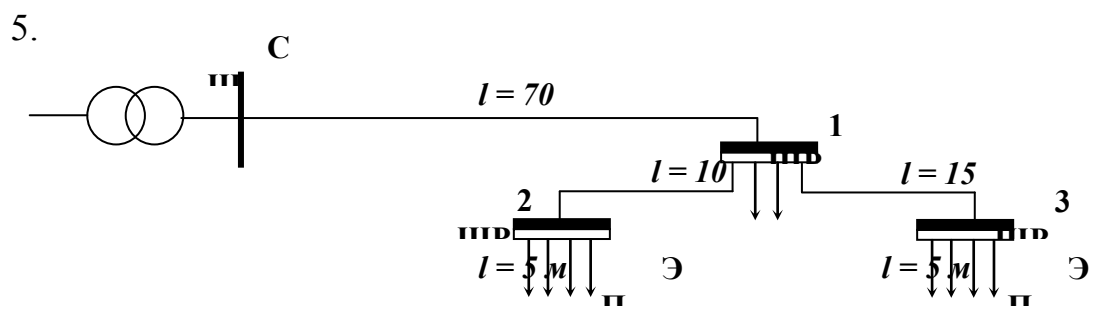
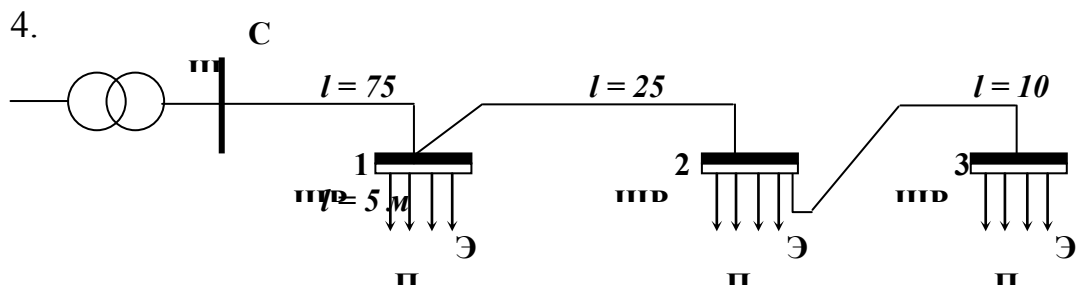
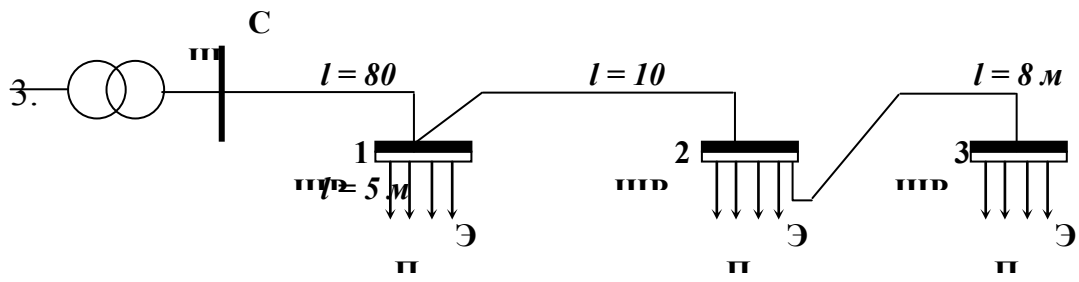
Технические данные наиболее часто используемых автоматических выключателей и предохранителей и комплектность распределительных шкафов (ШР) приведены в приложении.

При выборе уставок срабатывания автоматических выключателей и номинальных токов плавких вставок принять, что двигатель станков, насосов имеют легкий пуск (время пуска $t = 2-5$ с), двигатели кранов, центрифуг – тяжелый (время пуска больше 10 с).

Тип коммутирующей и защитной аппаратуры на подстанции выбирается в зависимости от мощности подстанции и завода-изготовителя. Подстанции принять комплектными. Схемы и технические данные шкафов КТП приведены в приложении.

4.2. Варианты домашних заданий и методические указания





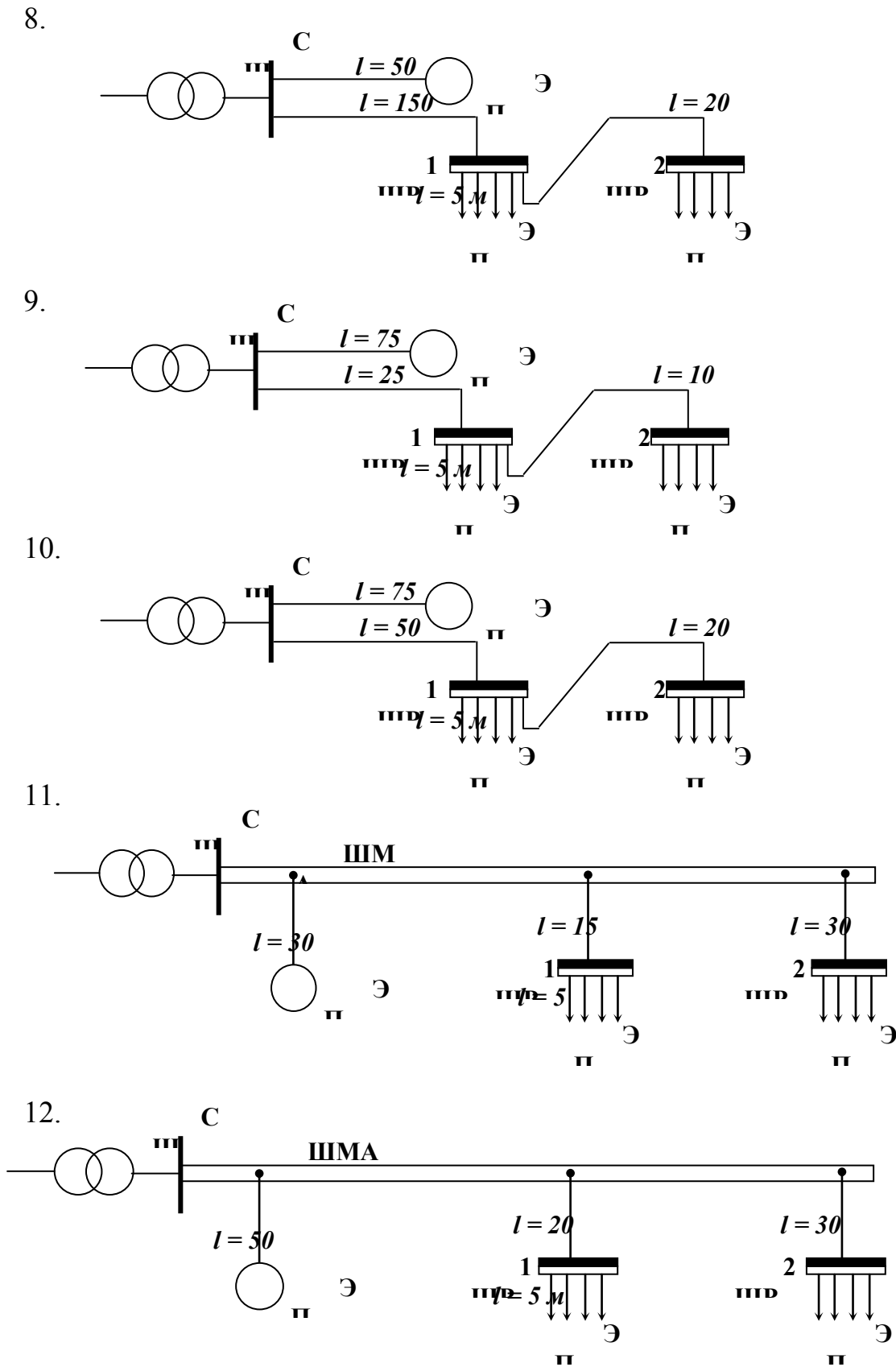


Рис.1. Варианты схем для выполнения заданий

Обозначения: **СШ** – сборные шины распределительного устройства со вторичной стороны трансформатора 6-10/0,4 кВ; **ЭП** – электроприемники; **ШР** – шкаф распределительный; **ШМА** – шинопровод магистральный с алюминиевыми шинами.

Таблица 1

Номер схемы для расчета и исходные данные

Первая буква фамилии	Номер схемы на рис. 1	Мощность трансформатора, кВА	Завод-изготовитель	Характер помещения или среды
А, В	1	400	Хмельницкий	В-1, В-1а
Б	2	630		В-1
Г, Д	3	1000		В-П
Е, П, З, И	4	160	Чирчикский	В-1б
К	5	250		Жаркое
Л, О, Н	6	400		Пыльное
М	7	1000		В-1б
П	8	630		Влажное
Р, Т	9	630		Химически активная
С	10	1000		Пожароопасное
Ц, Ф, Х, Ц, Ч	11	1600		Нормальная
Ш, Щ, Э, Ю, Я	12	1600		

Таблица 2

Число электроприемников в шкафах к схемам 1–7 рис. 1

Вторая буква фамилии	1ШР	2ШР	3ШР
А, Б, В	5	8	3
Г, Д, Е	6	7	3
З, Ж, И, Я	6	7	3
К, Л, М, Ю	5	6	5
Н, О, П, Э	4	7	3
Р, С, Т, У, Щ	7	6	3
Ф, Х, Ц, Ч, Ш	5	8	3

Таблица 3

Данные для расчета к схемам 8–12 рис.1

Вторая буква фамилии	Число ЭП в		Данные ЭП, непосредственно подключенного к шинам или ШМА
	1ШР	2ШР	
А, Б, В, Г, Д	12	4	Компрессор (синхронный двигатель) $P_n = 125$ кВт, $\cos\varphi_n = 0.9$ (опережающий), КПД = 0.81. Кратность пускового тока $K_p = 7$, $U_n = 380$ В
Е, Ж, З, И, К	7	9	Асинхронный двигатель токарного станка серии 4А $P_n = 132$ кВт, КПД = 0.91, $\cos\varphi_n = 0.9$, $U_n = 380$ В, $K_p = 7$
Л, О, М, Н, Х	6	10	Компрессор $P_n = 200$ кВт, двигатель асинхронный, $\cos\varphi_n = 0.9$ (опережающий). КПД = 0.92, $U_n = 380$ В
П, Р, С, Т, У, Ф	8	8	Электродпечь сопротивления конвейерная 3-х фазная $P_n = 177$ кВт, $U_n = 380$ В
Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю, Я	4	12	Электродпечь индукционная 3-х фазная $U_n = 380$ В, $S_n = 100$ кВА

Таблица 4

Число и номинальная (установленная) мощность оборудования в кВт, подключенного к распределительным шкафам в схемах 1–7 рис. 1

№ п/п	Наименование электрооборудования в шкафах	Первая буква имени						
		А,Б,В	Г,Д,Е	Ж,З,И,Я	К,Л,М,Ю	Н,О,П,Э	Р,С,Т,У,Щ	Ф,Х,Ц,Ч,Ш
1.	Токарно-винторезный станок	1x15	1x12,5	2x7	1x17	1x16,5	2x14,2	2x4
2.	Вертикально-сверлильный станок	2x15	1x4,6	1x23,6	2x6,5	2x5	2x4,6	1x30
3.	Резьбонарезной станок	1x34	1x24,8	1x19	1x34	1x24,8	1x34	2x14,2
4.	Долбежный станок	1x10	2x4	2x7,5	2x5,5	1x4	1x7,5	1x8,5
5.	Шлифовальный станок	2x4,5	2x11,6	1x8,5	2x8	2x4,5	1x11,6	1x9,4
6.	Прессы	2x10	1x28	2x11	1x55	2x14	1x10	1x6,2
7.	Вентиляторы	2x4	2x2,4	1x5	2x4	2x2,4	1x5	1x2,4
8.	Мостовой кран ПВ = 25%	1x20	1x9,4	1x16	1x20	1x9,4	1x16	1x6
9.	Электропечь-ванна	1x10	1x12	1x14	1x16	1x10	2x14	1x10
10.	Сварочный агрегат ПВ=60%, $\cos\varphi_H=0,46$; $U_H=220$ В, однофазный	1x12 кВА	1x21 кВА	1x20 кВА	1x22 кВА	1x12 кВА	1x21 кВА	2x5 кВА
11.	Молоты	1x10	2x15	2x20	1x10	1x10	2x20	2x15
12.	Электропечь сушильная	1x30	1x30	1x36	1x50	1x40	1x40	1x10

Таблица 5

*Число и установленная мощность оборудования в кВт, подключенного к распределительным шкафам
в схемах 8–12 рис.1*

п/п	Наименование электрооборудования в шкафах	Первая буква имени				
		А,Б,В,Г,Д	Е, Ж, З, И,К	Л,О,Н,М,Х	П,Р,С,Т,У,Ф	Ц,Ч,Ш,Щ,Э,Ю,Я
1.	Насосы	2x4	2x5,5	2x7	1x22	1x17
2.	Шкафы сушильные	1x30	1x30	1x30	1x30	1x30
3.	Станки токарные	1x14,2	1x23,6	2x16	2x7,9	2x5,65
4.	Отрезные станки	2x8,5	1x10	2x7,5	1x13	2x7,5
5.	Кран трехфазный ПВ = 40%	1x9,4	1x18,8	1x38,2	1x9,4	1x17,3
6.	Пресс листогибочный	2x6,2	2x40	2x30	2x13,5	2x13,5
7.	Станки шлифовальные	1x10	2x2,2	1x7	2x10	2x4
8.	Станки заточные	1x6	3x1	2x2,3	2x3	2x4
9.	Молот пневматический	1x10	1x15	1x20	1x10	1x20
10.	Сварочный двигатель-генератор	2x15	1x25	1x10	1x17	1x15
11.	Станки сверлильные	2x5	1x4,7	1x5,65	2x4,15	1x4,7

5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

5.1. Требования для сдачи экзамена

После завершения изучения дисциплины студенты сдают экзамен. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие лабораторные и домашние задания.

5.2. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Структура электрических систем и сетей (определения электрической сети, системы, трансформаторная подстанция, цеховая трансформаторная подстанция, глубокий ввод).

2. Электротехнические и осветительные установки.

3. Основные требования к электроснабжению промышленных предприятий (технические, экономические).

4. Уровни электроснабжения промышленных предприятий.

5. Основные виды и действие токов короткого замыкания.

6. Понятие ударного тока короткого замыкания, периодическая и аperiodическая составляющие.

7. Расчет токов короткого замыкания. Особенности расчета токов короткого замыкания в высоковольтных и низковольтных сетях.

8. Потребители и средства компенсации реактивной мощности.

9. Понятие расчетных нагрузок промышленных предприятий.

10. Графики нагрузок электроприемников, показатели, характеризующие приемники электрической энергии и их графики нагрузки.

11. Режимы работы электроприемников (продолжительный, повторно-кратковременный, кратковременный).

12. Выбор компенсирующих устройств.

13. Режимы работы систем электроснабжения промышленных предприятий (нормальный установившийся, нормальный переходный, аварийный переходный, послеаварийный установившийся).

14. Характеристика электроприемников по бесперебойности электроснабжения.

15. Напряжения электрических сетей и электроприемников.

16. Назначение и типы электрических станций.

17. Электрические схемы промышленных ТЭЦ.

18. Методы определения расчетных нагрузок.

19. Определение расчетной нагрузки методом упорядоченных диаграмм.

20. Классификация помещений по окружающей среде.



21. Основные требования к цеховым электрическим сетям, структура цеховых сетей.
22. Радиальные и магистральные цеховые сети, достоинства и недостатки.
23. Конструктивное выполнение цеховых электрических сетей.
24. Шинопроводы (назначение, конструкция, разновидности).
25. Особенности ТЭК России.
26. Основное электрооборудование внутрицеховых сетей.
27. Принципиальная электрическая схема магнитного пускателя.
28. Предохранители (конструкция, назначение, основные характеристики).
29. Автоматические воздушные выключатели.
30. Выбор сечений проводов, кабелей и шин во внутрицеховых электрических сетях.
31. Режим перегрузок электрических сетей, сети требующие защиты от перегрузок.
32. Выбор аппаратов защиты цеховых электрических сетей.
33. Согласование уставок токов срабатывания защитного аппарата с проводником защищаемой сети.
34. Расчет и выбор электрических сетей по потере напряжения.
35. Режимы нейтрали электрических сетей.
36. Выбор электрической сети по экономической плотности тока.
37. Системы питания промышленных предприятий.
38. Места установки и схемы цеховых комплектных трансформаторных подстанций.
39. Выбор места, числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций.
40. Картограмма нагрузок.
41. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий.
42. Выключатели высокого напряжения: основные типы, конструктивные особенности.
43. Разъединители, короткозамыкатели, отделители.
44. Измерительные трансформаторы тока.
45. Измерительные трансформаторы напряжения.
46. Канализация ЭЭ во внутризаводских электрических сетях.
47. Выбор сечений и защита линий внутризаводских сетей.
48. Особенности осветительных установок.
49. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений.
50. Тарифы на электроэнергию.




51. Назначение и основные требования к релейной защите.

5.3. Образец экзаменационного билета для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме

Экзаменационный билет включает теоретические вопросы и расчетную задачу.

Пример экзаменационного билета

<p align="center">МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</p>  <p align="center">Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Институт дистанционного образования БИЛЕТ № 1 по дисциплине «Основы электроснабжения»</p> <ol style="list-style-type: none">1. Основные положения технико-экономических расчетов в электроснабжении.2. Дайте определение «Приемник электрической энергии».3. Выбрать предохранитель для защиты электродвигателя и сечение ответвления от распределительного шкафа до электродвигателя Питание двигателя выполнить кабелем ААГ, для прокладки на скобах по стене. Данные электродвигателя: $P_n = 14$ кВт; $\cos\varphi = 0.85$; $\eta = 0.9$; кратность пускового тока $K_n = 5$. Пуск ЭД – легкий. Электродвигатель находится во взрывоопасном помещении класса В – 16.



5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Литература обязательная

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005.
2. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: ВШ, 1990.
3. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 386 с.
4. Мельников М.А. Внутрицеховое электроснабжение / учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002 – 143 с.
5. Мельников М.А. Внутривзаводское электроснабжение / учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002 – 159 с.
6. Мельников М.А. Электроснабжение промышленных предприятий / учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001.

6.2. Литература дополнительная

7. Барченко Т.Н., Закиров Р.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие к курсовому проекту. – Томск: Изд-во ТПИ, 1988. – 96 с.
8. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. В 2 т. / под ред. А.А. Федорова. т.1, т.2, – М.: Энергоатомиздат, 1987 г.
9. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 428 с.
10. Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 506 с
11. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. – М.: Мастерство, 2001. – 320 с.
12. Викторенко А.М. Электротехнологические промышленные установки: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004.
13. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч1. Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 185 с.
14. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч2. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 168 с.
15. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч3. Защиты в электроустановках до 1000 В: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 215 с.





16. Низковольтные автоматические выключатели: учебное пособие / А.В. Кабышев, Е.В. Тарасов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346 с.

6.3. Учебно-методические пособия

17. Гаврилин А.И., Оов С.Г., Озга А.И. Электроснабжение промышленных предприятий: метод. указ. к выполнению выпускной работы бакалавра для студентов направления 551700 «Электроэнергетика». – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – 94 с.

18. Выблов А.Н., Обухов С.Г., Кабышев А.В., Даценко В.А., Волков Н.Г. Электроснабжение промышленных предприятий: метод. указ. к выполнению лабораторных работ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 91 с.

19. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 248 с.

20. Основы электроснабжения: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.

21. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие / Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 178 с.

6.4. Internet-ресурсы

22. Выблов А.Н., Обухов С.Г., Кабышев А.В., Даценко В.А., Волков Н.Г. Лабораторные работы по дисциплине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NASTS/ucheberab>, вход свободный.



ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Расчетные коэффициенты электрических нагрузок электроприемников

Электроприемники	Коэффициенты	
	K_n	$\cos\varphi$
Вентиляторы производственные, воздуходувки, дымо-сосы, вакуумные насосы	0,75	0,8
Насосы водяные	0,7-0,8	0,8
Компрессоры	0,65	0,8
Транспортеры ленточные	0,4-0,5	0,8-0,7
Элеваторы, шнеки	0,6	0,7
Барабаны смесительные	0,6-0,7	0,8
Электрофильтры	0,4	0,85
Металлорежущие станки	0,12-0,25	0,4-0,65
Краны, кран-балки, тельферы при ПВ=25%	0,05	0,5
То же при ПВ=40%	0,1	0,5
Сварочные трансформаторы дуговой электросварки	0,2	0,4
Однопостовые сварочные двигатель-генераторы	0,3	0,6
Многопостовые сварочные двигатель-генераторы	0,5	0,7
Сварочные машины (шовные, стыковые, точечные)	0,2-0,5	0,6-0,7
Сварочные автоматы	0,35	0,5
Печи сопротивления с автоматической загрузкой изделий, сушильные шкафы, нагревательные приборы	0,75-0,8	0,95
Приводы с непрерывным технологическим потоком (мешалки, центрифуги)	0,5	0,85
Штамповочные прессы	0,25	0,65
Молоты	0,3	0,6
Переносной электроинструмент	0,06	0,5
Двигатель-генераторы	0,7	0,8
Ткацкие станки	0,7	0,7
Прядильные машины	0,5	0,7
Резиносмесители	0,55	0,85
Шлам насосы	0,5	0,75
Дробилки	0,5	0,8
Электрокалориферы	0,6	0,85
Механизмы пылеуборки	0,45	0,65

Продолжение табл. П.1

Металлорежущие станки мелкосерийного производства с нормальным режимом работы (мелкие токарные, строгальные, долбежные, фрезерные, сверлильные, карусельные, точильные, расточные).	0,12-0,14	0,5
То же при крупносерийном производстве.	0,16	0,6
То же при тяжелом режиме работы (штамповочные прессы, автоматы, револьверные, обдирочные, зубофрезерные, а также крупные токарные, строгальные, фрезерные, карусельные, расточные станки).	0,17-0,25	0,65
Поточные линии, станки с ЧПУ	0,6	0,7
Переносный электроинструмент	0,06	0,65
Вентиляторы, эксгаустеры, санитарно-техническая вентиляция	0,6-0,8	0,8-0,85
Насосы, компрессоры, дизель-генераторы и двигатель-генераторы	0,7-0,8	0,8-0,85
Краны, тельферы, кран-балки при ПВ = 25 %	0,06	0,5
То же при ПВ = 40 %	0-1	0,5
Транспортеры	0,5-0,6	0,7-0,8
Сварочные трансформаторы дуговой сварки	0,25-0,3	0,35-0,4
Приводы молотов, ковочных машин, волочильных станков, очистных барабанов, бегунов и др.	0,2-0,24	0,65
Элеваторы, шнеки, несбалансированные конвейеры мощностью до 10 кВт	0,4-0,5	0,6-0,7
То же, заблокированные и мощностью выше 10 кВт	0,55-0,75	0,7-0,8
Однопостовые сварочные двигатель-генераторы	0,3	0,6
Многопостовые сварочные двигатель-генераторы	0,5	0,7
Сварочные машины шовные	0,2-0,5	0,7
Сварочные машины стыковые и точечные	0,2-0,25	0,6
Сварочные дуговые автоматы	0,35	0,5
Печи сопротивления с автоматической загрузкой изделий, сушильные шкафы, нагревательные приборы	0,75-0,8	0,95
Печи сопротивления с автоматической загрузкой изделий, сушильные шкафы, нагревательные приборы	0,75-0,8	0,95
Печи сопротивления с неавтоматической загрузкой изделий	0,5	0,95

Продолжение табл. П.1

Вакуум-насосы	0,95	0,85
Вентиляторы высокого давления	0,75	0,85
Вентиляторы к дробилкам	0,4-0,5	0,7-0,75
Газодувки (аглоэкструдеры) при синхронных двигателях	0,6	0,8-0,9
То же при асинхронных двигателях	0,8	0,8
Молотковые дробилки	0,8	0,85
Шаровые мельницы	0,8	0,8
Грохоты	0,5-0,6	0,6-0,7
Смесительные барабаны	0,6-0,7	0,8
Чашевые охладители	0,7	0,85
Сушильные барабаны и сепараторы	0,6	0,7
Электрофильтры	0,4	0,87
Вакуум-фильтры	0,3	0,4
Вагонопрокидыватели	0,6	0,5
Грейферные краны	0,2	0,6
Лампы накаливания	0,85	1,0
Люминесцентные лампы	0,85-0,9	0,95

Таблица П.2

Коэффициенты спроса и мощности

Наименование цеха, производства	K_c	$\cos\varphi$
Корпуса, цеха, насосные и другие установки общепромышленного назначения		
Блок основных цехов	0,40-0,50	0,75
Блок вспомогательных цехов	0,30-0,35	0,7
Кузнечно-прессовые	0,40-0,5	0,75
Гермические, закалочные	0,6	0,75
Металлоконструкций, сварочно-заготовительные	0,25-0,35	0,65-0,75
Механосборочные, столярные, модельные	0,20-0,30	0,60-0,80
Малярные, красильные	0,40-0,50	0,60-0,70
Собственные нужды ТЭЦ	0,60-0,70	0,8
Лаборатории, заводоуправления, конструкторские бюро, конторы	0,40-0,50	0,70-0,80

Продолжение табл. П.2

Депо электрокар	0,50-0,70	0,70-0,80
Депо (паровозное, пожарное, железнодорожное)	0,30-0,40	0,60-0,80
Гаражи автомашин	0,20-0,30	0,7
Котельные	0,50-0,60	0,8
Склады готовой продукции, металла, магазины	0,30-0,40	0,8
Столовая	0,40-0,50	0,9
Лесозаводы	0,35-0,45	0,75
Лесосушилки	0,60-0,70	0,75-0,90
Гермическая нагрузка (нагревательные печи)	0,70-0,80	0,85-0,90
Крановая нагрузка, подъемники	0,20-0,30	0,50-0,70
Электросварка	0,6	0,35
Малярные, модельные	0,40-0,50	0,50-0,60
Склады открытые	0,20-0,30	0,60-0,70
Медеплавильные заводы		
Ватержакеты и отражательные печи	0,5	0,8
Цех рафинации меди	0,6	0,75
Заводы цветной металлургии		
Цех электролиза	0,7	0,85
Отдел регенерации	0,5	0,8
Разливочная	0,4	0,7
Лаборатория	0,25	0,7
Аглоцех	0,5	0,8
Заводы черной металлургии		
Цех холодного проката	0,40-0,50	0,8
Цех горячего проката	0,50-0,60	0,8
Мартеновский цех	0,40-0,50	0,75
Доменный цех	0,45	0,75
Слябинг	0,5	0,8
Цех сталеплавильных печей	0,4	0,7
Цех проката жести	0,45	0,70-0,80
Обогатительные фабрики		
Цех обогащения	0,60-0,65	0,8
Цех дробления	0,40-0,45	0,75
Флотационный цех	0,60-0,70	0,75
Сгустители	0,50-0,55	0,7
Шаровые мельницы	0,50-0,60	0,8
Реагентный, баритовый цех	0,6	0,8
Золоизвлекательный цех	0,4	0,7
Цех мокрой магнитной сепарации	0,5	0,8

Продолжение табл. П.2

Дробильно-промывочный цех	0,40-0,50	0,8
Агломерационные фабрики		
Спекальный цех	0,5	0,7
Цех фильтрации	0,50-0,60	0,7
Цех рудничной мелочи	0,4	0,65
Цех шихты	0,4	0,65
Цех перегрузки	0,30-0,40	0,65
Сероулавливающее устройство	0,50-0,55	0,75
Алюминиевые заводы		
Блок мокрого размола и обработки	0,5	0,3
Выпарка, декомпозиция	0,55-0,60	0,85
Цех спекания, прокальвания	0,50-0,60	0,85
Цех выщелачивания, сгущения	0,40-0,50	0,8
Склады сырья	0,20-0,30	0,65
Заводы тяжелого машиностроения		
Главный корпус	0,30-0,40	0,65-0,70
Мартеновский цех	0,40-0,50	0,70-0,80
Кузнечный цех	0,40-0,45	0,75
Термический цех	0,50-0,60	0,65
Моторный цех	0,35	0,75
Арматурный цех	0,30-0,35	0,6
Рессорный цех	0,3	0,65
Сварочный цех	0,40-0,45	0,6
Аппаратный цех	0,3	0,7
Изоляционный цех	0,50-0,60	0,9
Лаковарочный цех	0,6	0,9
Эстакада	0,25	0,65
Цех пресс-порошка	0,40-0,50	0,85
Цех электролиза	0,5	0,8
Цех металлопокрытий	0,4	0,8
Экспериментальный цех	0,2	0,7
Трансформаторные заводы		
Главный корпус	0,4	0,80-0,85
Сварочный корпус	0,35	0,7
Аппаратный корпус	0,3	0,7
Изоляционный корпус	0,6	0,9
Лаковарочный корпус	0,4	0,8
Авторемонтные заводы		
Цех обмотки проводов	0,4	0,7

Продолжение табл. П.2

Кузовной цех	0,35	0,8
Цех обкатки автодвигателей	0,60-0,70	0,6
Станочное оборудование	0,25	0,6
Разборно-моечный цех	0,3	0,65
Судоремонтные заводы		
Главный корпус	0,4	0,8
Котельный цех	0,5	0,65
Сухой док	0,4	0,6
Плавающий док	0,5	0,7
Механические цеха	0,25-0,35	0,60-0,70
Автомобильные заводы		
Цех шасси и главный конвейер	0,35	0,75
Моторный цех	0,25	0,7
Прессово-кузовной цех	0,2	0,7
Кузнечный цех	0,2	0,75
Арматурно-агрегатный цех	0,2	0,7
Авиационные заводы		
Цех обработки блоков, поршней, шатунов и прочих деталей двигателей	0,35	0,7
Цех сборки, испытаний двигателей	0,4	0,8
Цех производства мелких деталей	0,3	0,7
Гальванический цех	0,5	0,85
Станция химводоочистки, канализации	0,6	0,8
Градирня	0,7	0,8
Склад кислот	0,3	0,7
Цех пластмасс	0,4	0,9
Штамповочный цех деталей корпуса самолета	0,4	0,6
Штамповочный цех деталей покрытия самолета	0,3	0,8
Цех сборки остова самолета	0,4	0,6
Цех полной сборки самолетов	0,4	0,7
Химические заводы и комбинаты		
Цех красителей	0,4	0,75
Цех натриевой соли	0,45	0,75
Цех хлорофоса, синильной кислоты	0,50-0,55	0,75
Цех метиленхлорида, сульфата аммония	0,5	0,70-0,75
Цех холодильных установок	0,6	0,8
Склады готовой продукции	0,2	0,5
Надшахтные здания	0,7	0,80-0,85
Здания подъемных машин	0,60-0,70	0,80-0,85

Продолжение табл. П.2

Галереи транспортеров	0,35-0,40	0,60-0,80
Здание шахтного комбината	0,5	0,9
Эстакады и разгрузочные пункты	0,60-0,70	0,65-0,80
Цех обезвоживания	0,5	0,8
Башня Эстнера	0,5	0,7
Эстакада наклонного транспорта	0,4	0,8
Сушильное отделение	0,7	0,8
Корпус запасных резервуаров	0,3	0,8
Химлаборатория	0,3	0,8
Цех защитных покрытий	0,5	0,8
Нефтеперерабатывающие заводы		
Установка каталитического крекинга	0,50-0,60	0,8
Установка термического крекинга	0,65	0,85
Установка пранной гонки	0,50-0,60	0,75
Установка алкиляции, инертного газа	0,55	0,75
Электрообессоливающая, этилсмесительная установка	0,50-0,60	0,8
ЭЛОУ	0,50-0,60	0,8
Резервуарные парки	0,3	0,65
Коксохимические заводы		
Дезинтеграторное отделение	0,6	0,8
Перегрузочная станция дробления	0,5	0,7
Дозировочное отделение	0,4	0,8
Угольные ямы	0,7	0,75
Вагоноопрокидыватель	0,4	0,8
Коксовые батареи	0,60-0,70	0,85-0,90
Пекококсовая установка	0,7	0,8
Смолоразгонный цех	0,7	0,8
Дымососная установка	0,7	0,8
Бензольный цех	0,7	0,8
Насосная конденсата	0,6	0,7
Ректификация	0,6	0,75
Сероочистка	0,7	0,8
Углемойка	0,4	0,75
Холодильники аммиачной воды	0,5	0,8
Цементные заводы		
Шиферное производство	0,35	0,7
Сырьевые мельницы	0,50-0,60	0,8
Сушильный цех	0,40-0,50	0,85
Цементные мельницы	0,50-0,60	0,8

Продолжение табл. П.2

Шламбассейны	0,7	0,85
Клинкерное отделение	0,35-0,45	0,75
Цех обжига	0,40-0,50	0,80-0,90
Электрофильтры	0,4	0,75
Цех дробления	0,5	0,8
Химводоочистка	0,50-0,60	0,8
Склады сырья	0,20-0,30	0,6
Заводы абразивные и огнеупоров		
Цех шлифпорошков	0,5	0,8
Подготовительный цех	0,4	0,75
Цех шлифзерна, шлифизделий	0,40-0,50	0,75
Цех дробления	0,50-0,60	0,8
Цех переплавки пирита	0,6	0,85
Печной цех	0,6	0,9
Углеподготовка	0,40-0,50	0,75
Шамотный цех	0,40-0,45	0,7
Стекольный цех	0,5	0,75
Промышленные базы стройиндустрии		
Корпус дробления камня	0,40-0,60	0,75
Корпус промывки и сортировки	0,40-0,50	0,7
Корпус керамзитовых, бетонных и гончарных труб	0,4	0,7
Корпус железобетонных конструкций	0,30-0,40	0,7
Бетонно-смесительный цех	0,5	0,75
Цех силикатно-бетонных изделий	0,40-0,45	0,75
Цех производства шифера	0,40-0,45	0,75
Цех помола извести	0,5	0,7
Цех ячеистых бетонов	0,4	0,65
Цех гипсошлаковых изделий	0,4	0,65
Арматурный цех	0,35	0,6
Склады	0,25	0,6
Текстильные, трикотажные, ситценабивные меланжевые фабрики		
Прядильный цех	0,50-0,70	0,75
Ткацкий цех	0,60-0,70	0,8
Красильный, отбельный цех	0,50-0,55	0,70-0,80
Крутильный цех	0,50-0,60	0,8
Корпуса "медю", "утка" и др.	0,5	0,7
Сушильный, ворсовальный цех	0,40-0,50	0,75-0,80
Печатный цех	0,5	0,75
Вязальный, трикотажный цех и др.	0,40-0,50	0,7

Окончание табл. П.2

Цех носочно-чулочных изделий	0,40-0,50	0,7
Цех капроно-нейлоновых изделий	0,50-0,60	0,75
Швейные мастерские	0,30-0,40	0,65
Основальный корпус	0,6	0,7
Кузнечно-сварочный цех	0,3	0,5
Опытный флотационный цех	0,7	0,8
Разгрузочное устройство	0,3	0,8
Главный корпус силвинитовой фабрики	0,7	0,8
Научно-исследовательские и экспериментальные институты		
Главный корпус опытного завода	0,30-0,40	0,7
Машинный зал	0,5	0,8
Электрофизический корпус	0,4	0,75
Лаборатория низких температур	0,50-0,60	0,85
Корпус высоких напряжений	0,35	0,8
Лаборатория специальных работ	0,35	0,7
Деревообрабатывающие комбинаты и заводы		
Лесопильный завод	0,4	0,75
Сушильный цех	0,35	0,8
Биржа сырья	0,3	0,65
Цех прессованных плит	0,4	0,75
Столярный, модельный, деревообрабатывающий	0,25-0,35	0,7
Станкостроительный завод		
Главный корпус	0,5	0,6
Эстакада к главному корпусу	0,5	0,7
Станция осветления вод	0,7	0,85
Бумажные фабрики		
Бумажные машины	0,60-0,65	0,75
Дереворубка	0,40-0,45	0,65
Кислотный цех	0,5	0,8
Варосный цех	0,35	0,70-0,80
Отбельный цех	0,50-0,60	0,7
Тряпковарка	0,60-0,65	0,8
Лесотаски	0,35	0,6

Таблица П.3

Коэффициенты спроса осветительных нагрузок

Характеристика помещения	K_{co}
Мелкие производственные здания и торговые помещения	1
Производственные здания, состоящие из отдельных крупных проле-	0,95
Производственные здания, состоящие из ряда отдельных помеще-	0,85
Библиотеки, административные здания, предприятия общественно-	0,9
Лечебные заведения и учебные учреждения, конторско-бытовые	0,8
Складские здания, электрические подстанции	0,6
Аварийное освещение	1,0

Таблица П.4

*Взаимосвязь между коэффициентом спроса
и коэффициентом использования*

$K_{и}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
K_c	0,5	0,6	0,65-0,70	0,75-0,80	0,85-0,90	0,92-0,95

Таблица П.5

*Технические данные автоматических выключателей серии ВА
на токи до 250А*

Данные выключателей			Параметры выключателей		
Тип	$I_{ном},$ А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей с об- ратнозависимой ха- рактеристикой, А	Уставки срабатывания по току и кратности к $I_{ном}$ расцепителя, $I/I_{ном}$	
				электро- магнитно- го расце- пителя	с гидравли- ческим за- медлителем
ВА13-25	25	3	3,15; 5,0; 16; 25	7	-
ВА13-29	63	2; 3	0,8; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	3; 6; 12	6; 12

Окончание табл. П.5

BA14-26	32	1; 2; 3	16; 20; 25; 32	10	-
BA16-26	32,5	1	6,3; 10; 16; 20; 25	14	-
BA51-26	32	2; 3	31,5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 15; 32	7; 10	-
BA51Г-26	32	2; 3	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0 2,5;		
BA51Г-25	25	3	3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16;	7; 10	-
BA51Г-25	25	3	20; 25; 32		
BA51-31	10	1; 2; 3	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31; 63; 80; 100	3; 7,5; 10	-
BA51Г-31	100	3	16; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	14	-
BA51-33	160	2; 3	80; 100; 125; 160	10	-
BA57-35	250	2; 3	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250	2,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	-

Таблица П.6

Технические данные автоматических выключателей серии ВА на токи выше 250А

Данные выключателей			Параметры выключателей		
Тип	$I_{НОМ}$, А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей с обратозависимой характеристикой, А	Уставки срабатывания по току и кратности к $I_{НОМ}$ расцепителя, $I/I_{НОМ}$	Уставка по времени срабатывания в зоне КЗ, с
BA74-40	800	3	130, 190, 260, 275, 500, 625, 760, 800	2; 2,5; 3;	0,18; 0,38; 0,63; 1,0
BA74-43	1600	3	1250, 1600	4; 4,5; 5;	
BA74-45	3000	3	2000, 2500, 3000	5,5; 6; 6,5;	
BA74-48	5500	3	4000, 5500	7; 7,5; 8	

Окончание табл. П.6

BA81-41	1000	2; 3	-	6; 7	-
BA83-41	1000	2; 3	250, 400, 630, 1000	2; 3; 4; 5; 6; 7	-
BA51-29	630	2; 3	400, 500, 630	4; 5; 6; 8; 10	-
BA52-39	630	2; 3	250, 320, 400, 500, 630	10	-
BA53-43	1600	2; 3	1000, 1280, 1600	2; 3; 5; 7	-
BA55-43	1600	2; 3	1000, 1280, 1600	2; 3; 5; 7	0,1; 0,2; 0,3
BA85-41	1000	2; 3	250, 400, 630, 1000	2; 3; 4; 5; 6; 7	0,1; 0,2; 0,3

Таблица П.7

Технические данные предохранителей

Тип	U _{ном} , В	Номинальный ток, А		Предельный отключаемый ток, кА, при U _{ном} , В	
		предохранителя	плавкой вставки	380	500
НПН2-60	500	60	6,10,15,20,25,30,40,50,60	10	-
ПН2-100	380	100	30,40,50,60,80,100	100	50
ПН2-250	380	250	80,100,120,150,200,250	100	50
ПН2-400	380	400	200,250,300,400	40	25
ПН2-600	380	600	300,400,500,600	25	25

Таблица П.8

Кабели с медными жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле и воздухе

Пло- щадь се- чения жилы, мм ²	Токовая нагрузка, А, на кабели											
	одножильные до 1 кВ		двухжильные до 1 кВ		трехжильные						четырёхжиль- ные до 1 кВ	
					до 3 кВ		6 кВ		10 кВ			
	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе
2,5	—	40	45	30	40	28	—	—	—	—	—	—
4	80	55	60	40	55	37	—	—	—	—	50	35
6	105	75	80	55	70	45	—	—	—	—	60	45
10	140	95	105	75	95	60	80	55	—	—	85	60
16	175	120	140	95	120	80	105	65	95	60	115	80
25	235	160	185	130	160	105	135	90	120	85	150	300
35	285	200	225	150	190	125	160	110	150	105	175	120
50	360	245	270	185	235	155	200	145	180	135	215	145
70	440	305	325	225	285	200	245	175	215	165	265	185
95	520	360	380	275	340	245	295	215	265	200	310	215
120	595	415	435	320	390	285	340	250	310	240	350	260
150	675	470	500	375	435	330	390	290	355	270	395	300
185	755	525	—	—	490	375	440	325	400	305	450	340
240	880	610	—	—	570	430	510	375	460	350	—	—

Примечания: 1. Токовые нагрузки на одножильные кабели сечением 300, 400, 500, 625 и 800 мм² соответственно в земле 1000, 1200, 1520, 1700 А, в воздухе 720, 880 1020, 1180 и 1400 А.

2. Токовые нагрузки на одножильные кабели даны при работе на постоянном токе.

Таблица П.9

Кабели с алюминиевыми жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле и воздухе

Площадь сечения жилы, мм ²	Токовые нагрузки, А, на кабели (на одножильные для работы при постоянном токе)											
	одножильные до 1 кВ		двухжильные до 1 кВ		трехжильные						четырёхжильные до 1 кВ	
	в земле	в воздухе	в воздухе	в воздухе	до 3 кВ		6 кВ		10 кВ		в воздухе	в воздухе
2,5	—	31	35	23	31	22	—	—	—	—	—	—
4	60	42	46	31	42	29	—	—	—	—	38	27
6	80	55	60	42	55	35	—	—	—	—	46	35
10	110	75	80	55	75	46	60	42	—	—	65	45
16	135	90	110	75	90	60	80	50	75	46	90	60
25	180	125	140	100	125	80	105	70	90	65	115	75
35	220	155	175	115	145	95	125	85	115	80	135	95
50	275	190	210	145	180	120	155	110	140	105	165	по
70	340	235	250	175	220	155	190	135	165	130	200	140
95	400	275	290	210	260	190	225	165	205	155	240	165
120	460	320	335	245	300	220	260	190	240	185	270	200
150	520	360	385	290	335	255	300	225	275	210	305	230
185	580	405	—	—	380	290	340	250	310	235	345	260
240	675	470	—	—	440	330	390	290	355	270	—	—

Примечание. Токовые нагрузки на одножильные кабели сечением 300, 400, 500, 625 и 800 мм² соответственно в земле 770, 940, 1060, 1170 и 1310 А, в воздухе 565, 675, 785, 910 и 1080 А.

Таблица П.10

Длительно допустимый ток для проводов

Сече- ние, мм	Провода с Cu/Al жилами с резиновой и пластмассовой изоляцией			
	ПР/АПР, ПРТО/АПРТО, ПВ/АПВ и др.			
	открыто	в трубах		
	до 1 кВ			
	$I_{\text{доп}}, \text{A}$	$I_{\text{доп}}, \text{A}$, при числе проводов в одной трубе, равном		
2		3	4	
0,5	11/-	-	-	-
0,75	15/-	-	-	-
1,0	17/-	16/-	15/-	14/-
1,2	20/-	18/-	16/-	15/-
1,5	23/-	19/-	17/-	16/-
2,0	26/21	24/19	22/18	20/15
2,5	30/24	27/20	25/19	25/19
3,0	34/27	32/24	28/22	26/21
4,0	41/32	38/28	35/28	30/23
5,0	46/36	42/32	39/30	34/27
6,0	50/39	46/36	42/32	40/30
8	62/46	54/43	51/40	46/37
10	80/60	70/50	60/47	50/39
16	100/75	85/60	80/60	75/55
25	140/105	115/85	100/80	90/70
35	170/130	135/100	125/95	115/85
50	215/165	185/140	170/130	150/120
70	270/210	225/175	210/165	185/140
95	330/255	275/215	255/200	225/175
120	385/295	315/245	291/220	260/200
150	440/340	360/275	330/255	-

Таблица П.11

Поправочный коэффициент $K_{\text{прокл}}$ на число кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах и без)

Расстояние в свету, мм	Число кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,9	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

Таблица П.12

Поправочные коэффициенты на температуру земли и воздуха для нагрузок кабелей, голых и изолированных проводов

Исходная темп. °С		Фактическая температура среды, °С											
средняя расчетная	жил допустимая	-5	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 П.13

Потери напряжения, в %/(А.км), в трехфазных сетях 380 В, выполненных проводами в трубах и кабелях

Сечение жилы, мм ²	в. %/(А.км), при cosφ							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Провода и кабели с алюминиевыми жилами								
2,5	1,76	2,32	2,89	3,45	4,02	4,58	5,14	5,69
4	1,11	1,47	1,82	2,18	2,52	2,87	3,23	3,56
6	0,754	0,988	1,22	1,46	1,69	1,92	2,15	2,37
10	0,469	0,610	0,748	0,887	1,03	1,17	1,29	1,42
16	0,307	0,394	0,480	0,567	0,642	0,735	0,817	0,888
25	0,211	0,266	0,321	0,375	0,428	0,480	0,530	0,569
35	0,160	0,200	0,238	0,276	0,313	0,349	0,384	0,407
50	0,122	0,149	0,176	0,202	0,227	0,251	0,273	0,284
70	0,0965	0,116	0,134	0,152	0,169	0,185	0,200	0,203
95	0,080	0,0934	0,106	0,119	0,130	0,141	0,151	0,150
120	0,070	0,0806	0,0906	0,100	0,109	0,117	0,123	0,119
150	0,0628	0,0710	0,0787	0,0855	0,0915	0,0970	0,100	0,0945
185	0,0547	0,0633	0,0692	0,0746	0,0792	0,0830	0,0847	0,0769
240	0,0510	0,0555	0,0601	0,0637	0,0664	0,0683	0,0687	0,0592
Провода и кабели с медными жилами								
1	2,63	3,43	4,26	5,10	5,94	6,76	7,6	8,41
1,5	1,74	2,29	2,85	3,41	3,96	4,51	5,06	5,60
2,5	1,06	1,40	1,73	2,06	2,39	2,72		3,37
4	0,68	0,891	1,10	1,30	1,51	1,71	1,92	2,11
6	0,464	0,603	0,741	0,880	1,02	1,15	1,28	1,41
10	0,293	0,378	0,458	0,541	0,621	0,70	0,776	0,842
16	0,199	0,250	0,301	0,351	0,400	0,447	0,494	0,528
25	0,142	0,173	0,205	0,236	0,266	0,295	0,322	0,337
35	0,110	0,133	0,155	0,176	0,197	0,216	0,234	0,241
50	0,0874	0,103	0,117	0,132	0,146	0,158	0,169	0,169
70	0,0701	0,0805	0,0901	0,0997	0,107	0,115	0,121	0,120
95	0,0615	0,0692	0,0760	0,0824	0,0879	0,0929	0,0956	0,0887
120 150	0,0555	0,0615	0,0664	0,0710	0,0751	0,0779	0,0787	0,0702
185 240	0,0514	0,0551	0,0592	0,0624	0,0646	0,0664	0,0660	0,0562
	0,0478	0,0510	0,0537	0,0555	0,0574	0,0578	0,0565	0,0455
	0,0440	0,0460	0,0478	0,0490	0,0495	0,0490	0,0467	0,0350

Примечание. Для кабелей с бумажной изоляцией до 1 кВ при cosφ=0,3 и сечении 240 мм² данные таблицы должны быть снижены примерно на 15%. По мере

уменьшения сечения до $2,5 \text{ мм}^2$ или увеличения значения $\cos\varphi$ до 1,0 это снижение постепенно уменьшается до 0.

Таблица П.14

*Шкафы распределительные серии ШР11 с предохранителями ПН2
и (или) НПН2*

Тип шкафа	Аппараты ввода		Число трехфазных групп и номинальные токи, А, предохранителей отходящих линий
	Тип и номинальные токи, А		
	рубильника	предохранителей	
ШР11-73701 ШР11-73702 ШР11-73703	PI6-353 250 А		5x60
			5x100
			2x60+2 x 100
ШР11-73504 ШР11-73505 ШР11-73506 ШР11-73507 ШР11-73508 ШР11-73509 ШР11-73510 ШР11-73511	PI6-373 400 А		8x60
			8x100
			8x250
			3x100 + 2x250
			5x250
			4x60 + 4x100
			2x60 + 4x100 + 2x250
			6x100 + 2x250
ШР11-73512 ШР11-73513 ШР11-73514 ШР11-73515 ШР11-73516 ШР11-73517	PI6-373 400 А	400	8x50
			8x100
			8x250
			4x60 + 4x100
			2x60 + 4x100 + 2x250
			6x100 + 2x250

Примечание: 1. Шкафы выпускаются по степени защиты оболочки шкафа, в двух исполнениях – IP22 и IP54, что отражается в обозначении шкафа введением дополнительно к марке шкафа обозначений 22У3 или 54У2, например, ШР11-73701-22У3 и ШР11-73701-54У2. 2. Длительно допустимая нагрузка шкафов со степенью защиты оболочки IP22 равна номинальному току вводного аппарата, а шкафов со степенью защиты IP54 – 80% этой величины.

Таблица П.15

Минимально допустимые значения коэффициента защиты K_z

Тип защитного аппарата и значения принимаемого тока защиты I_z	Сетей, для которых защита от перегрузки обязательна			Сетей, не требующих защиты от перегрузки (требуется только защита от токов КЗ)
	Проводники с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		Кабели с бумажной изоляцией и с изоляцией из вулканизированного полиэтилена	
	Взрыво- и пожароопасные помещения (осветительные сети независимо от рода проводки)	Невзрыво- и пожароопасные помещения (например, провода АПР, ПР на роликах)		
Номинальный ток плавкой вставки предохранителя $I_z = I_{ном.вст}$	1,25	1	1	0,33
Ток уставки срабатывания автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно действующий расцепитель $I_z = I_{уст.э.о. при КЗ}$	1,25	1	1	0,22
Номинальный ток расцепителя выключателя с нерегулируемой обратной зависимостью от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки) $I_z = I_{ном.расц.}$	1	1	1	1
Ток трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратной зависимостью от тока характеристикой (при наличии отсечки) $I_z = I_{уст}$ при перегрузке	1	1	0,8	0,8

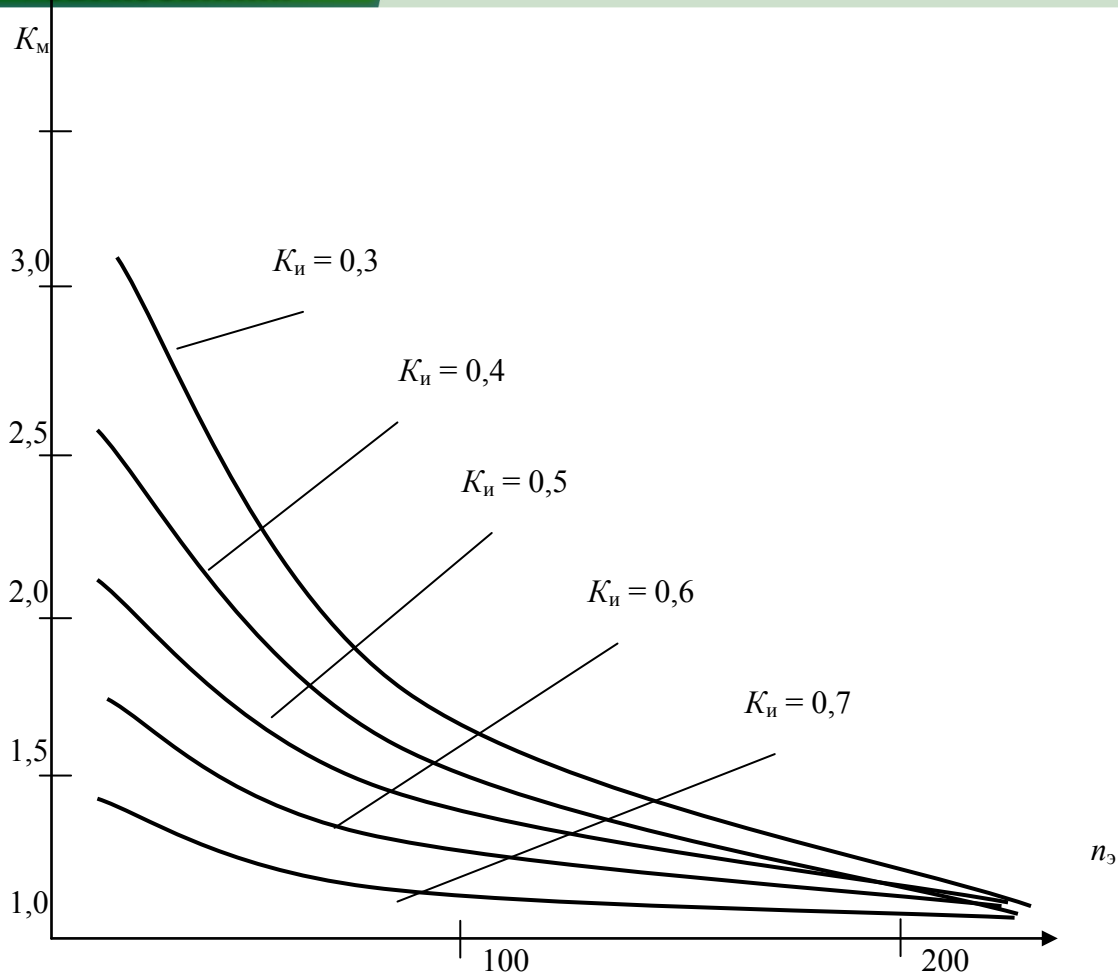


Рис. Расчетные кривые для определения коэффициента максимума

Таблица П.16

Таблица для определения коэффициента максимума по известным значениям K_H и $n_э$

$n_э$	Коэффициент максимума K_M при K_H									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,25	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,1	1,04
7	2,88	2,48	2,1	1,8	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,4	1,3	1,2	1,08	1,04
9	2,56	2,2	1,9	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,1	1,84	1,6	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
20	1,84	1,65	1,5	1,34	1,24	1,2	1,15	1,11	1,06	1,03

Таблица П.17

Сводка основных положений по определению расчетных электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм

Фактическое число электроприемников в группе, n	$m = \frac{P_{\text{НОМ min}}}{P_{\text{НОМ max}}}$	$n_{\text{эф}}$	P_M , кВт	Q_M , кВАр
Три и менее	не определяется		$P_M = \sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ } i}$	$Q_M = \sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ } i} \cdot \text{tg} \varphi_1$
Более трех	$m \leq 3$ При определении исключаются ЭП, суммарная мощность которых не превышает $5\% \sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ } i}$ группы	$n_{\text{эф}} = n$	$P_M = K_M \cdot P_{\text{СМ}} =$ $= K_M \cdot \sum_{i=1}^n K_{\text{И } i} \cdot P_{\text{НОМ } i}$ (K_M определяется по таблице)	При $n_{\text{эф}} \leq 10$ $Q_M = 1,1 Q_{\text{СМ}}$; при $n_{\text{эф}} > 10$ $Q_M = Q_{\text{СМ}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{СМ } i} \cdot \text{tg} \varphi_1$
	$m > 3$ (точное определение не требуется)	$n_{\text{эф}} < 4$	$P_M = \sum_{i=1}^n K_{\text{загр } i} \cdot P_{\text{НОМ } i}$ (допускается принимать $K_{\text{загр}} = 0,9$ для ЭП длительного режима и $K_{\text{загр}} = 0,75$ для ЭП ПКР)	$Q_M = 0,75 \cdot P_M$ (для ЭП ДР $\cos \varphi = 0,8$; $\text{tg} \varphi = 0,75$); $Q_M = P_M$ (для ЭП ПКР $\cos \varphi = 0,7$; $\text{tg} \varphi = 1$)
	$m > 3$	$n_{\text{эф}} \geq 4$	$P_M = K_M \cdot P_{\text{СМ}}$ (K_M определяется по таблице)	При $n_{\text{эф}} \leq 10$ $Q_M = 1,1 \cdot Q_{\text{СМ}}$; при $n_{\text{эф}} > 10$ $Q_M = Q_{\text{СМ}} =$ $= \sum_{i=1}^n P_{\text{СМ } i} \cdot \text{tg} \varphi_i$
	$m > 3$	$n_{\text{эф}} > 200$	$P_M = P_{\text{СМ}} =$ $= \sum_{i=1}^n K_{\text{И } i} \cdot P_{\text{НОМ } i}$	$Q_M = Q_{\text{СМ}}$
Если более 75% установленной мощности расчетного узла составляют ЭП с практически постоянным графиком нагрузки ($K_{\text{И}} \geq 0,6$, $K_{\text{Вкл}} \approx 1$, $K_{\text{заполн}} > 0,9$)		не определяется	$P_M = P_{\text{СМ}} =$ $= \sum_{i=1}^n K_{\text{И } i} \cdot P_{\text{НОМ } i}$	$Q_M = Q_{\text{СМ}} =$ $= \sum_{i=1}^n P_{\text{СМ } i} \cdot \text{tg} \varphi_i$

Окончание табл. П.17

При наличии в расчетном узле ЭП с переменным и постоянным графиком нагрузки	Определяется только для ЭП с переменным графиком нагрузки	$P_M = P_{M1} + P_{M2} = K_M P_{cm1} + P_{cm2}$	$Q_M = Q_{M1} + Q_{cm2}$
---	---	---	--------------------------

Таблица П.18

Расчетные выражения для выбора аппаратов защиты в силовых и осветительных сетях

Аппарат защиты	Расчетные формулы		
	По условиям перегрузки пусковыми ($I_{пуск}$) или пиковыми ($I_{пик}$) токами		По условиям селективности
	Линии к одиночным ЭП	Линии к группам ЭП	
Плавкая вставка предохранителя	$I_{ном.вст} > I_{ном}$ $I_{ном.вст} > \frac{I_{пуск}}{\alpha}$	$I_{ном.вст} > I_p$ $I_{ном.вст} > \frac{I_{пик}}{\alpha}$	Номинальный ток вставки ниже лежащей по току, должен различаться не менее, чем на две ступени шкалы вышележащей ступени
Тепловой расцепитель АВ с нерегулируемой характеристикой	$I_{сраб.теп} > 1.15 I_{ном}$	$I_{сраб.теп} > 1.1 I_p$	-
То же, с регулируемой характеристикой	$I_{сраб.теп} > 1.25 I_{ном}$		
Комбинированный расцепитель (термобиметаллический и электромагнитный)	$I_{сраб.тепл} > 1.25 I_{ном}$	$I_{сраб.тепл} > 1.1 I_p$	Для неселективных $t_{кз} \approx 0,015-0,06с$
	$I_{уст.э.о.} > 1.5 I_{пуск}$	$I_{уст.э.о.} > 1.25 I_{пик}$	Для селективных в зоне КЗ $t_{сраб}$ вышележащей ступени $\geq 1,5 t_{сраб}$ ниже лежащей ступени $t_{кз} = 0,1; 0,25; 0,4 с$

В таблице приняты следующие обозначения:

$I_{\text{ном.вст}}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя;

$I_{\text{сраб.теп}}$, $I_{\text{сраб.комб}}$ – номинальный ток нерегулируемого и регулируемого теплового или комбинированного расцепителя автоматического выключателя;

$I_{\text{уст.э.о.}}$ – ток уставки (срабатывания) электромагнитного расцепителя мгновенного действия (отсечка);

I_p – расчетный максимальный ток нагрузки;

$I_{\text{ном.ЭП}}$ – номинальный ток отдельного ЭП;

$I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток одиночного двигателя с КЗ ротором;

$I_{\text{пик}}$ – пиковый ток группы ЭП;

α – коэффициент, зависящий от условий и длительности пуска двигателя.

$\alpha = 2,5$ – для легких пусков с длительностью пуска до 2,5 с, а также при редких пусках (насосы, вентиляторы, станки и т.п.); $\alpha = 1,6$ – для тяжелых условий пуска с длительностью пуска более 2,5 с, а также при частых (более 15 раз в час) пусках, с частыми реверсами (краны, дробилки, центрифуги и т.п.).

Таблица П.19

Удельная мощность (плотность) осветительной нагрузки

Наименование объекта	Руд,
Литейные и плавильные цеха	12-19
Механические и сборочные цеха	11-16
Электросварочные и термические цеха	13-15
Инструментальные цеха	15-16
Деревообрабатывающие и модельные цеха	15-18
Блоки вспомогательных цехов	17-18
Инженерные корпуса	16-20
Центральные заводские лаборатории	20-27
Заводы горно-шахтного оборудования	10-13
Освещение территории	0.16

Таблица П.20

Ориентировочные удельные плотности силовой нагрузки на 1 м² площади производственных зданий некоторых отраслей промышленности

Производственные здания	γ , Вт/м ²
Литейные и плавильные цехи	230—370
Механические и сборочные цехи	200—300
Механосборочные цехи	280—390
Электросварочные и термические цехи	300—600
Штамповочные и фрезерные цехи	150—300

Окончание табл. П.20

Цехи металлоконструкций	350—390
Инструментальные цехи	50—100
Прессовочные цехи для заводов пластмасс	100—200
Деревообрабатывающие и модельные цехи	75—140
Блоки вспомогательных цехов	260—300
Заводы горно-шахтного оборудования	400—420
Заводы бурового оборудования	260—330
Заводы краностроения	330—350
Заводы нефтеаппаратуры	220—270
Прессовые цехи	277—300

Таблица П.21

*Определение коэффициента максимума
по известным значениям $n_{эф}$*

$n_{эф}$	Коэффициент максимума K_m при K_n									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,25	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,1	1,04
7	2,88	2,48	2,1	1,8	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,4	1,3	1,2	1,08	1,04
9	2,56	2,2	1,9	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,1	1,84	1,6	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
20	1,84	1,65	1,5	1,34	1,24	1,2	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,55	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,03
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,03
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,05	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02



Окончание табл. П.21

$n_{эф}$	Коэффициент максимума K_M при K_n									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
120	1,19	1,15	1,12	1,09	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	1,01
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,06	1,06	1,05	1,02	1,01
160	1,16	1,13	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,02	1,01
180	1,16	1,12	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,00





Образец оформления титульного листа ИДЗ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт дистанционного образования
Направление 140400 «Электроэнергетика
и электротехника»
Кафедра электроснабжения промышлен-
ных предприятий

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

по дисциплине «Основы электроснабжения»

Вариант № ____

Выполнил студент гр. _____

Петров И.С. _____

(Фамилия И.О.)

(подпись)

(дата)

Шифр зачетной книжки _____

Проверил преподаватель _____

(Фамилия И.О.)

(подпись)

(дата)

Томск 201__





Учебное издание

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания и индивидуальные задания

Составители

МУРАВЛЕВ Игорь Олегович
ОБУХОВ Сергей Геннадьевич
САЙГАШ Анастасия Сергеевна

Рецензент

*кандидат технических наук,
доцент кафедры ЭПП ЭНИН*

Е.В. Тарасов

Компьютерная верстка *М.А. Красильникова*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать Хегох. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .

Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО



ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

