

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

М. С. Харитонов

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал по изучению дисциплины для студентов магистратуры
по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
профиль программы «Электроснабжение»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 621.31

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
И.Е. Кажекин

Харитонов, М. С.

Организация и проектирование систем электроснабжения: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль программы «Электроснабжение» / **М. С. Харитонов.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 27 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендации по изучению теоретического материала, дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и описание промежуточной аттестации.

Табл. – 3, рисунков – 9, список литературы – 6 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

УДК 621.31

©Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Харитонов М. С., 2023 г.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Тематический план дисциплины | 7 |
| 2 Содержание дисциплины..... | 8 |
| Тема 1. Основы электроснабжения | 8 |
| Тема 2. Электрические сети систем электроснабжения..... | 9 |
| Тема 3. Системы заземления нейтрали электрических сетей..... | 10 |
| Тема 4. Линии электропередачи среднего и низкого напряжения | 10 |
| Тема 5. Качество электроэнергии в системах электроснабжения..... | 11 |
| Тема 6. Электрические нагрузки в системах электроснабжения | 12 |
| Тема 7. Энергосбережение в системах электроснабжения..... | 12 |
| Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения..... | 13 |
| Тема 9. Характеристика и расчет электрических нагрузок | 14 |
| Тема 10. Расчет и анализ режимов распределительных электрических сетей | 15 |
| Тема 11. Обоснование выбора сечения проводников | 15 |
| Тема 12. Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий | 16 |
| Тема 13. Повышение пропускной способности распределительных сетей | 17 |
| Тема 14. Выбор средств регулирования напряжения..... | 17 |
| 3 Материалы для практических занятий..... | 19 |
| 4 Методические указания по самостоятельной работе студентов | 24 |
| Заключение..... | 25 |
| Библиографический список..... | 26 |

Введение

Дисциплина «Организация и проектирование систем электроснабжения» обеспечивает формирование у обучающихся знаний, умений и навыков для осуществления планирования, организации, управления деятельностью по выполнению работ по проектированию новых, реконструкции и модернизации существующих объектов профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области современных электроэнергетических систем, являющихся основой для решения профессиональных задач в области организации и проектирования систем электроснабжения.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение принципов построения систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и районов сельской местности;
- изучение принципов расчета и анализа режимов распределительных электрических сетей с целью обоснования выбора современного электротехнического оборудования и проводников в системах электроснабжения;
- освоение современных методов проектирования систем электроснабжения и повышения их эксплуатационных свойств с учетом современных технических решений.

По завершении изучения дисциплины «Организация и проектирование систем электроснабжения» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

Знать: основы современного инженерного проектирования электротехнических объектов; выбор серийного и проектирование нового электротехнического и электроэнергетического оборудования

Уметь: использовать при проектировании объектов электроэнергетики и электротехники знание современного состояния и проблем электроэнергетики

Владеть: навыками использования современных методов проектирования схем распределительных сетей с использованием современного электротехнического оборудования, навыками выбора вариантов схем развития распределительных электрических сетей

Текущая и промежуточная аттестация студентов

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;

- задания по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания для контрольной работы (для заочной формы обучения).

Тестовые задания используются для оценки уровня освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся может проводиться аудиторно или дистанционно с использованием ЭИОС университета. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания по темам практических занятий приведены в разделе 3. По итогам выполнения практических заданий оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в соответствующем учебно-методическом пособии. По итогам выполнения лабораторных работ оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Промежуточная аттестация по дисциплине является составным элементом промежуточной аттестации по модулю «Системы электроснабжения». Промежуточная аттестация по модулю проводится в форме выполнения курсового проекта и экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса. Перечень вопросов к экзамену приведен в фонде оценочных средств по модулю. Оценка за экзамен выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания и контрольные вопросы по курсовому проекту приведены в соответствующем учебно-методическом пособии. Защита курсового проекта производится с использованием контрольных вопросов и по содержанию проекта. По итогам выполнения и защиты курсового проекта оценка выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

| Система оценок | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|--|--|--|---|
| | 0-40% | 41-60% | 61-80 % | 81-100 % |
| Критерий | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| 1 Системность и полнота зна- | Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может | Обладает минимальным набором знаний, необходи- | Обладает набором знаний, достаточным для | Обладает полной знаний и системным взглядом |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| ний в отношении изучаемых объектов | научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой) | мым для системного взгляда на изучаемый объект | системного взгляда на изучаемый объект | на изучаемый объект |
| 2 Работа с информацией | Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи | Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи | Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи | Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи |
| 3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта | Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений | В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные | В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи |
| 4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма | Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи |

Структура учебно-методического пособия

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы дисциплины, материалы для практических занятий, указания по самостоятельной работе студентов, библиографический список. По каждой теме дисциплины в учебно-методическом пособии приводятся: тематический план занятия, вопросы для самоконтроля и список рекомендуемой литературы.

1 Тематический план дисциплины

Дисциплина изучается во 2 и 3 семестрах при очной и заочной формах обучения. Темы занятий с разбивкой по семестрам приведены в таблицах 2 и 3. По каждой теме дисциплины предусмотрены лекционные занятия и самостоятельная работа студентов. Для ряда тем предусмотрено выполнение лабораторных работ во 2 семестре. Общее закрепление теоретического материала на практике достигается при выполнении практических заданий (раздел 3 данного пособия) и курсового проекта в 3 семестре. Для студентов заочной формы обучения во 2 семестре обучения предусмотрено выполнение контрольной работы.

Таблица 2 – Темы занятий по дисциплине (второй семестр)

| № п/п | Темы занятий по дисциплине |
|-------|---|
| 1 | Основы проектирования систем электроснабжения |
| 2 | Характеристика и расчет электрических нагрузок |
| 3 | Расчет и анализ режимов распределительных электрических сетей |
| 4 | Обоснование выбора сечения проводников |
| 5 | Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий |
| 6 | Повышение пропускной способности распределительных сетей |
| 7 | Выбор средств регулирования напряжения |

Таблица 2 – Темы занятий по дисциплине (третий семестр)

| № п/п | Темы занятий по дисциплине |
|-------|---|
| 8 | Основы проектирования систем электроснабжения |
| 9 | Характеристика и расчет электрических нагрузок |
| 10 | Расчет и анализ режимов распределительных электрических сетей |
| 11 | Обоснование выбора сечения проводников |
| 12 | Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий |
| 13 | Повышение пропускной способности распределительных сетей |
| 14 | Выбор средств регулирования напряжения |

Общее количество лекционных занятий по дисциплине составляет 32 академических часа для очной формы обучения, при этом на изучение каждой темы отводится не менее 2 академических часов лекционных занятий.

При освоении дисциплины по заочной форме обучения предусмотрено 8 часов лекционных занятий, в связи с чем основной объём работы по изучению

теоретического материала выполняется студентами самостоятельно на основе рекомендаций и материалов данного пособия и учебной литературы.

2 Содержание дисциплины

Методические указания по проведению лекционных занятий

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

Тема 1. Основы электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие понятия о системах электроснабжения
2. Элементы систем электроснабжения
3. Категории надежности электроснабжения потребителей
4. Особенности систем электроснабжения различного назначения
5. Общие требования к системам электроснабжения

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «система электроснабжения»
2. Дайте определение понятию «электроустановка»
3. Какие элементы включает система электроснабжения?
4. Назначение силовых трансформаторов в системах электроснабжения
5. Какие требования по надежности электроснабжения установлены для потребителей различных категорий?
6. Приведите примеры независимых источников питания
7. Чем различаются системы электроснабжения городов, промышленных предприятий и районов сельской местности?
8. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.

2. Шлейников, В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра электроснабжения промышленных предприятий. - Оренбург : ОГУ, 2012. - 110 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 2. Электрические сети систем электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие понятия и структура электрических сетей
2. Номинальные напряжения электрических сетей
3. Классификация электрических сетей
4. Требования к электрическим сетям
5. Схемы электрических сетей

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова роль электрических сетей в структуре электроэнергетической системы?
2. На какие параметры электрических сетей влияет уровень номинального напряжения?
3. Назовите стандартный ряд номинальных напряжений свыше 1 кВ
4. Какова область применения электрических сетей различных номинальных напряжений?
5. Какие номинальные напряжения применяются в электрических сетях на территории Калининградской области?
6. Какие требования предъявляются к электрическим сетям?
7. Как классифицируются электрические сети?
8. Каковы преимущества и недостатки различных видов разомкнутых и замкнутых электрических сетей?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 3. Системы заземления нейтрали электрических сетей

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие вопросы заземления нейтрали электрической сети
2. Системы заземления нейтрали в режиме TN
3. Системы заземления нейтрали в режиме TT и IT
4. Требования к заземляющим устройствам
5. Влияние режима нейтрали на электробезопасность

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое заземление и для каких целей оно может выполняться?
2. Какие существуют режимы заземления нейтралей?
3. Как влияет режим заземления нейтрали на электрическую сеть?
4. Каковы особенности и условия применения систем заземления нейтрали в режиме TN?
5. Особенности и область применения систем заземления нейтрали в режиме TT и IT
6. Как влияет режим заземления нейтрали на электробезопасность?
7. Как влияет режим заземления нейтрали на работу защитных аппаратов?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 4. Линии электропередачи среднего и низкого напряжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие вопросы и классификация линий электропередачи
2. Воздушные и кабельные линии электропередачи
3. Опоры и арматура линий электропередачи
4. Проводники линий электропередачи
5. Схемы замещения линий электропередачи
6. Параметры линий электропередачи

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «линия электропередачи»
2. Как классифицируются линии электропередачи?
3. Преимущества, недостатки и область применения воздушных и кабельных линий электропередачи
4. Какие виды опор применяются на воздушных линиях электропередачи?
5. Конструкция, назначение и разновидности имеет провода типа СИП
6. Какие параметры отражает схема замещения линии электропередачи?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.

Тема 5. Качество электроэнергии в системах электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии
2. Нормативные документы в области качества электроэнергии
3. Показатели качества электроэнергии
4. Причины снижения качества электроэнергии
5. Технические средства контроля качества электроэнергии

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «электромагнитная совместимость»
2. Дайте определение понятию «качество электроэнергии»
3. Какими показателями характеризуется качество электроэнергии?
4. Каковы допустимые отклонения показателей качества электроэнергии в сетях среднего и низкого напряжения?
5. Как связано явление фликера с колебаниями напряжения?
6. Каковы причины снижения синусоидальности питающего напряжения?
7. Каковы последствия снижения качества электрической энергии?
8. Какие российские и зарубежные технические средства применяются для контроля качества электроэнергии?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.

2. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов ; под ред. Ю. В. Шарова. - Москва : МЭИ, 2006. - 319 с.

Тема 6. Электрические нагрузки в системах электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Характерные группы электрических нагрузок
2. Графики электрических нагрузок
3. Искажающее воздействие электрических нагрузок
4. Режимы работы электроприемников

Вопросы для самоконтроля:

1. Как классифицируются электроприемники по назначению и физике протекающих процессов?
2. Какие установки относятся к электротехнологиям?
3. Как различаются графики нагрузки различных потребителей?
4. Какие электроприемники приводят к колебаниям напряжения в сети?
5. Какие искажающие нагрузки приводят к снижению синусоидальности напряжения в электрической сети?
6. Какие существуют режимы работы электроприемников?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интернет Инжиниринг, 2005. - 671 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 7. Энергосбережение в системах электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие сведения об энергосбережении и энергоэффективности
2. Классификация видов потерь электрической энергии
3. Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии
4. Технические мероприятия по снижению потерь электроэнергии

Вопросы для самоконтроля:

1. Что входит в понятие «энергосбережение»?

2. Как классифицируются потери электрической энергии?
3. Что такое технические и технологические потери электроэнергии?
4. Какие потери электроэнергии имеют место в различных элементах систем электроснабжения?
5. Что относится к организационным мероприятиям по снижению потерь?
6. Какие мероприятия по снижению потерь относятся к техническим?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Основные принципы проектирования систем электроснабжения
2. Технологические основы проектирования систем электроснабжения
3. Требования к проектам систем электроснабжения
4. Порядок проектирования системы электроснабжения

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой подход заложен в основу проектирования систем электроснабжения?
2. Какие главные принципы выделяются при проектировании систем электроснабжения?
3. Что предполагает нисходящее и восходящее проектирование систем электроснабжения?
4. Какие основные требования предъявляются к проектам систем электроснабжения?
5. Как оценивается экономичность проектных решений?
6. Как осуществляется организация проектирования систем электроснабжения по этапам жизненного цикла?
7. Как соотносятся этапы проектирования и параметры электропотребления по уровням систем электроснабжения?
8. Каков принцип подготовки рабочей документации для каждого единичного устанавливаемого агрегата?

Рекомендуемая литература:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

2. Сазыкин В. Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 1. Организация проектирования : учебн. пособие / В. Г. Сазыкин; КубГАУ им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2019. – 248 с.

Тема 9. Характеристика и расчет электрических нагрузок

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Понятие электроприемника и группы электроприемников
2. Типовые графики электрических нагрузок
3. Методы определения расчетных нагрузок
4. Расчет нагрузок жилых зданий
5. Расчет нагрузок общественных зданий

Вопросы для самоконтроля:

1. Понятие электроприемника и группы электроприемников
2. Что подразумевается под потребителем электрической энергии?
3. Что подразумевается под расчетной мощностью и расчетным током?
4. Какие существуют методы расчета электрических нагрузок?
5. Как классифицируются графики электрических нагрузок?
6. Какие коэффициенты используются для характеристики графиков нагрузки и в чем заключается их физический смысл?

Рекомендуемая литература:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.

2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 10. Расчет и анализ режимов распределительных электрических сетей

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие вопросы расчета режимов распределительных сетей
2. Основные допущения при расчетах режимов
3. Учет распределения нагрузки по длине линии
4. Расчет режимов при симметричной и несимметричной нагрузке

Вопросы для самоконтроля:

1. Какими параметрами характеризуется режим распределительной сети?
2. Какие допущения принимаются при расчетах режимов?
3. Как влияет распределение нагрузки по длине линии на расчет режима?
4. Каковы особенности расчета режимов при симметричной и несимметричной нагрузке?

Рекомендуемая литература:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 11. Обоснование выбора сечения проводников

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Выбор сечения проводников по экономическим соображениям
2. Выбор сечения проводников по допустимой потере напряжения
3. Выбор площади сечения проводников по условию нагрева
4. Выбора сечения изолированных проводов и кабелей

Вопросы для самоконтроля:

1. Исходя из каких режимов выбираются проводники по нагреву?
2. При каких номинальных напряжениях сети выбираются проводники по допустимой потере напряжения?
3. Для каких линий вводится ограничение по термической стойкости при выборе проводников?
4. Как учитывается ограничение по условию перегрузки при выборе проводников линий?
5. Для каких линий должно учитываться ограничение по короне при выборе проводников?

6. Какими условиями определяется предельно допустимая температура нагрева для проводников различных типов?
7. Каковы особенности выбора площади сечений самонесущих изолированных проводов?
8. Каковы особенности выбора площади сечений жил кабелей с пластмассовой изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена?

Рекомендуемая литература:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Фадеева, Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей : учеб. пособие / Г. А. Фадеева, В. Т. Федина; под общ. ред. В. Т. Фебина. – Минск : Выш. шк., 2009. –365 с. : ил.

Тема 12. Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Основные положения СП 256.1325800.2016
2. Расчётные электрические нагрузки
3. Устройство внутренних электрических сетей
4. Защита внутренних электрических сетей
5. Распределительные устройства и щиты

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова область применения СП 256.1325800.2016?
2. Какие вопросы регламентирует СП 256.1325800.2016?
3. Каковы особенности расчета нагрузок жилых и общественных зданий?
4. Как осуществляется защита внутренних электрических сетей?
5. Каковы особенности проектирования электрического отопления?
6. Как устроены внутренние электрические сети жилых и общественных зданий?

Рекомендуемая литература:

1. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»

2. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Тема 13. Повышение пропускной способности распределительных сетей

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Понятие пропускной способности электрической сети
2. Методы повышения пропускной способности сети
3. Изменение технических параметров линий электропередачи
4. Организация новых центров питания
5. Установка компенсирующих устройств

Вопросы для самоконтроля:

1. Какими факторами может ограничиваться пропускная способность распределительной электрической сети?
2. Какие известны пути повышения пропускной способности распределительных сетей?
3. За счет чего достигается повышения пропускной способности сети при использовании устройств продольной и поперечной компенсации?
4. Как компактизация воздушных линий или переход от воздушных сетей к кабельным влияет на пропускную способность сети?
5. Какие известны схемы регулирования напряжения на распределительных трансформаторах без РПН?

Рекомендуемая литература:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Фадеева, Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей : учеб. пособие / Г. А. Фадеева, В. Т. Федина; под общ. ред. В. Т. Фебина. – Минск : Выш. шк., 2009. –365 с. : ил.

Тема 14. Выбор средств регулирования напряжения

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие требования к уровню напряжения
2. Регулирование напряжения при помощи трансформаторов
3. Регулирование напряжения средствами продольной компенсации

4. Регулирования напряжения средствами поперечной компенсации

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие отклонения напряжения допускаются у электроприемников?
2. Какой диапазон регулирования напряжения обычно имеют трансформаторы 6...20/0,4 кВ?
3. Как определить потерю напряжения в трансформаторе при номинальной нагрузке?
4. Каков порядок выбора ответвлений трансформаторов в распределительных сетях?
5. Из каких соображений выбирается желаемое напряжение на шинах 0,4 кВ при выборе ответвлений трансформаторов?
6. Как определить мощность компенсирующего устройства для компенсации заданной потери напряжения?
7. В чем преимущества устройств продольной компенсации и каковы целесообразные области их применения?
8. Какие возможны схемы подключения к сети батарей конденсаторов поперечной компенсации?

Рекомендуемая литература:

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Управление качеством электроэнергетики / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов ; под ред. Ю. В. Шарова. - Москва : МЭИ, 2006. - 319 с.

3 Материалы для практических занятий

Задача 1. В проектируемом участке длиной 5 км воздушной линии электропередачи напряжением 10 кВ, выполняемой проводом марки АС 70, по условию прохождения трассы необходимо осуществить кабельную вставку длиной 500 м. Требуется выбрать марку кабеля, обеспечивающего предельную пропускную способность линии, такую же, которая была бы возможна в случае выполнения линии без кабельной вставки. Нагрузка, подключаемая в конце линии, имеет коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$.

Задача 2. В проектируемом участке длиной 3 км линии электропередачи напряжением 10 кВ часть линии длиной 2 км предполагается соорудить кабельной с маркой кабеля АПВП 120, а другую часть линии длиной 1 км – воздушной. Требуется выбрать марку проводов, обеспечивающих предельную пропускную способность линии, такую же, которая была бы возможна в случае выполнения линии полностью кабельной. Нагрузка, подключаемая в конце линии, имеет $\cos\varphi = 0,85$.

Задача 3. От ТП напряжением 10/0,38 кВ проектируется четырехпроводная линия электропередачи длиной 600 м с равномерной нагрузкой по фазам, которая по длине линии распределена равномерно, с $\cos\varphi = 0,95$. Первую половину линии предполагается выполнить с самонесущими изолированными проводами марки СИП-2 с площадью сечения $3 \times 95 + 1 \times 70$, а вторую половину – с неизолированными проводами. Требуется выбрать марку неизолированных проводов, обеспечивающих предельную пропускную способность линии, такую же, которая была бы возможна в случае выполнения линии полностью с самонесущими изолированными проводами.

Задача 4. Предусмотрено сооружение электрической сети проводом марки АС 70/11 на напряжение 10 кВ (рисунок 1). Определить, насколько изменится пропускная способность сети, если выполнить ее напряжением 20 кВ.

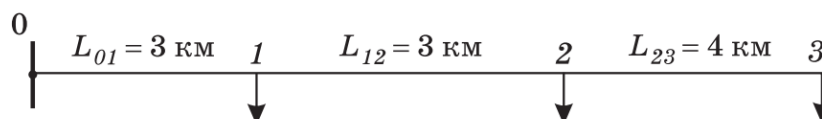


Рисунок 1 – Схема сети

Задача 5. Схема сети напряжением $U_{ном} = 10$ кВ и ее параметры приведены на рисунок 2. Определить, как изменятся потери активной мощности в ней, если в узлах 1 и 2 одновременно установить параллельно нагрузке батареи конденсаторов мощностью 2 Мвар и 1 Мвар соответственно.

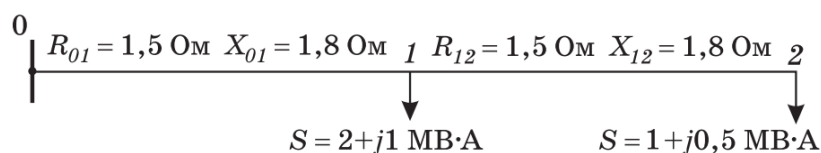


Рисунок 2 – Схема сети

Задача 6. Для схемы сети номинальным напряжением 10 кВ, ее параметров и нагрузок, приведенных на рисунок 2, определить мощность и места размещения компенсирующих устройств, позволяющих обеспечивать одинаковые напряжения в узлах 0, 1 и 2.

Задача 7. Для схемы сети номинальным напряжением 10 кВ, ее параметров и нагрузок, приведенных на рисунок 2, определить изменение потерь активной и реактивной мощностей в ней при установке устройства продольной компенсации с сопротивлением 2 Ом поочередно в ветвях 0–1 и 1–2.

Задача 8. На трансформаторной подстанции установлено два трансформатора типа ТМ мощностью по 400 кВ·А напряжением 10/0,4 кВ, к которым питающая сеть подключена на разные ответвления (рисунок 3). Определить уравнительную мощность и ее направление в контуре, образованном трансформаторами.

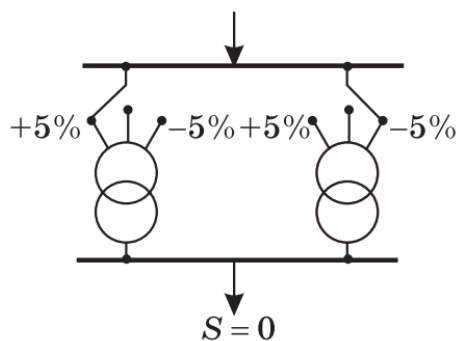


Рисунок 3 – Схема трансформаторной подстанции

Задача 9. Воздушная линия электропередачи длиной 6 км напряжением 10 кВ выполнена проводом марки АС 120/19, а кабельная линия того же номинального напряжения длиной 4 км – кабелем марки АСБ 120. В какой из линий волновое сопротивление будет больше? Какая линия характеризуется большей натуральной мощностью?

Задача 10. Для схемы сети напряжением 10 кВ, приведенной на рисунок 4, определить потоки мощности по воздушной и кабельной линиям и найти суммарные потери активной и реактивной мощностей.

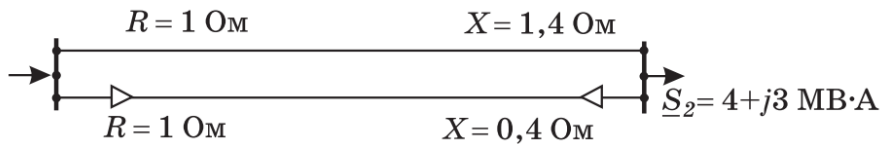


Рисунок 4 – Схема сети с воздушной и кабельной линиями

Задача 11. Вектор напряжения $U_0 = 11$ кВ направлен по вещественной оси. Построить векторную диаграмму напряжений и определить углы, на которые сдвинуты векторы напряжений U_1 и U_2 в узлах 1 и 2 относительно вектора U_0 (рисунок 5).

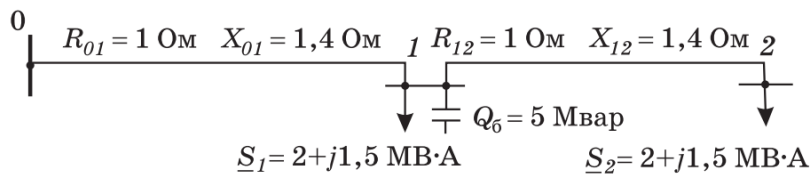


Рисунок 5 – Схема распределительной сети

Задача 12. К шинам приемной подстанции (рисунок 5.6, а) подключен потребитель, работающий по суточному графику нагрузки, приведенному на рисунок 5.6, б. К этим же шинам подключена местная электростанция, выдающая в течение суток неизменную мощность $S_r = \text{const}$. Предложить принципиальную схему и определить мощность статического тиристорного компенсатора, который при его установке на шинах приемной подстанции обеспечивал бы в сети наименьшие возможные суточные потери электроэнергии.

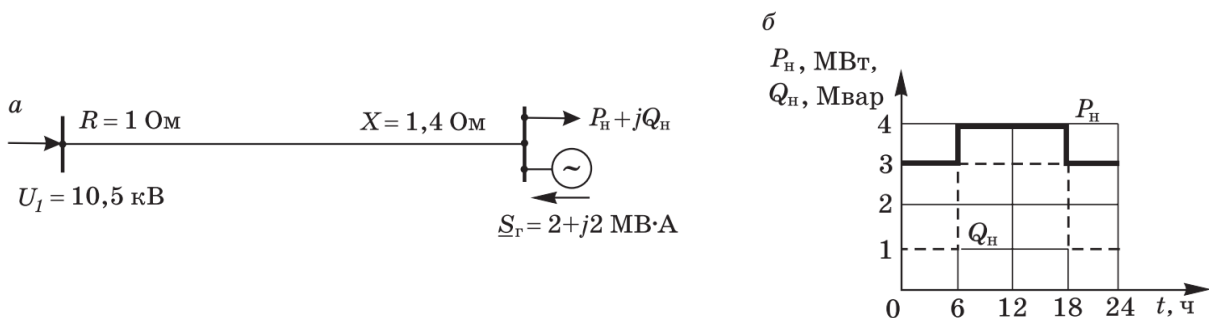


Рисунок 6 – Схема сети (а) и суточный график нагрузки потребителя (б)

Задача 13. Распределительная электрическая сеть питается от шин двух центров питания: ЦП1 и ЦП2 (рисунок 7). Параметры сети, нагрузки в узлах и напряжения в ЦП указаны на схеме. Определить уравнительную мощность между источниками питания и ее направление.

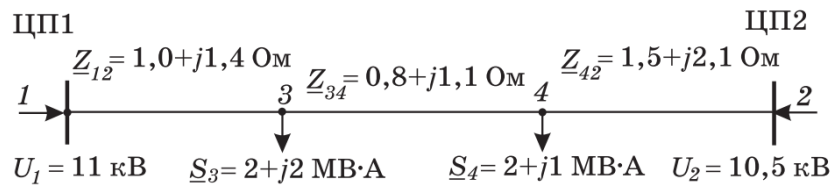


Рисунок 7 – Схема сети с двусторонним питанием

Задача 14. Найти предельную длину воздушной линии электропередачи напряжением 10 кВ, выполненной проводом марки АС 35/6,2, при которой ее пропускная способность P ограничивается одновременно как условиями нагревания проводов фаз, так и допустимой потерей напряжения, равной 6%. Потребитель, подключенный в конце линии, имеет коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$.

Задача 15. Найти предельную длину участка $0-1$ (рисунок 8) электрической сети напряжением 10 кВ, выполненной на обоих участках проводом одной марки АС 50/8, при котором пропускная способность сети по активной мощности ограничивается одновременно как условиями нагревания проводов фаз, так и допустимой потерей напряжения, равной 8%. Решить также данную задачу при условии, что в узле 1 коэффициент мощности $\cos\varphi_1 = 0,8$.

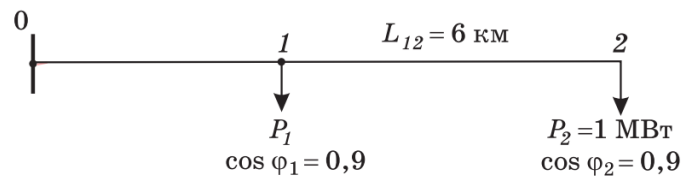


Рисунок 8 – Схема сети с двумя нагрузками

Задача 16. Линию электропередачи напряжением 10 кВ, схема которой приведена на рисунок 9, предполагается выполнить на участках $0-1$ и $2-3$ воздушной, а на участке $1-2$ – кабельной. Выбрать наименьшие площади сечения проводов и жил кабелей, обеспечивающие требования допустимой потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 6\%$, по условию нагревания и механической прочности.

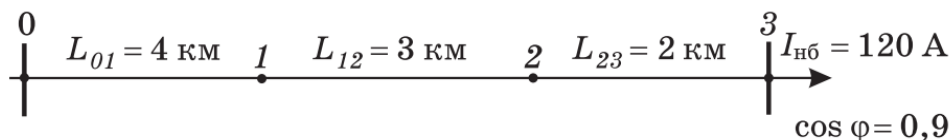


Рисунок 9 – Схема воздушно-кабельной линии

Задача 17. Линию электропередачи напряжением 10 кВ, схема которой приведена на рисунок 9, предполагается выполнить на участках $0-1$ и $2-3$ кабельной, а на участке $1-2$ – воздушной. Выбрать наименьшие площади сечения

проводов воздушного участка линии и жил кабелей, обеспечивающие требования допустимых потерь напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 6\%$, условия нагревания и механической прочности.

Задача 18. В конце воздушной линии электропередачи напряжением 10 кВ и длиной 5 км подключена нагрузка $S = 3 + j2$ МВ·А. Линия выполнена проводом марки А 50. Длина пролета равна 80 м. При температуре воздуха +25 °С стрела провеса провода равна 1 м. Изменится ли стрела провеса провода и если изменится, то насколько, если в конце линии параллельно нагрузке подключить батарею конденсаторов мощностью 2 Мвар?

Задача 19. В конце воздушной линии электропередачи напряжением 10 кВ длиной 5 км подключена нагрузка $S = 3 + j2$ МВ·А. Линия выполнена проводом марки А 50 с допустимым током по условию нагревания 215 А. Длина пролета 80 м. При температуре воздуха +25 °С стрела провеса провода равна 1 м. Насколько изменится стрела провеса провода, если при удаленном коротком замыкании в сети установившийся ток короткого замыкания в линии составляет 500 А и оно по каким-то причинам не отключается в течение 10 мин?

Задача 20. Для питания потребителя с коэффициентом мощности $\cos\varphi = 0,7$ на воздушной линии электропередачи и напряжением 10 кВ длиной 7 км по допустимой потере напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 6\%$ выбран провод марки А 70. Определить, насколько изменится пропускная способность линии при той же допустимой потере напряжения, если вместо провода А 70 применить покрытый (защищенный) провод марки СИП-3 с той же площадью сечения.

4 Методические указания по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных знаний и умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины, являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами и ЭИОС КГТУ;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций. При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, а также вопросы, выносимые для самостоятельного изучения.

Заключение

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Организация и проектирование систем электроснабжения». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала, указания по проведению практических занятий и самостоятельной подготовке студентов. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. для студ. вузов, обуч. по курсу "Электроснабжение промышлен. предприятий" / Б. И. Кудрин. - Москва: Интермет Инжиниринг, 2005. - 671 с.
2. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов; под ред. Ю. В. Шарова. - Москва: МЭИ, 2006. - 319 с.
3. Шлейников, В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Шлейников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра электроснабжения промышленных предприятий. - Оренбург: ОГУ, 2012. - 110 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
4. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
5. Абрамова, Е.Я. Курсовое проектирование по электроснабжению промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Я. Абрамова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». - 2-е изд. перераб. и доп. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 122 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
6. Шлейников, В.Б. Электроснабжение промышленных предприятий: практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Шлейников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра электроснабжения промышленных предприятий. - Оренбург: ОГУ, 2012. Ч. 1. - 99 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Локальный электронный методический материал

Максим Сергеевич Харитонов

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,9. Печ. л. 1,7.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1