

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

М. С. Харитонов

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал по изучению дисциплины для студентов магистратуры
по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника /
Electrical Power Engineering and Electrical Engineering

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.

Электроэнергетика промышленных и распределительных сетей: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины «Electrical Power Engineering of Industrial and Distribution Networks/ Электроэнергетика промышленных и распределительных сетей» для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Electrical Power Engineering and Electrical Engineering/
М. С. Харитонов. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 16 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. – 2, список литературы – 4 наименования

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.....	7
Тема 1. Основы электроснабжения	8
Тема 2. Электрические сети систем электроснабжения.....	8
Тема 3. Системы заземления нейтрали электрических сетей.....	9
Тема 4. Линии электропередачи среднего и низкого напряжения	10
Тема 5. Качество электроэнергии в системах электроснабжения.....	11
Тема 6. Электрические нагрузки в системах электроснабжения	11
Тема 7. Энергосбережение в системах электроснабжения.....	12
3 Методические указания по самостоятельной работе студентов	13
Заключение.....	14
Библиографический список.....	15

Введение

Дисциплина «Electrical Power Engineering of Industrial and Distribution Networks/ Электроэнергетика промышленных и распределительных сетей» обеспечивает формирование у обучающихся знаний, умений и навыков для планирования, организации и осуществления управления деятельностью и выполнения работ по проектированию новых, реконструкции и модернизации существующих объектов профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области электроэнергетики промышленных и распределительных сетей, являющихся основой для решения профессиональных задач в этой области.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение принципов построения систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и районов сельской местности;
- изучение классификации, конструкции и особенностей функционирования распределительных электрических сетей среднего и низкого напряжения;
- изучение требований к режимам работы систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и районов сельской местности в части энергосбережения и обеспечения качества электроэнергии.

По завершении изучения дисциплины «Electrical Power Engineering of Industrial and Distribution Networks/ Электроэнергетика промышленных и распределительных сетей» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

Знать: методы и практические приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов промышленных и распределительных сетей; методы выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств; мероприятия по снижению потерь электрической энергии

Уметь: рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения; составлять расчетные схемы замещения для расчета интегральных характеристик режимов, показателей качества электроэнергии, надежности;

Владеть: навыками практического выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем электроснабжения объектов различного назначения

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

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

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 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.

Задания по контрольной работе для студентов заочной формы обучения 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.

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 знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом 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, 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 семестре при очной и заочной формах обучения. Темы занятий приведены в таблице 2. По каждой теме дисциплины предусмотрены лекционные занятия и самостоятельная работа студентов. Общее закрепление теоретического материала на практике достигается при выполнении лабораторных работ. Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы.

Таблица 2 – Темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	Основы электроснабжения
2	Электрические сети систем электроснабжения
3	Системы заземления нейтрали электрических сетей
4	Линии электропередачи среднего и низкого напряжения
5	Качество электроэнергии в системах электроснабжения
6	Электрические нагрузки в системах электроснабжения
7	Энергосбережение в системах электроснабжения

Общее количество лекционных занятий по дисциплине составляет 14 академических часов 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 6 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: 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 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: 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 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»).

3 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 «Electrical Power Engineering of Industrial and Distribution Networks/ Электроэнергетика промышленных и распределительных сетей». 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 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»).

Локальный электронный методический материал

Максим Сергеевич Харитонов

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ
И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,3. Печ. л. 1,0.

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