

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156636	Распределение и потребление электрической энергии

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код ОП</b> 1. 13.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Распределение и потребление электрической энергии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Системы распределения электрической энергии» «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике». Изучаются основные процессы, происходящие в системах электроснабжения городов и промышленных предприятий, основные алгоритмы определения режимных параметров и характеристик электропотребления, схем систем электроснабжения городов и промышленных предприятий, алгоритмов выбора и проверки оборудования систем электроснабжения, необходимых мероприятия по оптимизации режимов систем электроснабжения. Изучаются вопросы измерения объемов и параметров качества поставки или потребления электроэнергии. Рассматривается контроль энергоресурсов в заданных временных интервалах. Изучаются способы сбора, обработки, хранения и отображения информации о поставке и потреблении электроэнергии. Изучается расчет баланса предприятия и системы в целом, учет потерь энергии в схемах соединений. Рассматривается метрологическое обеспечение приборов учета и вычислительного оборудования. Изучаются основных положения теории электропривода, анализируется динамика электромеханической системы, рассматриваются свойства двигателей постоянного и переменного тока, различные методы регулирования скорости электродвигателей, рассматриваются методы выбора мощности электроприводов, проверки их по условиям нагревания и перегрузочной способности. Рассматриваются такие понятия как электромагнитная обстановка и электромагнитная совместимость. Изучается влияние электрического и магнитного полей на качество электрической энергии в системах электроснабжения. Рассматриваются источники, виды и характеристики помех, каналы распространения, методы измерений, а также мероприятия по защите от помех.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Системы распределения электрической энергии и ее потребление	9
2	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	3
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Системы распределения электрической энергии и ее потребление	ПК-10 - Способен применять знания об общих положениях по устройству и эксплуатации систем электроснабжения, правилах проектирования систем электроснабжения	<p>З-37 - Описывать приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом</p> <p>З-38 - Описывать методы выбора параметров оборудования систем электроснабжения</p> <p>З-39 - Характеризовать средства и методы электрических измерений</p> <p>З-40 - Характеризовать структуру системы учёта электроэнергии</p> <p>З-41 - Описывать методологические аспекты стандартизации, сертификации и метрологии</p> <p>З-42 - Объяснять принципы обеспечения единства измерений электрических величин</p> <p>З-43 - Описывать принципы формирования балансов электрической энергии</p> <p>У-30 - Анализировать интегральные характеристики режимов</p> <p>У-31 - Оценивать результаты измерений параметров электрического режима</p> <p>У-32 - Оценивать набор данных системы учёта электроэнергии</p> <p>У-33 - Анализировать структурные составляющие баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p> <p>П-23 - Предлагать схему электроснабжения объектов различного назначения</p> <p>П-24 - Осуществлять выбор параметров оборудования систем электроснабжения</p> <p>П-25 - Сделать вывод о наблюдаемости режимов систем электроснабжения</p>

		<p>П-26 - Выполнить разработку баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p>
	<p>ПК-11 - Способен применять знания о системах учета электроэнергии, принципы работы и устройство оборудования систем учета электроэнергии</p>	<p>З-5 - Характеризовать структуру системы учёта электроэнергии</p> <p>З-6 - Описывать методологические аспекты стандартизации, сертификации и метрологии</p> <p>З-7 - Объяснять принципы обеспечения единства измерений электрических величин</p> <p>З-8 - Описывать принципы формирования балансов электрической энергии</p> <p>У-3 - Оценивать набор данных системы учёта электроэнергии</p> <p>У-4 - Анализировать структурные составляющие баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p> <p>П-3 - Сделать вывод о наблюдаемости режимов систем электроснабжения</p> <p>П-4 - Выполнить разработку баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p>
	<p>ПК-12 - Способен прогнозировать нагрузки и режимы работы электроприёмников, решать вопросы развития систем электроснабжения</p>	<p>З-28 - Описывать приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом</p> <p>З-29 - Описывать методы выбора параметров оборудования систем электроснабжения</p> <p>З-30 - Характеризовать средства и методы электрических измерений</p> <p>З-31 - Характеризовать структуру системы учёта электроэнергии</p> <p>З-32 - Описывать методологические аспекты стандартизации, сертификации и метрологии</p> <p>З-33 - Объяснять принципы обеспечения единства измерений электрических величин</p> <p>З-34 - Описывать принципы формирования балансов электрической энергии</p>

		<p>У-25 - Анализировать интегральные характеристики режимов</p> <p>У-26 - Оценивать результаты измерений параметров электрического режима</p> <p>У-27 - Оценивать набор данных системы учёта электроэнергии</p> <p>У-28 - Анализировать структурные составляющие баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p> <p>П-17 - Предлагать схему электроснабжения объектов различного назначения</p> <p>П-18 - Осуществлять выбор параметров оборудования систем электроснабжения</p> <p>П-19 - Сделать вывод о наблюдаемости режимов систем электроснабжения</p> <p>П-20 - Выполнить разработку баланса электрической энергии по границе балансовой принадлежности</p>
<p>Электромагнитная совместимость в электроэнергетике</p>	<p>ПК-10 - Способен применять знания об общих положениях по устройству и эксплуатации систем электроснабжения, правилах проектирования систем электроснабжения</p>	<p>З-44 - Характеризовать электромагнитную обстановку на электрических станциях и подстанциях</p> <p>З-45 - Объяснять факторы, влияющих на электромагнитную обстановку</p> <p>З-46 - Характеризовать источники и виды электромагнитных помех, каналы распространения и способы защиты от них</p> <p>З-47 - Описывать основные требования, предъявляемые к помехоустойчивости современной аппаратуры вторичных цепей подстанционного оборудования</p> <p>У-34 - Выбирать средства защиты в зависимости от наличия электромагнитных помех</p> <p>У-35 - Определять необходимость проведения организационно-технических мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки и повышению электромагнитной совместимости</p> <p>П-27 - Выполнять разработку комплекса мероприятий для защиты</p>

		электрооборудования от воздействия электромагнитных помех
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Системы распределения электрической**  
**энергии и ее потребление**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Системы электроснабжения	Структура системы распределения электроэнергии. Системы электроснабжения и основные требования к ним. Категории обеспечения надежности электроснабжения, виды электроприемников, классификация по режимам работы.  Основные виды схем, применяемых в системах электроснабжения. Особенности построения. Классификация по конструктивным признакам.
P2	Электрические нагрузки и методы их расчета	Основные параметры, характеризующие режимы работы электроприемников. Графики нагрузки, коэффициенты совмещения, загрузки, спроса. Расчет максимума нагрузки жилых и общественных зданий. Определение нагрузок по удельным показателям. Коэффициент несовпадения максимумов. Расчет максимума нагрузки промышленных предприятий. Метод упорядоченных диаграмм, коэффициент максимума нагрузки, коэффициент использования.
P3	Оптимизация режимов работы электрических сетей.	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Понятие центра электрических нагрузок Выбор местоположения трансформаторных подстанций на территории предприятия, жилой застройки Выбор мощности и количества трансформаторов на подстанциях. Компенсация реактивной мощности. Выбор местоположения и мощности компенсирующих устройств.

<b>P4</b>	Токи короткого замыкания в системах распределения электроэнергии	Особенности расчета. Определение параметров элементов сети. Схема замещения. Расчет токов дугового замыкания. Влияние токов короткого замыкания на элементы системы электроснабжения. Термическое действие токов короткого замыкания. Электродинамическое действие токов короткого замыкания.
<b>P5</b>	Основное оборудование систем электроснабжения	Силовые кабели. Основные марки, конструктивные части, способы прокладки, выбор и проверка. Коммутационные аппараты. Рубильники, переключатели, пускатели, контакторы. Типы. Конструкция. Выбор.
<b>P6</b>	Системы заземления	Типы систем заземления. Система уравнивания потенциалов. Система выравнивания потенциалов.
<b>P7</b>	Системы освещения	Методы определения освещенности. Виды осветительных устройств. Проверочный расчет осветительных сетей по потере напряжения. Упрощенный расчет с помощью таблиц моментов.
<b>P8</b>	Метрологическое обеспечение энергетического производства	Метрологическое обеспечение энергетического предприятия. Правовые основы метрологии. Государственная метрологическая служба в РФ.  Типы измерений. Прямые, полукосвенные и косвенные измерения. Абсолютные и относительные системы измерений. Погрешности измерений и класс точности. Аттестация, поверка, градуировка, калибровка. Сертификация электроэнергии. Стандартизация систем управления качеством. Стандартизация в электроэнергетике.
<b>P9</b>	Методы и средства учета электрической энергии	
<b>P9.T1</b>	Структурные составляющих баланса электроэнергии	Термины и определения. Расчет структурных составляющих баланса электрической энергии. Перетоки электроэнергии по границе балансовой принадлежности. Внутрисетевой переток. Отпуск электроэнергии в сеть. Полезный отпуск. Потери электрической энергии. Коммерческий и технический учёт электрической энергии. Примеры формирования балансов электрической энергии. Балансовая принадлежность объектов и средств измерений.
<b>P9.T2</b>	Оборудование для учета электрической энергии	Состав измерительного комплекса электроэнергии (ИКЭЭ). Измерительные трансформаторы тока (ТТ), режимы работы ТТ и класс точности ТТ. Сравнение электромагнитных и оптических ТТ. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН). Режимы работы измерительных ТН и класс точности ТН. Счётчики электрической энергии. Сравнение различных типов счётчиков электроэнергии. Кабельные линии измерительных цепей и основные требования к ним.
<b>P9.T3</b>	Методы диагностики систем учёта электроэнергии	Поверка измерительных ТТ, ТН и счётчиков электрической энергии. Балансовый метод контроля достоверности показаний ИКЭЭ. Фактический и допустимый небалансы. Сокращённые и развёрнутый балансы электрической энергии. Отчётные потери

		электроэнергии. Технические и технологические потери электрической энергии. Сравнение методов расчёта технических потерь электроэнергии. Коммерческие потери электроэнергии. Нормативные потери электроэнергии. Преимущества и недостатки балансового метода.
<b>Р9.Т4</b>	Автоматизированные системы учёта электрической энергии	Требования к системам учёта электрической энергии. Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) и автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ). Назначение, функциональные особенности и сравнение систем АСКУЭ и АИИС КУЭ. Классификация АИИС КУЭ. Архитектура АИИС КУЭ.
<b>Р10</b>	Субъекты в сфере учёта электроэнергии. Совершенствование систем учёта электрической энергии	Субъекты в сфере учёта электроэнергии, их роли. Границы раздела балансовой принадлежности субъектов. Тарифы. Структура полезного отпуска электроэнергии потребителям. Порядок снятия показаний со счётчиков систем учёта электрической энергии. Роль систем учёта электрической энергии при решении проблем энергоэффективности. Мероприятия по снижению технологических и коммерческих потерь электроэнергии. Ущерб от хищений электрической энергии. Способы хищения электрической энергии в городах и в сельской местности. Методы выявления хищений электроэнергии. Перспективы развития систем учёта электрической энергии. Перспективы развития методов самодиагностики систем учёта электроэнергии.  Развитие систем учёта электрической энергии. Существующие и перспективные функции и задачи. Микропроцессорные системы учёта электроэнергии для диспетчерского управления электроэнергетической системой. АИИС КУЭ бытового сектора. Концепции интеллектуальных электроэнергетических систем Smart City и SmartGrid. Цифровые подстанции. Средства, методы, алгоритмы реализации концепции в современных условиях.
<b>Р11</b>	Основные положения теории электропривода	Механика электропривода. Электромеханические свойства электродвигателей. Выбор и проверка электродвигателя. Способы и средства регулирования скорости электродвигателей.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-12 - Способен прогнозировать нагрузки и режимы работы электроприёмников, решать вопросы	П-17 - Предлагать схему электроснабжения объектов различного

			развития систем электроснабжения	назначения
--	--	--	----------------------------------	------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Системы распределения электрической энергии и ее потребление

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Лыкин, А. В.; Учет и контроль электроэнергии : курс лекций.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574834> (Электронное издание)
2. Лыкин, А. В.; Распределительные электрические сети : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576415> (Электронное издание)
3. Лыкин, А. В.; Учет и контроль электроэнергии. Конспект лекций : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/99360.html> (Электронное издание)
4. ; Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения : учебное пособие.; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, Белгород; 2011; <http://www.iprbookshop.ru/28351.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. ; Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях напряжением 0, 4 кВ : Учеб. пособие.; СИПИ, Свердловск; 1990 (1 экз.)
2. Кошкин, А. Н., Федотова, Л. А., Сарапулов, Ф. Н.; Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий : учебно-методическое пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (10 экз.)
3. Кудрин, Б. И.; Системы электроснабжения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электроснабжение" направления подгот. "Электроэнергетика".; Академия, Москва; 2011 (20 экз.)
4. Кудрин, Б. И.; Электроснабжение промышленных предприятий : [учеб.-справ. пособие].; Теплотехник, Москва; 2009 (2 экз.)
5. Кудрин, Б. И.; Электроснабжение : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника".; Академия, Москва; 2012 (1 экз.)
6. Кудрин, Б. И.; Электроснабжение потребителей и режимы : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника".; МЭИ, Москва; 2013 (1 экз.)
7. Кудрин, Б. И., Минеев, А. Р.; Электрооборудование промышленности : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электрооборудование и электрохоз-во предприятий, орг. и учреждений" направления подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; Академия, Москва; 2008 (20 экз.)
8. ; Правила устройства электроустановок : утв. Минэнерго России от 20.06.2003 : введ. в действие 01.11.2003. Разд. 4. Распределительные устройства и подстанции. Гл. 4.1 : Распределительные устройства напряжением до 1кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока. Гл. 4.2 :

Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ; ДЕАН, Санкт-Петербург; 2006 (10 экз.)

9. ; Правила устройства электроустановок : все действующие разд.) : по сост. на 1 сент. 2006 г.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2006 (10 экз.)

10. Чиликин, М. Г., Сандлер, А. С.; Общий курс электропривода : Учебник для элеткромех. и электроэнерг. вузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (260 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

ЭБС "Лань", IEEE Xplore, Техэксперт (Кодекс)

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://lib.urfu.ru> - Библиотека УрФУ

<http://docs.cntd.ru> - Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Системы распределения электрической энергии и ее потребление**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>RastrWin</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>RastrWin</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p>
5	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электромагнитная совместимость в**  
**электроэнергетике**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Плесняев Евгений Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированн ых электрических систем
2	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.1	Введение. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике.	Классификация проблем ЭМС. Качество энергии. Бесперебойность; отклонения от номинальной величины, по фазовым углам и частоте; содержание высших гармоник и т.д.  Влияние электрических и магнитных полей на окружающую среду. Нормы на предельно допустимые напряженности электрического и магнитного поля на промышленной частоте, в ВЧ и в СВЧ – диапазоне. Защита от электромагнитных помех. Взаимные влияния объектов электроэнергетики, внешней техносферы и живой природы; ЭМС между объектами электроэнергетики: ЭМС силовых и вторичных цепей электрооборудования станций и подстанций, внутренняя ЭМС вторичных цепей. Технические, экономические и организационные основы ЭМС.
1.2	Классификация источников помех и механизмы их генерации	Внешние и внутренние источники помех. Атмосферные (молния) и коммутационные перенапряжения (коммутации выключателями, разъединителями и низковольтными аппаратами, тиристорами). Разрядные явления: молния, корона, электросварка, искра зажигания, искрение щеток, разряды статического электричества, внутренние и поверхностные частичные разряды. Связь: радио и телевидение, ВЧ – и СВЧ – связь в т.ч. мобильная, военная техника.

		<p>Характеристики помех: узко- и широкополосные, переходные. Пути передачи помех: гальванический, индуктивный, емкостный, излучение.</p>
1.3	<p>Техника и технология измерения помех. Экспериментальное определение помехоустойчивости</p>	<p>Термины и определения. Методы измерений электромагнитных помех от объектов электроэнергетики. Общие методы испытаний источников радиопомех. Испытательные установки и аппаратура для измерений. Мониторинг и локация источников помех на объектах электроэнергетики. Нормы ЭМС.</p> <p>Испытания на устойчивость к помехам аппаратуры РЗА и связи. Последовательность проведения испытаний. Контроль изоляции. Методы и нормы испытаний аппаратуры на устойчивость к помехам различных видов: грозовых, коммутационных сетевых, электростатического разряда, импульсных высокочастотных, наносекундных, мощных магнитных полей, электромагнитных полей ВЧ – и СВЧ – диапазонов.</p> <p>Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей действующих подстанций в условиях эксплуатации.</p> <p>Методы и нормы испытаний импульсами тока, введенными в контур заземления ОРУ.</p> <p>Проверка взаимных влияний вторичных цепей подстанционного оборудования.</p> <p>Испытания на устойчивость к помехам специальной техники.</p> <p>Испытания оборудования летательных аппаратов на стойкость к воздействиям токов молнии. Испытания военной техники на устойчивость к ЭМИ ядерного взрыва.</p>
1.4	<p>Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости</p>	<p>Пассивные способы и устройства защиты от помех. Фильтры. Разделительные трансформаторы. Кабели с витыми парами, бифилярные конструкции и монтаж. Оптроны и оптоволоконные линии связи.</p> <p>Смешанные способы и устройства защиты от помех. Разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты. Виды и типы: искровые разрядники; варисторы; полупроводниковые приборы: дефензоры; диоды. Основные характеристики: ВАХ, диапазоны номинальных напряжений и токов, перегрузочная способность, быстроедействие, электрическая прочность и др.</p> <p>Предпочтительные области применения, выбор и расчет характеристик. Электромагнитные экраны. Природа экранирующего действия. Экранирование статических и квазистатических полей. Экранирование электромагнитных волн. Расчеты экранов и их конструкции. Мероприятия по защите вторичных цепей подстанционного оборудования от влияния помех, генерируемых силовым оборудованием.</p> <p>Размещение силового коммутационного и другого</p>

		<p>оборудования на ОРУ. Проектирование систем заземления. Проектирование систем электропитания. Правила прокладки кабелей и заземления их экранов. Правила монтажа вторичных цепей. Резервирование. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции в каналах ВЧ – связи по проводам и тросам ВЛ.</p> <p>Активные способы и устройства защиты от помех. Способы ограничения помех, генерируемых при коммутациях разъединителями и выключателями. Мероприятия по снижению влияния статического электричества.</p>
2.1	<p>Электромагнитная совместимость и качество электрической энергии</p> <p>Нормативные документы в области качества электрической энергии</p>	<p>Историческая справка. Качество электроэнергии как часть электромагнитной совместимости. Место качества электрической энергии в современной электроэнергетике. ГОСТ 32144. ГОСТ-30804. ГОСТ-13109. Структура документа. Взаимосвязь документов. Обозначения. Продолжительные и медленные изменения напряжения. Несинусоидальность. Несимметрия. Прерывания, провалы перенапряжения.</p>
2.2	<p>Измерения показателей качества электрической энергии</p>	<p>Измерительные приборы, алгоритм работы приборов, аналого-цифровое преобразование, цифровая обработка первичных данных, определение частоты, определение показателей качества электрической энергии, объединение результатов измерения, неопределенность измерений.</p>
2.3	<p>Источники ухудшения показателей качества электрической энергии и их влияние на работу электрооборудования</p>	<p>Источники ухудшения показателей качества электроэнергии. Резонансные явления. Оценка ущерба от нарушения показателей качества электроэнергии. Мощность искажения. Трехмерная модель мощности.</p>
2.4	<p>Сертификация качества электрической энергии</p>	<p>Качество электроэнергии в вопросах поставки электроэнергии физическим и юридическим лицам. Сертификация качества электрической энергии. 522 ФЗ</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-10 - Способен применять знания об общих положениях по устройству и эксплуатации систем электроснабжения, правилах проектирования систем	У-35 - Определять необходимость проведения организационно-технических мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки и повышению электромагнитной

			электроснабжения	совместимости П-27 - Выполнять разработку комплекса мероприятий для защиты электрооборудования от воздействия электромагнитных помех
--	--	--	------------------	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Овсянников, А. Г.; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436029> (Электронное издание)
2. Овсянников, А. Г.; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575557> (Электронное издание)
3. Пудовкин, А. П.; Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277937> (Электронное издание)
4. ; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие.; АГРУС, Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277482> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

[http://www.fsk-ees.ru/about/standards\\_organization/](http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/) Сайт Федеральной сетевой компании ЕЭС

[http://so-ups.ru/index.php?id=tech\\_base](http://so-ups.ru/index.php?id=tech_base) Сайт Системного оператора ЕЭС

<http://docs.cntd.ru/> Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://study.urfu.ru/view/> Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

<http://lib.urfu.ru/> Зональная научная библиотека УрФУ

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p> <p>Mozilla Firefox</p>