

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электроэнергетики  
(ЭЭ\_ПИ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электроэнергетики  
(ЭЭ\_ПИ)**

наименование кафедры

**В.И. Пантелеев**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ  
СОВМЕСТИМОСТИ**

Дисциплина Б1.В.03 Основы электромагнитной совместимости

Направление подготовки /  
специальность 13.03.02 Электроэнергетика и  
электротехника

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Программу  
составили

Ст. преподаватель, Петухов Роман Алексеевич

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся знаний и умений в оценке природы возникновения факторов несовместимости работы электротехнических устройств, локализации их и обеспечение рациональной эксплуатации систем электроснабжения, определение источников высших гармоник (помех) в системах электроснабжения предприятий, оценке уровня помех в системе электроснабжения и степени их влияния на электромагнитную совместимость работы электроприемников, в оценке качества напряжения питающей сети и соответствия его требованиям ГОСТ, освоение методов и практических средств улучшения качества напряжения и снижения уровня пороговой электромагнитной совместимости.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Уметь определять места и значимости источников высших гармоник (помех) в системах электроснабжения промышленных предприятий в процессе производства, определение параметров качества напряжения и тока в сети электроснабжения, определять источник и уровень помех в функционирующей системе электроснабжения, оценивать качественные и количественные параметры напряжения в питающей сети, проводить мероприятия по улучшению качества напряжения в сети и электромагнитной совместимости работы, различных электроприемников, делать оценку эффективности проводимых мероприятий.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-2:Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности</b>	
<b>ПК-2.1:Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД</b>	
Уровень 1	Перечень методов и методик испытаний на электромагнитную совместимость объектов энергетики
Уровень 2	НТД для проведения испытаний
Уровень 1	Разрабатывать методики проведения испытаний для оценки электромагнитной обстановки
Уровень 1	Современными измерительные комплексы для испытаний на помехоустойчивость и помехоэмиссию электрооборудования станций и подстанций
<b>ПК-2.4:Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и</b>	

<b>проектирования</b>	
Уровень 1	Виды электромагнитных помехи способы их описания
Уровень 1	Классифицировать электромагнитные помехи
Уровень 1	Применять методы расчета ЭМП от действующих объектов энергетики
<b>ПК-2.6:Применяет методы обеспечения функциональной безопасности электрических сетей и электроустановок различных уровней напряжения</b>	
Уровень 1	Методы оптимизации электромагнитной обстановки на объектах энергетики
Уровень 1	Разрабатывать программы по оптимизации электромагнитной обстановки
Уровень 1	Нормативно-технической документацией по определению и оптимизации электромагнитной обстановки

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для усвоения данной дисциплины студенты должны изучить следующие дисциплины в полном объеме: математика, физика, теоретические основы электротехники, электрические машины, электрические и электронные аппараты, электротехническое материаловедение.

математика, физика, теоретические основы электротехники, электрические машины, электрические и электронные аппараты, электротехническое материаловедение.

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике	2	0	0	0	
2	Классификация источников помех и механизмы их генерации	2	0	0	0	
3	Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости	2	0	0	0	
4	Методы испытания оборудования на помехоустойчивость	2	0	0	0	
5	Качество электроэнергии	2	0	0	0	
6	Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками	2	0	0	0	
7	Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками	2	0	0	0	

8	Режимы систем электроснабжения с резкопеременными нагрузками	2	0	0	0	
9	Стандартизация в области ЭМС	2	0	18	72	
Всего		18	0	18	72	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>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 живую природу. 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 и внешней техносферы; внутренняя ЭМС между объектами электроэнергетики: ЭМС силовых и вторичных цепей электрооборудования станций и подстанций, внутренняя ЭМС вторичных цепей. Технические, экономические и организационные основы ЭМС. Нормирование показателей, характеризующих несинусоидальные режимы. Влияние высших гармоник на силовое электрооборудование, системы релейной защиты, автоматики, теле-механики и связи. Потери от высших гармоник в электрических машинах, трансформаторах и конденсаторах. Ущерб, обусловленный несинусоидальностью напряжений и токов.</p>	2	1	0
---	---	---	---	---	---

2	2	<p>Внешние и внутренние источники по-мех, 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. ЭМИ ядерного взрыва. Характеристики помех: узко- и широкополосные, переходные. Каналы распространения помех: гальванические, индуктивные, емкостные, эфирные.</p>	2	1	0
---	---	---	---	---	---

3	3	<p>Фильтры: основные характеристики (АЧХ, крутизна среза и др.) и схемы (ФНЧ, ФВЧ и режекторные, пассивные и активные, Г -, П -, Т- образные, двойные Т – образные, многозвенные).</p> <p>Разделительные трансформаторы.</p> <p>Кабели с витыми парами, бифилярные конструкции и монтаж.</p> <p>Оптроны и оптоволоконные линии связи: основные характеристики (спектральный диапазон, затухание, электрическая прочность и др.) и схемы (прямые и обратные преобразователи, источники света, фотоприемники и др.).</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 (выпрямительные, лавинные, импульсные, стабилитроны и стабисторы, ограничительные и переключаательные р–і–п диоды, диоды Шотки).</p> <p>Основные характеристики: ВАХ, диапазоны номинальных напряжений и токов, перегрузочная способность, быстродействие, электрическая прочность и др.</p> <p>Предпочтительные</p>	10	2	1	0
---	---	---	----	---	---	---

4	4	<p>Испытания на устойчивость к действию помех блоков аппаратуры РЗА и связи.</p> <p>Последовательность испытаний. Проверка 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. Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей действующих подстанций в условиях эксплуатации. 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. Испытания оборудования летательных аппаратов на стойкость к воздействиям токов молнии. Испытания военной техники на устойчивость к ЭМИ ядерного взрыва</p>	2	1	0
---	---	---	---	---	---

5	5	<p>Показатели качества электроэнергии и их нормирование (отклонения и колебания частоты; отклонения напряжения; колебания напряжения - размах изменения напряжения, доза колебания напряжения, частота изменения напряжения, интервал времени между изменениями напряжения, глубина провала напряжения, интенсивность провалов напряжения, длительность импульса напряжения; несимметрия напряжения трехфазной сети; несинусоидальность напряжения и другие параметры). Измерение и расчет параметров качества электроэнергии.</p> <p>Регулирование напряжения (изменением добавочного напряжения; изменением продольной и поперечной составляющих падения напряжения за счет регулирования потока реактивной мощности в питающих и распределительных линиях электрической сети; изменением напряжения в питающей сети энергосистемы; изменением схемы электрической сети). Симметрирование нагрузок.</p>	2	1	0
---	---	---	---	---	---

6	6	Нелинейные нагрузки и высшие гармоники напряжения и тока в промышленных электрических сетях. Вентильные преобразователи. Дуговые сталеплавильные печи. Сварочные нагрузки. Печи сопротивления с тиристорным регулированием. Реакторы с тиристорным регулированием.	2	1	0
7	7	Характеристика несимметричных режимов электрических систем. Многофазные сети электроснабжения промпредприятий при несимметрии нагрузки. Влияние несимметричных нагрузок на режимы работы электроприемников	2	0	0
8	8	Отклонения и колебания напряжения при работе резкопеременных нагрузок. Колебания частоты при работе резкопеременных нагрузок. Дуговые сталеплавильные печи в системах электроснабжения. Вентильные преобразователи прокатных станков в системах электроснабжения.	2	0	0

9	9	Законодательство в области ЭМС. Органы стандартизации. Стандарты МЭК и ГОСТы. Отраслевые стандарты и внутренние стандарты фирм производителей оборудования РЗА и связи.	2	1	0
Всего			18	7	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	9	Лабораторная работа №1. Измерение напряженности электрического поля промышленной частоты от установок высокого напряжения	4	2	0
2	9	Лабораторная работа №2. Измерение напряженности магнитного поля промышленной частоты от технических средств	4	0	0
3	9	Лабораторная работа №3. Изучение и оценка электромагнитной обстановки вблизи подстанции 35 кВ	10	2	0
Всего			18	4	0

## **5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бадер М.П.	Электромагнитная совместимость: Учеб. для вузов	Москва: УМК МПС, 2002
Л1.2	Яковлев В. Н., Пантелеев В. И., Суров В. П., Яковлев В. Н.	Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"	Москва: МЭИ, 2010

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>
Э2	Электротехника	<a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

по теоретическому курсу самостоятельно изучить темы 1-9 с помощью литературы. Форма отчета – конспект по темам 2,4,7,9 в объеме 5 страниц; решение задач, задание получить у преподавателя.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Представление современных информационных технологий как инструмента, используемого в дисциплине (программные средства MatLab, EMTP и др. как средство выполнения расчетов, анализа; PowerPoint как средство для чтения лекций и др.
-------	---

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Электротехника. [Электронный ресурс] : науч. журнал. – Режим доступа: <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a> (доступ с компьютеров в локальной сети ВУЗа).
9.2.2	2. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА [Электронный ресурс] : науч. журнал. –Режим доступа: <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a> (доступ с компьютеров в локальной сети ВУЗа).
9.2.3	3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Доска интерактивная 77 Smart Board S

Проектор мультимедийный ультракороткофокусный NEC UM 301X в комплекте с запасной оригинальной лампой

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Электроснабжение промышленных предприятий» СЭС-ПП (компьютер)

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Электроснабжение в системах электропотребления» ЭС-СЭП-СР исполнение настольное ручная версия ЭИ и ОМ-НР

Демонстрационный электротехнический стенд