

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03 Основы электромагнитной совместимости

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

13.03.02.31 Электроэнергетика

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

Ст. преподаватель, Петухов Роман Алексеевич

должность, инициалы, фамилия

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	
ПК-2.1: Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД	Перечень методов и методик испытаний на электромагнитную совместимость объектов энергетики НТД для проведения испытаний Разрабатывать методики проведения испытаний для оценки электромагнитной обстановки Современными измерительные комплексы для испытаний на помехоустойчивость и помехоэмиссию электрооборудования станций и подстанций
ПК-2.4: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Виды электромагнитных помехи способы их описания Классифицировать электромагнитные помехи Применять методы расчета ЭМП от действующих объектов энергетики

ПК-2.6: Применяет методы обеспечения функциональной безопасности электрических	Методы оптимизации электромагнитной обстановки на объектах энергетики Разрабатывать программы по оптимизации
сетей и электроустановок различных уровней напряжения	электромагнитной обстановки Нормативно-технической документацией по определению и оптимизации электромагнитной обстановки

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике									

<p>1. 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. Источники помех: атмосферные и коммутационные перенапряжения; разрядные явления: молния, корона, электросварка, искра зажигания, искрение щеток, разряды статического электричества, внутренние и поверхностные частичные разряды; радио и телевидение, ВЧ – и СВЧ – связь в т.ч. мобильная, военная техника; магнитные бури; ЭМИ ядерного взрыва. Чувствительные к помехам элементы. Генерация помех тиристорными преобразователями напряжения и преобразователями частоты в широком диапазоне регулирования скорости электроприводов. Характеристика помех: синфазные и противофазные. Узкополосные, широкополосные и переходные помехи. Каналы передачи помех; уровни помех; помехоустойчивость. Гальванические и полевые механизмы связи. Общие методы испытаний источников радиопомех: измерения кондуктивных помех, измерение поля электромагнитных помех; измерение радиопомех.</p>	2							
	7							

2. Классификация источников помех и механизмы их генерации								
<p>1. 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							
3. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости								

<p>1. Фильтры: основные характеристики (АЧХ, крутизна среза и др.) и схемы (ФНЧ, ФВЧ и режекторные, пассивные и активные, Г -, П -, Т- образные, двойные Т – образные, многосвязные). Разделительные трансформаторы. Кабели с витыми парами, бифилярные конструкции и монтаж. 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.). Смешанные способы и устройства защиты от помех. Разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты. Виды и типы: искровые разрядники; варисторы; полу-проводниковые приборы: дефензоры; диоды (выпрямительные, лавинные, импульсные, стабилитроны и стабисторы, ограничительные и переключаемые р–i–n диоды, диоды Шотки). Основные характеристики: ВАХ, диапазоны номинальных напряжений и токов, перегрузочная способность, быстродействие, электрическая прочность и др. 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. Размещение силового коммутационного и другого 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. Способы ограничения помех, генерируемых при коммутациях разъединителями и выключателями. Мероприятия по снижению влияния статического электричества.</p>	2							
	9							

4. Методы испытания оборудования на помехоустойчивость

<p>1. Испытания на устойчивость к действию помех блоков аппаратуры РЗА и связи. 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. Проверка взаимных влияний вторичных цепей подстанционного оборудования. 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							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

5. Качество электроэнергии

<p>1. 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. 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							
6. Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками								
<p>1. 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.</p>	2							
7. Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками								

1. Характеристика несимметричных режимов электрических систем. Многофазные сети электроснабжения промпредприятий при несимметрии нагрузки. Влияние несимметричных нагрузок на режимы работы электроприемников	2							
8. Режимы систем электроснабжения с резкопеременными нагрузками								
1. 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 электро-снабжения.	2							
9. Стандартизация в области ЭМС								
1. Законодательство в области ЭМС. Органы стандартизации. Стандарты МЭК и ГОСТы. Отраслевые стандарты и внутренние стандарты фирм производителей оборудования РЗА и связи.	2							
2. Лабораторная работа №1. Измерение напряженности электрического поля промышленной частоты от установок высокого напряжения					4			
3. Лабораторная работа №2. Измерение напряженности магнитного поля промышленной частоты от технических средств					4			
4. Лабораторная работа №3. Изучение и оценка электромагнитной обстановки вблизи подстанции 35 кВ					10			
5. Самостоятельная работа							72	
Всего	18				18		72	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость: Учеб. для вузов(Москва: УМК МПС).
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).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

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.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

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

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 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