



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

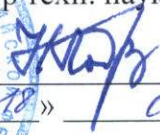
Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

 Н. В. Лобов
« 28 » 09 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 3

Семестр(ы): 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3	3Е
Часов по рабочему учебному плану:	108	ч

Виды контроля:

Экзамен:

Зачёт: 5 семестр

Курсовой проект:

Курсовая работа:

Пермь
2017

Учебно-методический комплекс² дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника;

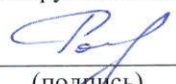
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электроснабжение», утвержденной «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электроснабжение», утвержденного «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Математика», «Физика», «Химия», «Экология», «Теоретическая механика», «Математические методы в электротехнике и электроэнергетике», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Электрические машины», «Общая энергетика», «Силовая электроника», «Теория автоматического управления», «Техника высоких напряжений», «Теория оптимизации», «Методы идентификации», «Численные методы», «Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях», «Энергоснабжение», «Электрический привод», «Моделирование в электротехнике и электроэнергетике», «Диагностика и надежность электротехнических и электромеханических систем», «Электроэнергетические системы и сети», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электроснабжение», «Автоматизация проектирования», «Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике», «Электрические станции и подстанции 1», «Электрические станции и подстанции 2», «Информационное обеспечение систем управления», «Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике», «Средства автоматизации и управления», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Энергосбережение и энергоаудит», «Альтернативные и возобновляемые источники энергии», «Электроэнергетическое оборудование», «Производственное оборудование и его эксплуатация».

Разработчики

канд. техн. наук
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.В. Ромодин
(инициалы, фамилия)

(ученая степень, звание)


(подпись)

К.А. Лейзгольд
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

В.П. Казанцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 08 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование знаний, умений и навыков, необходимых для проектирования, эксплуатации, модернизации и обслуживания технических средств измерений, автоматизации и управления, применяемых в электроэнергетике, с учетом требований электромагнитной совместимости.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины

- **изучение** механизмов появления электромагнитных помех и мероприятий по их снижению;
- **изучение** характеристик и параметров источников помех на объектах электроэнергетики;
- **изучение** пассивных помехоподавляющих устройств;
- **изучение** методов и технических средств испытаний и сертификации элементов вторичных цепей на помехоустойчивость;
- **изучение** нормативных документов в области ЭМС в электроэнергетике;
- **формирование** умений определять источники электромагнитных помех;
- **формирование** умений производить выбор помехоподавляющего устройства;
- **формирование** навыков анализа электромагнитной обстановки;
- **формирование** навыков расчета параметров помехоподавляющих устройств.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики;
- источники помех, методы и средства подавления помех;
- приёмники помех, методы и средства их защиты от помех;
- нормативно-техническая документация в области ЭМС.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электро-снабжение».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - основные виды и источники электромагнитных помех;
 - основные типы помехоподавляющих устройств;
 - методы расчета характеристик помехоподавляющих устройств;
 - основные нормативно-правовые документы по электромагнитной совместимости в электроэнергетике;
 - требования к электромагнитной совместимости технических средств;
 - средства защиты от электромагнитных помех;
 - основные типы фильтров и их характеристики;
 - виды защитных экранов;
 - типы молниезащитных устройств и особенности их применения;

• **уметь:**

- идентифицировать источники электромагнитных помех, производить необходимые расчеты;
- предлагать решения по улучшению электромагнитной обстановки на объекте;
- определять, следуя методическим указаниям, электромагнитную обстановку объекта;
- определять соответствие полученных при испытаниях значений нормируемым;
- производить выбор типа и структуры помехоподавляющего фильтра;
- производить выбор материала и формы защитного экрана;
- производить выбор типа и параметров молниезащитного устройства;

• **владеть:**

- навыками расчета характеристик помехоподавляющих устройств;
- навыками расчета напряженностей электромагнитных полей;
- навыками расчёта уровня помех.
- навыками применения стандартов на практике;
- навыками расчёта характеристик помехоподавляющих фильтров;
- навыками расчёта электромагнитного экранирования;
- навыками расчета молниезащитных устройств.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	2	3	4
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК - 2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Общая энергетика, Теоретическая механика, Численные методы, Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях,	Силовая электроника, Математические методы в электротехнике и электроэнергетике, Теория автоматического управления, Теория оптимизации, Методы идентификации, Энергоснабжение, Электрический привод, Моделирование в электротехнике и электроэнергетике
Профессиональные компетенции			

ПК - 3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Диагностика и надежность электротехнических и электромеханических систем, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления
--------	--	--

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-2, ПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код ОПК-2	Формулировка компетенции Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Код ОПК-2.Б1.В.06	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность применять методы анализа для определения источников электромагнитных помех, способность применять соответствующий физико-математический при расчете напряженности электромагнитных полей, расчете характеристик помехоподавляющих компонент для устранения электромагнитных помех

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
В результате освоения компетенции студент:		

Знает: – основные виды и источники электромагнитных помех; – основные типы помехоподавляющих устройств; – методы расчета характеристик помехоподавляющих устройств.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего контроля. Контрольная работа.
Умеет: – идентифицировать источники электромагнитных помех, производить необходимые расчеты; – предлагать решения по улучшению электромагнитной обстановки на объекте.	Практические занятия, самостоятельная работа студентов (выполнение индивидуального задания, подготовке отчетов по практическим занятиям)	Отчет по практическим занятиям, индивидуальное задание.
Владеет: – навыками расчета характеристик помехоподавляющих устройств; – навыками расчета напряженностей электромагнитных полей; – навыками расчета уровня помех.	Практические занятия, самостоятельная работа студентов (выполнение индивидуального задания)	Индивидуальное задание.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код ПК-3	Формулировка компетенции Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Код ПК-3-Б1.В.06	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность принимать участие в проектировании объектов электроэнергетики в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные требования электромагнитной совместимости

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
В результате освоения компетенции студент:		
Знает: – основные нормативно-правовые документы по электромагнитной совместимости в электроэнергетике; – требования к электромагнитной совместимости технических средств; – средства защиты от электромагнитных помех; – основные типы фильтров и их характеристики;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего контроля. Контрольная работа.

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
– виды защитных экранов; – типы молниезащитных устройств и особенности их применения.		
Умеет: – определять, следуя методическим указаниям, электромагнитную обстановку объекта; – определять соответствие полученных при испытаниях значений нормируемым; – производить выбор типа и структуры помехоподавляющего фильтра; – производить выбор материала и формы защитного экрана; – производить выбор типа и параметров молниезащитного устройства.	Практические занятия, самостоятельная работа студентов (выполнение индивидуального задания, подготовке отчетов по практическим занятиям)	Отчет по практическим занятиям, индивидуальное задание.
Владеет: – навыками применения стандартов на практике; – навыками расчёта характеристик помехоподавляющих фильтров; – навыками расчёта электромагнитного экранирования; – навыками расчета молниезащитных устройств.	Практические занятия, самостоятельная работа студентов (выполнение индивидуального задания)	Индивидуальное задание.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 5	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная работа)	54	54
	– в том числе в интерактивной форме		
	- лекции (Л)	16	16
	– в том числе в интерактивной форме		
	- практические занятия (ПЗ)	36	36
	– в том числе в интерактивной форме		
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54
	- изучение теоретического материала (ИТМ)	22	22

	- подготовка отчетов по практическим занятиям (ОПЗ)	10	10
	- индивидуальное задание (ИЗ)	22	22
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: зачёт	0	0
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	108 3	108 3

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа					итого- вый кон- троль	само- стоя- тель- ная рабо- та	
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Введение	1	1						1
	1	1	1	1					1	2
		2	1	1					2	3
		3	1	1					1	2
	2	4	1	1				2	3	
		5	1	1				2	3	
				0,7				0,7		0,7
	Всего по модулю:		6,7	6			0,7		8	14,7/0,41
2	3	6	10	1	9				9	19
		7	1	1					8	9
		8	10	1	9				9	19
	4	9	10	1	9				4	14
2	4	10	5	1	4				4	9
		11	1	1					2	3
		12	1	1					1	2
		13	1	1					6	7
				1				1		1
	Всего по модулю:		40	8	31		1		43	83/2,31
3	5	14	6	1	5				3	9
		Заклю- чение	1	1						1
			0,3				0,3			0,3
	Всего по модулю:		7,3	2	5		0,3		3	10,3/0,29
Промежуточная аттеста-								Зачет		

ция								
Итого:	54	16	36		2		54	108/3 ЗЕ

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Источники электромагнитных помех и механизмы их появления

Введение. Л – 1 ч.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Общие вопросы электромагнитной совместимости. Определение электромагнитной совместимости, передатчики и приёмники электромагнитных помех. Количественная оценка электромагнитной совместимости. Основные типы помех, способы описания и основные параметры помех.

Раздел 1. Источники электромагнитных помех

Л – 3 ч, СРС – 6 ч.

Тема 1. Классификация источников электромагнитных помех

Естественные и искусственные источники электромагнитных помех. Функциональные и нефункциональные источники электромагнитных помех. Узкополосные и широкополосные источники электромагнитных помех.

Тема 2. Источники узкополосных и широкополосных помех

Передатчики связи. Генераторы высокой частоты. Радиоприёмники, вычислительные системы, коммутационные устройства. Влияние на сеть. Влияние линий электроснабжения. Источники широкополосных импульсных помех. Источники широкополосных переходных помех.

Тема 3. Классы окружающей среды

Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами. Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.

Раздел 2. Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению

Л – 2 ч, СРС – 11 ч.

Тема 4. Гальваническое влияние

Возникновение противофазной помехи в контуре с общим сопротивлением. Гальваническая связь через цепи питания. Мероприятия по снижению влияния гальванического влияния через цепи питания. Гальваническая связь через контур заземления и пути ее ослабления

Тема 5. Ёмкостное влияние и индуктивное влияние

Гальванически разделенные контуры и контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Мероприятия по снижению ёмкостного влияния контуров. Токовые контуры с большой ёмкостью относительно земли. Ёмкостное влияние молнии. Индуктивно связанные контуры. Индуктивное влияние при разряде статического электричества. Мероприятия по снижению индуктивного влияния контуров.

Модуль 2. Помехоподавление

Раздел 3. Пассивные помехоподавляющие компоненты

Л – 3 ч, ПЗ – 18 ч, СРС – 22 ч.

Тема 6. Фильтры

Принцип действия фильтра, коэффициент затухания фильтра. Выбор структуры фильтра. Основные фильтровые элементы. Сетевые фильтры.

Тема 7. Ограничители перенапряжений

Принцип действия. Защитные элементы: разрядные промежутки, варисторы, лавинные диоды. Молниезащита объектов энергетики.

Тема 8. Экраны

Принцип действия. Коэффициент экранирования. Материалы для изготовления экранов. Экранирование приборов и помещений, экранирование кабелей.

Раздел 4. Электромагнитная совместимость технических средств

Л – 5 ч, ПЗ – 13 ч, СРС – 17 ч.

Тема 9. Показатели качества электрической энергии

Общие сведения. Расчёт отклонений напряжения, колебаний напряжения, несинусоидальности напряжения, несимметрии напряжения.

Тема 10. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики

Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Нормирование уровня помех на объектах электроэнергетики.

Тема 11. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей

Источники гармоник. Влияние гармоник на объекты электроэнергетики (статическое оборудование, вращающиеся машины, устройства релейной защиты и автоматики, средства измерения, оборудование потребителей).

Тема 12. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов

Последовательные и параллельные фильтры: принцип действия, полоса пропускания, добротность фильтра. Настроенные фильтры, фильтры с автоматической настройкой, широкополосные фильтры.

Тема 13. Зонная концепция ограничения перенапряжений и помех

Основные положения зонной концепции. Уравнивание потенциалов. Мероприятия по ограничению уровня помех.

Модуль 3. Экологическое и техногенное влияние электрических и магнитных полей промышленной частоты

Раздел 5. Экологическое влияние полей промышленной частоты на биологические объекты

Л – 1 ч, ПЗ – 5 ч, СРС – 4 ч.

Тема 14. Воздействие электрических и магнитных полей на живые организмы и нормирование напряженностей электрических и магнитных полей для персонала и населения

Механизмы воздействия полей на живые организмы. Нормативная база за рубежом и в Российской Федерации. Предельно допустимые уровни напряженностей электрических и магнитных полей для персонала и населения. Защита персонала от действия электрических и магнитных полей.

Заключение. Л – 1 ч.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	6	Анализ пассивных частотных фильтров
2	8	Расчёт электромагнитного экранирования
3	10, 14	Расчёт напряженности электрического поля воздушной линии
4	9	Расчёт показателей качества электроэнергии

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.8. Индивидуальное задание

- 1) Тема 6. ИЗ-1 Расчет характеристики пассивного частотного фильтра
- 2) Тема 8. ИЗ-2 Расчет электромагнитного экранирования
- 3) Темы 7, 13. ИЗ-3 Расчет молниезащиты объекта энергетики

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
Модуль 1		
1	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-1)	1
2	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-2)	2
3	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-3)	1
4	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-4)	2
5	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-5)	2
Модуль 2		
6	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-6)	1
	Подготовка отчета по практическим занятиям	2
	Индивидуальное задание (ИЗ-1)	6
7	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-7)	2
	Индивидуальное задание (ИЗ-3)	6
8	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-8)	1
	Подготовка отчета по практическим занятиям	2
	Индивидуальное задание (ИЗ-2)	6
9	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-9)	2

	9)	
	Подготовка отчета по практическим занятиям	2
10	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-10)	2
	Подготовка отчета по практическим занятиям	2
11	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-11)	2
12	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-12)	1
13	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-13)	2
	Индивидуальное задание (ИЗ-3)	4
Модуль 3		
14	Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ-14)	1
	Подготовка отчета по практическим занятиям	2
	Итого: в ч / в 3Е	54/1,5

5.2. Изучение теоретического материала

Модуль 1.

Тема 1. ИТМ-1 Узкополосные и широкополосные источники электромагнитных помех.

Тема 2. ИТМ-2 Влияние линий электроснабжения. Источники широкополосных переходных помех.

Тема 3. ИТМ-3 Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.

Тема 4. ИТМ-4 Гальваническая связь через контур заземления и пути ее ослабления.

Тема 5. ИТМ-5 Ёмкостное влияние молнии. Индуктивное влияние при разряде статического электричества. Мероприятия по снижению индуктивного влияния контуров.

Модуль 2.

Тема 6. ИТМ-6 Основные фильтровые элементы. Сетевые фильтры.

Тема 7. ИТМ-7 Молниезащита объектов энергетики.

Тема 8. ИТМ-8 Материалы для изготовления экранов. Экранирование кабелей.

Тема 9. ИТМ-9 Расчёт несимметрии напряжения.

Тема 10. ИТМ-10 Нормирование уровня помех на объектах электроэнергетики.

Тема 11. ИТМ-11 Влияние гармоник на вращающиеся машины, устройства релейной защиты и автоматики, средства измерения, оборудование потребителей.

Тема 12. ИТМ-12 Широкополосные фильтры.

Тема 13. ИТМ-13 Уравнивание потенциалов.

Модуль 3.

Тема 14. ИТМ-14 Защита персонала от действия электрических и магнитных полей.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области опре-

деления электромагнитной обстановки на ¹³ объектах энергетики, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме контрольных работ.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2, 3).
- защита отчетов по индивидуальным заданиям.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, расчётно-графических работ, индивидуальных заданий.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы, методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТК	КР	ИЗ	ПЗ	Зачёт
В результате освоения дисциплины студент:					
Знает:					
– основные виды и источники электромагнитных помех (ОПК-2);	+	+			+
– основные типы помехоподавляющих устройств (ОПК-2);	+	+			+
– методы расчета характеристик помехоподавляющих устройств (ОПК-2);	+	+			+
– основные нормативно-правовые документы по электромагнитной совместимости в электроэнергетике (ПК-4);	+	+			+
– требования к электромагнитной совмести-	+	+			+

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТК	КР	ИЗ	ПЗ	Зачёт
мости технических средств (ПК-4);					
– средства защиты от электромагнитных помех (ПК-4);	+	+			+
– основные типы фильтров и их характеристики (ПК-4);	+	+			+
– виды защитных экранов (ПК-4);	+	+			+
– типы молниезащитных устройств и особенности их применения (ПК-4).	+	+			+
Умеет:					
– идентифицировать источники электромагнитных помех, производить необходимые расчеты (ОПК-2);		+	+	+	+
– предлагать решения по улучшению электромагнитной обстановки на объекте (ОПК-2);		+	+	+	+
– определять, следуя методическим указаниям, электромагнитную обстановку объекта (ПК-4);		+	+	+	+
– соответствие полученных при испытаниях значений нормируемым (ПК-4);		+	+	+	+
– производить выбор типа и структуры помехоподавляющего фильтра (ПК-4);		+	+	+	+
– производить выбор материала и формы защитного экрана (ПК-4);		+	+	+	+
– производить выбор типа и параметров молниезащитного устройства (ПК-4).		+	+	+	+
Владеет:					
– навыками расчета характеристик помехоподавляющих устройств (ОПК-2);			+		+
– навыками расчета напряженностей электромагнитных полей (ОПК-2);			+		+
– навыками расчёта уровня помех (ОПК-2);			+		+
– навыками применения стандартов на практике (ПК-4);			+		+
– навыками расчёта характеристик помехоподавляющих фильтров (ПК-4);			+		+
– навыками расчёта электромагнитного экранирования (ПК-4);			+		+
– навыками расчета молниезащитных устройств (ПК-4).			+		+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме контрольных работ (контроль знаний по теме);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний по модулю);

ПЗ – практические занятия с подготовкой отчета (оценка умений);

ИЗ – индивидуальное задание (оценка умений и владений).

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.06 Электромагнитная совместимость в электро-энергетике (индекс и полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины) <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">☐</td> <td style="width: 50%;">базовая часть цикла</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">☒</td> <td style="width: 30%;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">☒</td> <td>вариативная часть цикла</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td>по выбору студента</td> </tr> </table>	☐	базовая часть цикла	☒	обязательная	☒	вариативная часть цикла	☐	по выбору студента										
☐	базовая часть цикла	☒	обязательная																
☒	вариативная часть цикла	☐	по выбору студента																
13.03.02 (код направления подготовки / специальности)	Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электро-снабжение» (полное название направления подготовки / специальности)																		
ЭЭ /ЭС (аббревиатура направления / специальности)	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Уровень подготовки:</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">☐</td> <td style="width: 30%;">специалист</td> <td style="width: 10%;">Форма обучения:</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">☒</td> <td style="width: 10%;">очная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td>бакалавр</td> <td></td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td>заочная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td>магистр</td> <td></td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td>очно-заочная</td> </tr> </table>	Уровень подготовки:	☐	специалист	Форма обучения:	☒	очная		☒	бакалавр		☒	заочная		☐	магистр		☐	очно-заочная
Уровень подготовки:	☐	специалист	Форма обучения:	☒	очная														
	☒	бакалавр		☒	заочная														
	☐	магистр		☐	очно-заочная														
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр(-ы): <u>5</u> Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>25</u>																		

Коломыцев Вячеслав Григорьевич, доцент, ЭТФ
 кафедра МСА, телефон: 239 18 22
 Лейзгольд Карина Анатольевна, ассистент, ЭТФ
 кафедра МСА, телефон: 239 18 22

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Дьяков А.Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 455 с.: ил.	12
2	Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов / В. А. Андреев .— 6-е изд., стер .— М. : Высш. шк., 2008 .— 639 с.	20
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Вагин Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 224 с.	6
2	Уильямс Тим. ЭМС для систем и установок : пер. с англ / Т. Уильямс, К. Армстронг ; Пер. В. С. Кармашева, Кечиева, В. Н. Сарылова .— Москва : Технологии, 2004 .— 507 с.	5
2.2 Периодические издания		
	Не используются	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ Р 51317.2.4–2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Уровни электромагнитной совместимости для низкочастотных кондуктивных помех в системах электроснабжения промышленных предприятий. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.	Консультант Плюс
2	ГОСТ Р 51317.4.1–2000 (МЭК 61000-4-1-2000). Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Виды испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.	Консультант Плюс
3	СО 34.35.311–2004. Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. – М.: Изд-во МЭИ, 2003.	Консультант Плюс
4	СО 153-34-21.122–2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: Изд-во МЭИ, 2003.	Консультант Плюс
5	СанПиН 2.2.4.1194–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях. – М.: Минздрав РФ, 2003.	Консультант Плюс
6	РД 34.20.116–93 РАО «ЕЭС России». Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. – М.: 1993.	Консультант Плюс
2.4 Официальные издания		
	Не используются	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
«Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на _____

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Дополнительная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория активно-адаптивных систем	кафедра МСА	04	58	12

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Учебный модуль контроля качества электроэнергии BITLIS-02-01	2	оперативное управление	04

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		