МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость электронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	4	16	часов
2	Практические занятия	10	4	14	часов
3	Лабораторные работы		16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	22	24	46	часов
5	Из них в интерактивной форме	8	11	19	часов
6	Самостоятельная работа	50	39	89	часов
7	Всего (без экзамена)	72	63	135	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
9	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
		2.0	2.0	4.0	З.Е

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21815

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 44 от «31» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко
доцент каф. ПрЭ	_____	В. А. Скворцов
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперт:

профессор каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 21815

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

получение знаний в области обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) электронных устройств радиоэлектронной аппаратуры, как между собой, так и с любыми преобразователями электрической энергии, находящимися в непосредственной близости или подключенными к общему источнику питания.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение вопросов обеспечения стойкости устройств к внешним воздействиям наносекундной и микросекундной длительности, а также их стойкости к электростатическим разрядам.

– Изучение распространения паразитных электромагнитных помех как по цепям питания, управления и нагрузки, так и посредством воздействия электромагнитным полем индукции от преобразователей электрической энергии.

– Изучение частотных зависимостей и величины излучаемой энергии базовыми элементами преобразовательных устройств.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость электронных устройств» (Б1.Б.8) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Измерительная техника и датчики, Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования, Научно-исследовательская работа, Электронные средства сбора, обработки и отображения информации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-7 готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;

– ПСК-2 способностью к проведению испытаний электронных устройств на электромагнитную совместимость и владение способами борьбы с электромагнитными помехами;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** пути, характер и распространение электромагнитных помех; способы борьбы с электромагнитными помехами; способы защиты от электромагнитных помех; методики и типы испытаний устройств преобразовательной техники на электромагнитную совместимость; приборы для измерения индустриальных радиопомех.

– **уметь** локализовать источники электромагнитных помех; определять спектральный состав электромагнитных помех; использовать на практике существующие методы борьбы с электромагнитными помехами.

– **владеть** специализированным оборудованием для измерения и анализа электромагнитных помех; методами оценки электромагнитной обстановки и способами борьбы с электромагнитными помехами; нормативной документацией по ЭМС.

Согласована на портале № 21815

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	22	24
Лекции	16	12	4
Практические занятия	14	10	4
Лабораторные работы	16		16
Из них в интерактивной форме	19	8	11
Самостоятельная работа (всего)	89	50	39
Оформление отчетов по лабораторным работам	12		12
Проработка лекционного материала	39	28	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	34	22	12
Выполнение контрольных работ	4		4
Всего (без экзамена)	135	72	63
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости	2	0	0	6	8	ПК-1, ПК-3
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	2	2	0	8	12	ПК-1, ПК-7
3 Распространение электромагнитных помех	2	2	0	8	12	ПК-1, ПК-7
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники	2	2	0	8	12	ПК-1
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	0	2	0	6	8	ПК-3, ПСК-2

Согласована на портале № 21815

6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	2	0	0	6	8	ПК-1, ПК-7
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	2	2	0	8	12	ПСК-2
Итого за семестр	12	10	0	50	72	
5 семестр						
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения	2	2	8	18	30	ПК-1, ПК-3, ПСК-2
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	2	2	8	21	33	ПК-1, ПК-3, ПК-7, ПСК-2
Итого за семестр	4	4	16	39	63	
Итого	16	14	16	89	135	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости	Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование по уровням электромагнитных воздействий и по частотным спектрам Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье и расчет амплитудных коэффициентов Фурье	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Распространение электромагнитных помех	Распространение электромагнитных помех по портам питания, управления, нагрузок и посредством индукционных наводок через электромагнитное поле Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и	2	ПК-1

Согласована на портале № 21815

	помехоустойчивости технических средств		
	Итого	2	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники	Схемы замещения базовых элементов электронных устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле). Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики. Частотные зависимости	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	Методики испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники	2	ПК-7
	Итого	2	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Способы борьбы с электромагнитными помехами устройств преобразовательной техники и обеспечение их помехоустойчивости Основные виды схем заземления и способы их подключения	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		12	
5 семестр			
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения	Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения. Методики создания экранов и их расчет	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		16	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Согласована на портале № 21815

Предшествующие дисциплины									
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+					+	+	+
2 Измерительная техника и датчики		+	+		+			+	+
3 Компьютерные технологии в научных исследованиях	+					+			
4 Методы математического моделирования	+			+					
5 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+				+	+		
6 Электронные средства сбора, обработки и отображения информации	+	+		+				+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПК-3	+	+	+	+	Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Согласована на портале № 21815

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Всего
4 семестр				
Исследовательский метод	6	2		8
Итого за семестр:	6	2	0	8
5 семестр				
Исследовательский метод	2	1	8	11
Итого за семестр:	2	1	8	11
Итого	8	3	8	19

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения	Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения. По разделам "Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование" и "Распространение электромагнитных помех"	4	ПК-1, ПК-3, ПСК-2
	Исследование на эмиссию индустриальных помех преобразователя электрической энергии по цепям питания. По разделу "Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств"	4	
	Итого	8	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности. По разделу "Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств".	4	ПК-7, ПК-1, ПСК-2
	Способы борьбы с электромагнитными помехами устройств преобразовательной техники и обеспечение их помехоустойчивости Основные виды схем заземления и способы их подключения. По разделу "Способы борьбы с электромагнитными помехами".	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

Согласована на портале № 21815

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Распространение электромагнитных помех	Распространение электромагнитных помех по портам питания	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Способы борьбы с электромагнитными помехами	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
5 семестр			
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения	Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей.	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Фильтрация сетевых цепей питания устройств. Контрольная работа по следующим темам "Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии", "Распространение электромагнитных помех по портам питания", "Способы борьбы с электромагнитными помехами".	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		14	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 21815

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости	Проработка лекционного материала	6	ПК-1, ПК-3	Опрос на занятиях
	Итого	6		
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
3 Распространение электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3, ПСК-2	Отчет по практическому занятию
	Итого	6		
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	Проработка лекционного материала	6	ПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	6		
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-2	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		50		

Согласована на портале № 21815

5 семестр				
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3, ПСК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	18		
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Выполнение контрольных работ	4	ПК-3, ПСК-2, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Проверка контрольных работ
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	21		
Итого за семестр		39		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		98		

9.1. Темы контрольных работ

1. Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.
2. Распространение электромагнитных помех по портам питания
3. Способы борьбы с электромагнитными помехами.

9.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

4. Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств
5. Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов
6. Методики создания экранов и их расчет
7. Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей
8. Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности
9. Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье.
10. Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)

9.3. Вопросы на проработку лекционного материала

11. Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.
12. Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей
13. Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности
14. Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной

Согласована на портале № 21815

совместимости

15. Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)

16. Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье.

17. Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств

18. Методики создания экранов и их расчет

9.4. Темы лабораторных работ

19. Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности. Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов.

20. Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения. Исследование на эмиссию индустриальных помех преобразователей электрической энергии по цепям питания.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748, дата обращения: 27.06.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Селяев, А. Н. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники : Учебное пособие / А. Н. Селяев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 245 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 238-245. (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)

2. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. – 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / Куксенко С. П. - 2016. 72 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6528, дата обращения: 27.06.2017.

2. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники : Руководство для организации самостоятельной работы для студентов направления 210100 "Электроника и микроэлектроника" / А. Н. Селяев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 45 с. : ил. - Библиогр.: с. 34-35. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

3. Руководство к выполнению лабораторных работ по курсу "Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники" / А. Н. Селяев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : [б. и.], 2007. - 64 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 64. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 21815

из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. ГОСТ Р 51319-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Приборы для измерения индустриальных радиопомех. Технические требования и методы испытаний. - Электрон. текстовые дан. - М.: Госстандарт РФ, 1999. - 65 с. [Электронный ресурс]. - http://gostandsnip.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333, 302-б или 338. Состав оборудования: учебная мебель, доска магнитно-маркерная; видеопроектор, коммутатор; персональные компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 16 шт. Используется лицензионное программное обеспечение.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 030, экранированная для проведения испытаний ЭМС. Состав оборудования: учебная мебель, Источник постоянного тока GPS-3030DQ (1 шт.), Трансформатор 220-240 В. 16 А, 3000 Вт SURT001 (1 шт.), Осциллограф цифровой Tektronix TDS 3032 B (1 шт.), Испытательный генератор микросекундных импульсных помех ИГМ 4.1 (1 шт.), Испытательный генератор наносекундных импульсных помех ИГН 4.1 (1 шт.), Испытательный генератор электростатических разрядов ИГЭ 15.2 (1 шт.), Радиоизмерительный комплект с антеннами FSM 11 (2 шт.), Радиоизмерительный комплект с антеннами FSM 8.5 (1 шт.), Измеритель импеданса цифровой MT 4080 D (1 шт.), Измеритель LCR АМ-3005 (5 шт.), Анализатор спектра Agilent Technologies 8560EC (1 шт.), ВЧ генератор сигналов 9310A-CFG003 (1 шт.), Источник питания постоянного тока GPR-6015HD (2 шт.), Усилитель широкополосный У3-40 (2 шт.). Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 222, 224. Состав оборудования: учебная мебель, демонстрационная доска.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения

Согласована на портале № 21815

общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на

Согласована на портале № 21815

задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21815

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электромагнитная совместимость электронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- профессор каф. ПрЭ С. Г. Михальченко
- доцент каф. ПрЭ В. А. Скворцов

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21815

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Должен знать пути, характер и распространение электромагнитных помех; способы борьбы с электромагнитными помехами; способы защиты от электромагнитных помех; методики и типы испытаний устройств преобразовательной техники на электромагнитную совместимость; приборы для измерения индустриальных радиопомех. Должен уметь локализовать источники электромагнитных помех; определять спектральный состав электромагнитных помех; использовать на практике существующие методы борьбы с электромагнитными помехами. Должен владеть специализированным оборудованием для измерения и анализа электромагнитных помех; методами оценки электромагнитной обстановки и способами борьбы с электромагнитными помехами; нормативной документацией по ЭМС.
ПК-3	готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	
ПК-7	готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
ПСК-2	способностью к проведению испытаний электронных устройств на электромагнитную совместимость и владение способами борьбы с электромагнитными помехами	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к

Согласована на портале № 21815

			обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные ГОСТы, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники в области электромагнитной совместимости, ориентироваться во влиянии ЭМС на смежные области науки, техники и жизнедеятельности	обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач в области электромагнитной совместимости устройств электроники и наноэлектроники	методикой анализа электромагнитной совместимости приборов и устройств электроники и наноэлектроники, программными средствами моделирования устройств, инструментарием, стандартами и средствами обеспечения их помехоустойчивости
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Согласована на портале № 21815

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.
Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает основные ГОСТы, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники в области электромагнитной совместимости, ориентируется во влиянии ЭМС на смежные области науки, техники и жизнедеятельности;	• анализирует тенденции, ставит задачи и обоснованно выбирает теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач в области электромагнитной совместимости устройств электроники и наноэлектроники;	• уверенно владеет методикой анализа электромагнитной совместимости приборов и устройств электроники и наноэлектроники, оперирует программными средствами моделирования устройств, инструментарием, стандартами и средствами обеспечения помехоустойчивости;
Хорошо (базовый уровень)	• знает основные ГОСТы, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники в области электромагнитной совместимости, понимает влияние ЭМС на смежные области науки, техники и жизнедеятельности;	• обоснованно выбирает теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач в области электромагнитной совместимости устройств электроники и наноэлектроники;	• владеет методикой анализа электромагнитной совместимости приборов и устройств электроники и наноэлектроники, программными средствами моделирования устройств, инструментарием, стандартами и средствами обеспечения помехоустойчивости;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знаком с основными ГОСТами, тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники в области электромагнитной совместимости;	• может использовать предложенные теоретические и экспериментальные методы и средства решения типовых задач в области электромагнитной совместимости устройств электроники и наноэлектроники;	• под непосредственным контролем проводит анализ электромагнитной совместимости приборов и устройств электроники и наноэлектроники с использованием программных средств моделирования;

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном

Согласована на портале № 21815

времени.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методики испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники	использовать методики, соответствующие ГОСТ, и правильно использовать предписанные приборы	методами измерений, оценки и интерпретации получаемых результатов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• анализирует связи между различными методами испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники, понимает и представляет способы и результаты использования различной аппаратуры, обосновывает выбор плана исследования;	• свободно применяет методы исследования в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать выбор той или иной схемы исследования;	• свободно владеет навыками исследования ЭМС приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными методами испытаний	• применяет методы исследования в предписанных	• исследует ЭМС приборов, схем, устройств и установок

Согласована на портале № 21815

	приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники; представляет способы и результаты использования различной аппаратуры;	ситуациях; умеет корректно выражать выбор той или иной методики исследования;	электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Имеет представление о методах испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники;	• умеет работать со справочной литературой; использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы;	• владеет терминологией предметной области ЭМС, способен корректно представить результаты ;

2.3 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методики испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники, методику исследования ЭМС электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	обеспечивать на практике помехоустойчивость электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	методикой и инструментарием испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств различного функционального назначения
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по

Согласована на портале № 21815

	• Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• анализирует связи между различными методиками расчета и создания экранов и физическими основами экранирования радиоволн, представляет способы и результаты использования различного СПО;	• использует теоретические знания для построения простейших моделей экранов, применяет современные программные средства для их компьютерного моделирования, анализирует результаты, дает корректные оценки;	• определяет цели, осуществляет постановку задач проектирования электронных приборов, владеет навыками программного моделирования экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными методиками расчета и создания экранов и физическими основами экранирования радиоволн, представляет способы и результаты использования различного СПО;	• использует теоретические знания для построения простейших моделей экранов, применяет современные программные средства для их компьютерного моделирования;	• владеет навыками программного моделирования экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• владеет основными методиками создания экранов, их расчета и СПО;	• при непосредственном наблюдении использует теоретические знания для построения простейших моделей экранов, применяет типовые программные средства для их компьютерного моделирования;	• под непосредственным контролем производит программное моделирование экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

2.4 Компетенция ПСК-2

ПСК-2: способностью к проведению испытаний электронных устройств на электромагнитную совместимость и владение способами борьбы с электромагнитными помехами.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Согласована на портале № 21815

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	способы борьбы с электромагнитными помехами устройств преобразовательной техники и обеспечение их помехоустойчивости; основные виды схем заземления и способы их подключения; сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры	использовать теоретические знания для проведения испытаний электронных устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения для обеспечения заданных норм ЭМС.	навыками испытаний электронных устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения на ЭМС.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• свободно владеет способами борьбы с электромагнитными помехами и знаком с основами преобразовательной техники;	• свободно применяет методы снижения помех для различных электронных устройств; умеет выражать и аргументировано доказывать выбор той или иной схемы подавления помех ;	• свободно владеет навыками измерения электромагнитных свойств устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; предлагает варианты борьбы с

Согласована на портале № 21815

			электромагнитными помехами;
Хорошо (базовый уровень)	• разбирается в способах борьбы с электромагнитными помехами и основах преобразовательной техники;	• применяет методы снижения помех для различных электронных устройств;	• владеет навыками измерения электромагнитных свойств устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий способов борьбы с электромагнитными помехами и основ преобразовательной техники;	• может применять известные методы снижения помех для базовых электронных устройств;	• владеет терминологией предметной области ЭМС и базовыми навыками в области преобразовательной техники ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы контрольных работ

– Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.
– Распространение электромагнитных помех по портам питания
– Способы борьбы с электромагнитными помехами.
– Фильтрация сетевых цепей питания устройств.
– Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей
– Частотные зависимости базовых элементов схем устройств.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей
– Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности
– Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости
– Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)
– Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье.
– Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств
– Методики создания экранов и их расчет
– Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1.Дать определение электромагнитной совместимости электротехнического оборудования.
– 2 Что такое индустриальная радиопомеха?

Согласована на портале № 21815

– 3.Что означает порт между ТС и внешней электромагнитной средой?
– 4.Какими параметрами характеризуется качество электрической энергии?
– 5.Какая частота является граничной между НЧ и ВЧ помехой?
– 6.Дать определение нежелательному радиоизлучению.
– 7.Что такое избирательность радио устройства?
– 8.Что такое фликкер и доза фликкера?
– 9.Чем отличается симметричная и несимметричная электромагнитная помеха?
– 10.Дать определение квазипикового и пикового детектора.
– 11.Что такое безэховая камера и для чего она необходима?
– 12.Чем характеризуется симметричная полосовая линия и для чего она нужна?
– 13.Для чего необходим эквивалент сети и какие они бывают.
– 14.Назовите три проблемы, которые выделяются при электромагнитной совместимости ТС?
– 15.В каких полосах частот измеряются напряжения и токи радиопомех, а в каких напряженности электрической и магнитной составляющих поля радиопомех?
– 16.Какие исследования проводятся на устойчивость технических систем?
– 17.Несущие частоты. Спектры идеальных и реальных напряжений от преобразователей электрической энергии.
– 18.Влияние полосы пропускания приемников на измеряемый уровень радиопомех.
– 19.Ряды Фурье и расчет амплитудных коэффициентов.
– 20.Волновое сопротивление электромагнитного поля в ближней и дальней зоне излучения. Чем характеризуется высокоомное и низкоомное поле в ближней зоне излучения.
– 21.Система координат и расчетные формулы для электромагнитного поля излучения от короткого диполя.
– 22.Система координат и расчетные формулы для электромагнитного поля излучения от контура малой площади.
– 23.Электромагнитная совместимость систем и пути распространения помех между источником и рецептором.
– 24.Электромагнитная связь через общее сопротивление между системами.
– 25.Магнитная (индуктивная) связь между системами.
– 26.Электрическая (емкостная) связь между системами.
– 27.Время задержки распространения сигналов в проводниках печатных плат и волновое сопротивление поверхностной микрополосковой линии.
– 28.Время задержки распространения сигналов в проводниках печатных плат и волновое сопротивление внутренней полосовой линии.
– 29.Определение дальней зоны излучения по критерию Релея и Максвелла.
– 30.Дать характеристику дифференциальному, синфазному и антенному типам паразитной связи.
– 31.Преобразование дифференциального сигнала в синфазный.
– 32.Написать расчетное выражение напряженности электрического поля, создаваемого от печатной платы преобразователя электрической энергии.
– 33.Помехоэмиссия от кабелей питания устройств промышленной электроники.
– 34.Типы фильтров от радиопомех.
– 35.Что представляет синфазный дроссель и для чего он предназначен.
– 36.Фильтр сетевого питания.
– 37.Фильтр ферриты с потерями и их преимущества.
– 38.Эквивалентная глубина проникновения электромагнитного поля в материал экрана.
– 39.Особенность экранов от магнитных полей низкочастотного диапазона.
– 40.Синфазные и противофазные токи.
– 41.Частотные зависимости модуля и фазы импеданса реальных резисторов.
– 42.Частотные зависимости модуля и фазы импеданса реальных конденсаторов.
– 43.Защиты контакторов механического ключа для снижения искрения.

Согласована на портале № 21815

– 44.Диодная защита для индуктивной нагрузки полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

– 45.Возникновение ВЧ-помех в транзисторных широтно-импульсных преобразователях.

– 46.Схемы замещения транзисторных широтно-импульсных преобразователей с учетом паразитных параметров.

– 47.Сетевые источники питания на микросхемах Link Switch.

– 48.Повышение устойчивости синхронизации скремблированием передаваемых данных в слаботочных линиях связи.

– 49.Снижение уровня излучаемых помех витой пары путем предварительного скремблирования передаваемых данных в слаботочных линиях связи.

– 50.Преобразовательные устройства на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) и их особенность в снижении электромагнитных помех.

– 51.Виды испытаний технических средств на помехоэмиссию.

– 52.Виды испытаний технических средств на помехоустойчивость.

3.4 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)

– Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств

– Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье.

– Методики создания экранов и их расчет

– Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей

– Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности

– Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов

3.5 Темы лабораторных работ

– Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности. Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов.

– Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения. Исследование на эмиссию индустриальных помех преобразователей электрической энергии по цепям питания.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Селяев, А. Н. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники : Учебное пособие / А. Н. Селяев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 245 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 238-245. (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)

2. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. – 256 с. (наличие в библиотеке

Согласована на портале № 21815

ТУСУР - 50 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / Куксенко С. П. - 2016. 72 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6528, свободный.
2. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники : Руководство для организации самостоятельной работы для студентов направления 210100 "Электроника и микроэлектроника" / А. Н. Селяев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 45 с. : ил. - Библиогр.: с. 34-35. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
3. Руководство к выполнению лабораторных работ по курсу "Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники" / А. Н. Селяев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : [б. и.], 2007. - 64 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 64. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. ГОСТ Р 51319-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Приборы для измерения индустриальных радиопомех. Технические требования и методы испытаний. - Электрон. текстовые дан. - М.: Госстандарт РФ, 1999. - 65 с. [Электронный ресурс]. - http://gostandsnip.ru.

Согласована на портале № 21815