Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ **П.Е.Троян**
«__8__» _____09_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость электронных устройств

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направление подготовки (специальность) 11.04.04 электроника и наноэлектроника

Профили «Промышленная электроника и микропроцессорная техника», «Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации»

Форма обучения: очная

Факультет: Электронной техники(ФЭТ)

Кафедра Промышленной электроники (ПрЭ)

Курс __2__ **Семестр**__3____

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Всего	Единицы
1.	Лекции			18			часов
2.	Лабораторные работы			16			часов
3.	Практические занятия			10-			часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	Не предусмотрено					часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			44			часов
6.	Из них в интерактивной форме			22			часа
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			64			часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			108			часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			36			часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			144			часов
	(в зачетных единицах)			4			ЗЕТ

Зачет нет семестр Диф. зачет нет семестр

Экзамен 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 19580

40 30 6 16

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного 30.10.2014г. №1407,
рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» 06 2016г., протокол № 40.

Разработчик, доцент каф. ПрЭ к.т.н. _____ Скворцов В.А.
(подпись)

Зав. кафедрой ПрЭ д.т.н., проф. _____ Михальченко С.Г.
(подпись)

Рабочая программа согласована с факультетом

Декан ФЭТ к.т.н., доцент _____ Воронин А.И
(название факультета) (подпись)

Зав. профилирующей
кафедрой ПрЭ д.т.н., проф _____ Михальченко С.Г.
(название кафедры) (подпись)

Зав. выпускающей
кафедрой ПрЭ д.т.н., проф _____ Михальченко С.Г.
(название кафедры) (подпись)

Эксперты:
Председатель методкомиссии ФЭТ доцент _____ Чистоедова И.А.
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Зам. зав. каф. ПрЭ по методической работе _____ Легостаев Н.С.
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Согласована на портале №
19580

1. Цели и задачи 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.

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 ООП: курс «Электромагнитная совместимость электронных устройств» входит в базовую часть блока Б.1 структуры программы подготовки магистров по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина является предшествующей для следующих курсов: «Силовые цепи устройств энергетической электроники», «Электропитание ЭВМ».

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины: дисциплины математического, естественно- научного и профессионального цикла образовательной программы магистра по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника»: «Методы математического моделирования»,»Компьютерные технологии в научных исследованиях», «Импульсно-модуляционные системы», «Измерительная техника и датчики».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на владение выпускником следующими компетенциями:

- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОК-1);
- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-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-1);
- 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-3);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);

Дополнительные профессионально-специализированные компетенции:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

Согласована на портале №
19580

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.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет ____4_____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	44			44	
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18			18	
Лабораторные работы (ЛР)	16			16	
Практические занятия (ПЗ)	10			10	
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)	Не предусмотрено				
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	Не предусмотрено				
Другие виды аудиторной работы	-			-	
Самостоятельная работа (всего)	64			64	
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	Не предусмотрено				
Расчетно-графические работы	Не предусмотрено				
Реферат	20			20	
Другие виды самостоятельной работы					
Работа с литературой	16			16	
Подготовка доклада на семинаре					
Подготовка к лабораторным работам	12			12	
Работа над индивидуальным заданием	16			16	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36			36	
Общая трудоемкость час	144			144	
Зачетные Единицы Трудоемкости	4			4	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Согласована на портале №
19580

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	2					2	ОК-1 ОПК-1
2.	Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование.	2	2	2		12	18	ПК-1
3	Распространение электромагнитных помех	2	2	2		10	16	ОПК-1
4	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	2				12	14	ОПК-1
5	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств.		4			6	10	ПК-1
6	Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	2	4			6	12	ПК-3
7	Способы борьбы с электромагнитными помехами	4	4	2		10	20	ПСК-2
8	Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	2		2		4	8	ПК-4
9	Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	2		2		4	8	ПСК-2
	Итого	18	16	10		64	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо-емкость (час.)	Формируе-мые компе-тенции (ОК, ПК)
1	1.Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	2	ОК 1 ОПК 1

Согласована на портале №
19580

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
3	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 помехоустойчивости технических средств	2	ОПК 1
4	4.Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики	2	ОПК 1
6	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 3
7	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	4	ПСК 2
8	8.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 4
9	9.Фильтрация сетевых цепей питания устройств преобразовательной техники	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры	2	ПСК 2

Согласована на портале №
19580

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Методы математического моделирования	1								
2	Компьютерная технология в научных исследованиях	1								
3	Импульсно-модуляционные системы			3	4					
4	Измерительная техника и датчики					5	6			
Последующие дисциплины										
1	Силовые цепи устройств энергетической электроники				4	5		7	8	9
2	Электропитание ЭВМ				4	5		7	8	9
3	Научно-исследовательская работа		2				6		8	9
4	Информационно-измерительна техника			3	4	5			8	
5	Интеллектуальная силовая электроника							7	8	9

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОК 1	+				+	Доклад
ОПК 1	+	+	+		+	Опрос на практическом занятии, доклад ,реферат
ПК 1	+	+			+	Отчет по индивидуальному заданию
ПК 3	+	+			+	Отчеты по лабораторным работам, реферат
ПК 4	+		+		+	Доклад
ПСК-2		+	+		+	Отчеты по лабораторным работам, реферат

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Согласована на портале № 19580

Методы / Формы	Лекции (час)	Практические/ семинарские Занятия (час)	Тренинг Мастер-класс (час)	СРС (час)	Всего
IT-методы					
Работа в команде		10			10
Case-study (метод конкретных ситуаций)	1	5			6
Игра					
Поисковый метод		4			4
Решение ситуационных задач					
Исследовательский метод		2			2
Итого интерактивных занятий					22

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК
1	2,3	Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения	4	ОПК 1 ПК 1
2	5	Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания	4	ПК 1
3	6	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности	4	ПК 3
4	7	Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов	4	ПСК 2

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК
2	2	Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.	2	ПК 1
3	3	. Распространение электромагнитных помех по портам питания	2	ОПК 1
7	7	Способы борьбы с электромагнитными помехами	2	ПСК 2
8	8	Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей.	2	ПК-4
9	9	Фильтрация сетевых цепей питания устройств	2	ПСК 2

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	2	Несущие частоты и спектры идеальных и	12	ПК 1	опрос

Согласована на портале № 19580

		реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье			
2	3	. Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств	10	ОПК 1	опрос
3	4	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)	12	ОПК 1	Реферат, доклад
4	5	Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов	6	ПК 1	тест
5	6	Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости	6	ПК 3	тест
6	7	Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности	10	ПСК 2	Реферат, доклад
7	8	Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей..	4	ПК-4	Инд. задание
8	9	Сетевые фильтры радиопомех цепей питания устройств преобразовательной техники	4	ПСК 2	опрос
9		Подготовка и сдача экзамена	36		Оценка на экзамене

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)___нет_____

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	2		**5**
Тестовый контроль	-	-	-	-
Контрольные работы на практических занятиях	10	10		**20**
Лабораторные работы		10	20	**30**
Доклад на семинаре		20		**20**
Компонент своевременности	-	-	-	-
Итого максимум за период:	**13**	**42**	**20**	**75**
Сдача экзамена (максимум)				**25**

Согласована на портале №
19580

Нарастающим итогом	**13**	**55**	**75**	**100**

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	**95- 100**	A (отлично)
4 (хорошо)	**85 – 94**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

1. Ефанов В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2012. - on-line, 229 с. - Б. ц.УДК 621.391.82(075.8) 621.396.6(075.8) РУБ 621.391; http://edu.tusur.ru/training/publications/748

12.2 Дополнительная литература

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

2. Селяев А.Н. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники: Учебное пособие .- Томск: ТУСУР, 2007.-245с. .(80экз. в библиотеке ТУСУРа)

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

4. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2003. – 664 с.(80экз. в библиотеке ТУСУРа)

Согласована на портале №
19580

12.3 Учебно методические пособия и программное обеспечение

Для обеспечения дисциплины используются следующие УМП:

1. Селяев А.Н., Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В. Электромагнитная совместимость электронных устройств. Руководство к организации самостоятельной работы. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 45 с.,http://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar
2. Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В. Электромагнитная совместимость электронных устройств. Методические указания к выполнению лабораторных работ 2016 .,http://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar
5. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: «ТМЛ-Пресс»,2007. – 256с. .(50экз. в библиотеке ТУСУРа), страницы 45-107(практические занятия).

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
www.complexdoc.ru, http://gostandsnip.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Коплект FSM-11, комплект FSM-8.5, испытательные генераторы импульсных помех ИГН-4.1м, ИГМ-4.1, испытательный генератор электростатических разрядов ИГЭ-15.2, макеты лабораторных работ 1,2,3,4.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Лабораторный практикум необходимо проводить в специализированной лаборатории экранированной от внешних воздействий. Этому требованию отвечает лаборатория электромагнитной совместимости кафедры ПрЭ-030, корпуса ФЭТ.

При выполнении индивидуального задания необходимо пользоваться справочным информационным порталом www.complexdoc.ru http://gostandsnip.ru, для выделения необходимых параметров и методик в соответствии с ГОСТ по электромагнитной совместимости.

Согласована на портале №
19580
БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«_8_» _____09_____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электромагнитная совместимость электронных устройств

Уровень основной образовательной программы – **магистратура**

Направление(я) подготовки (специальность) – 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника"

Профиль(и) – «Промышленная электроника и микропроцессорная техника», «Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации»

Форма обучения– очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра Промышленной электроники (ПрЭ)

Курс **2** Семестр **3**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Зачет __нет____семестр Диф. зачет __нет___ семестр

Экзамен _3_семестр

Томск 2016

Согласована на портале №
19580

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 1Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-1	Способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Знать Уметь. Владеть.
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
ПК-1	Готовность 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	Готовность 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-4	Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.	
ПСК-2	Способностью к проведению испытаний электронных устройств на электромагнитную совместимость и владение способами борьбы с электромагнитными помехами	

1 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-1

ОК-1: Способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Согласована на портале №
19580

Таблица 2Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Стандарты стран МЭК	Выделять аспекты науки ЭМС в зарубежных статьях и монографиях	Методами испытаний и аппаратурой предписанными стандартами стран МЭК
Виды занятий	• Лекции. Самостоятельная работа.	• Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен.	• Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 3

Таблица 3Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	анализирует связи между различными стандартами стран МЭК;	Свободно выделяет аспекты науки ЭМС в зарубежных статьях и монографиях ; умеет выражать и аргументировано использовать предписанные методики.	свободно владеет разными методами испытаний и аппаратурой предписанными стандартами стран МЭК
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными стандартами стран МЭК	выделяет аспекты науки ЭМС в зарубежных статьях и монографиях ; умеет использовать предписанные методики.	владеет разными методами испытаний и аппаратурой предписанными стандартами стран МЭК
Удовлетворительно (пороговый	Имеет представление о различных стандартах стран МЭК	использует предписанные методики	владеет базовыми методами испытаний и аппаратурой

Согласована на портале №
19580

уровень)			предписанными стандартами стран МЭК

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 4.

Таблица 4Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Стандарты стран МЭК Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле)	Использовать теоретические знания при объяснении сущности проблем возникающих в предметной области, выбирать методы и средства для решения профессиональных задач.	Методиками и типами испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия. • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5

Согласована на портале №
19580

Таблица 5Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	анализирует связи между различными стандартами стран МЭК, понятиями науки ЭМС; обосновывает выбор метода и план решения задачи; представляет способы и результаты использования различных методик испытаний;	свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания	свободно владеет методиками и типами испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными стандартами стран МЭК, понятиями науки ЭМС; имеет представление о различных методиках испытаний; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;	применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет выражать положения предметной области знания	владеет методиками и типами испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий; воспроизводит основные понятиями науки ЭМС; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике	умеет работать со справочной литературой; использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы	владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить результаты в графической форме

2.3Компетенция ПК-1

ПК-1: Готовность 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 6.

Согласована на портале №
19580

Таблица 6 Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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.	Использовать теоретические знания для построения простейших моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, применять стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	Навыками исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия. • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен. • Оформление отчетности и защита лабораторных работ;	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7

Согласована на портале №
19580

Таблица 7Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	анализирует связи между различными методами исследования; представляет способы и результаты использования различной аппаратуры; обосновывает выбор метода и план исследования	свободно применяет методы исследования в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать выбор той или иной схемы исследования	Свободно владеет навыками исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными методами исследования; представляет способы и результаты использования различной аппаратуры; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план исследования;	применяет методы исследования в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать выбор той или иной методики исследования	критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет разными способами представления полученных результатов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий; воспроизводит основные понятиями науки ЭМС; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике	умеет работать со справочной литературой; использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы	владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить результаты в графической форме

2.4 Компетенция ПК-3

ПК-3: Готовность 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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 8.

Согласована на портале №
19580

Таблица 8 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 гостированные методики и правильно использовать предписанные приборы..	Методами измерений и оценкой получаемых результатов.
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия. • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен. • Оформление отчетности и защита лабораторных работ;	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 9

Таблица 9Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	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	свободно применяет методы исследования в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать выбор той или иной схемы исследования	Свободно владеет навыками исследования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

Согласована на портале №
19580

	плана исследования		
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными методами испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники; представляет способы и результаты использования различной аппаратуры;	применяет методы исследования в предписанных ситуациях; умеет корректно выражать выбор той или иной методики исследования	критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет разными способами представления полученных результатов
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 знания; способен корректно представить результаты в графической форме

2.5 Компетенция ПК-4

ПК-4: Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 10.

Таблица 10 Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методики создания экранов и их расчет и физические основы экранирования радио-волн.	Использовать теоретические знания для построения простейших моделей экранов, применять современные программные средства для их компьютерного моделирования.	Навыками программного моделирования экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия.	• Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная	• Самостоятельная работа.

Согласована на портале №
19580

		работа студентов.	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен.	• Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 11

Таблица 11 Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	анализирует связи между различными методиками создания экранов и их расчета и физическими основами экранирования радио-волн представляет способы и результаты использования различного СПО;	свободно применяет методы компьютерного моделирования для решения данных задач;	Свободно владеет навыками моделирования защитных экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными методиками создания экранов и их расчета и физическими основами экранирования радио-волн представляет способы и результаты использования различного СПО;	применяет методы компьютерного моделирования для решения данных задач;	владеет навыками моделирования защитных экранов простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Владеет основными методиками создания экранов и их расчета и СПО	умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы имеет представление о методах компьютерного	владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить

Согласована на портале №
19580

		моделирования для решения данных задач	результаты в графической форме

2.6 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 12.

Таблица 12 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. Основы преобразовательной техники.	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	• Лекции. • Практические занятия.	• Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен.	• Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Экзамен

Согласована на портале №
19580

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 13

Таблица 13 Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Свободно владеет способами борьбы с электромагнитными помехами и 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 испытаний электронных устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения на ЭМС
Хорошо (базовый уровень)	понимает способами борьбы с электромагнитными помехами и основы преобразовательной техники.	применяет методы снижения помех для различных электронных устройств	критически осмысливает полученные знания; владеет навыками испытаний электронных устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения на ЭМС
Удовлетворительно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий способов борьбы с электромагнитными помехами; имеет представление об основах преобразовательной техники.	умеет работать со справочной литературой; может применять известные методы снижения помех для базовых электронных устройств	владеет терминологией предметной области знания; Владеет базовыми решениями в области преобразовательной техники по ЭМС

Согласована на портале №
19580

2 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы.

Темы контрольных работ:

Структура курса электромагнитной совместимости

Основные термины и определения ЭМС

Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей

Схемы замещения базовых компонентов

Базовые методики испытаний электронных устройств на эмиссию помех

Базовые методики испытаний электронных устройств на стойкость к внешним воздействиям

Способы борьбы с электромагнитными помехами

Фильтры

Темы самостоятельной работы:

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

Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.

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

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

Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости.

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

Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей.

Сетевые фильтры радиопомех цепей питания устройств преобразовательной техники.

Темы домашних заданий:

Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.

Распространение электромагнитных помех по портам питания

Способы борьбы с электромагнитными помехами

Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей

Фильтрация сетевых цепей питания устройств

Согласована на портале №
19580

Темы лабораторных работ:

Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения

Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания

Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности

Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов

Примерные вопросы к экзамену по дисциплине ЭМС

1.Дать определение электромагнитной совместимости электротехнического оборудования.

2 Что такое индустриальная радиопомеха?

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.

Согласована на портале №
19580

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.

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.

Согласована на портале №
19580

3 Методические материалы

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

Основная литература:

1. Ефанов В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2012. - on-line, 229 с. - Б. ц.УДК 621.391.82(075.8) 621.396.6(075.8) РУБ 621.391

Дополнительная литература.

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

2. Селяев А.Н. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники: Учебное пособие .- Томск: ТУСУР, 2007.-245с. .(80экз. в библиотеке ТУСУРа)

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

4. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2003. – 664 с.(80экз. в библиотеке ТУСУРа)

12.3Учебно-методическое и программное обеспечение:

Для обеспечения дисциплины используются следующие УМП:

1. Селяев А.Н., Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В.

Электромагнитная совместимость электронных устройств. Руководство к организации самостоятельной работы. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 45 с.,http://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar

2. Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В.

Электромагнитная совместимость электронных устройств. Методические указания к выполнению лабораторных работ 2016 .,http://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar

Составляющие пакета Microsoft Office (Word, Excel)

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

www.complexdoc.ru, http://gostandsnip.ru

Согласована на портале № 19580