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
«6» 09 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профиль: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
6	Самостоятельная работа	152	152	часов
7	Всего (без экзамена)	216	216	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	252	252	часов
		7	7	З.Е

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6693

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 30 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 г. приказом № 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «29» 08 2016, протокол № 30.

Разработчики:

Доцент каф. ТУ _____ Заболоцкий А. М.

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Эксперты:

Доцент каф. ТУ _____ Булдаков А. Н.

Доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 6693

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основными целями дисциплины являются: приобретение знаний, навыков и умений по анализу электромагнитной обстановки, выбору помехоподавляющих устройств, испытанию оборудования на помехоустойчивость, применение знаний в практической деятельности.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачи преподавания дисциплины – проведение лекционных, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы на уровне, обеспечивающем достижение поставленных целей.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» (Б1.В.ОД.14) относится к вариативной части.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Теория электрических цепей, Математические методы описания сигналов, Электромагнитные поля и волны, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в телерадиовещании.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование телевизионных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-12 готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-18 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** характеристики элементов радиоканала вне основных полос излучения и приема, принципы обеспечения совместной работы элементов аппаратуры, методы обеспечения электромагнитной совместимости, включая конструкторские, схемотехнические и структурно-функциональные

– **уметь** формулировать задачу анализа электромагнитной совместимости применительно к конкретной аппаратуре, применять методы анализа электромагнитной совместимости, включая аналитические методы, методы имитационного моделирования, экспериментальные методы

– **владеть** методами измерения параметров, определяющих электромагнитную совместимость, методами поиска путей воздействия помех

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц и представлена в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
6	Самостоятельная работа	152	152	часов
7	Всего (без экзамена)	216	216	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	252	252	часов
		7	7	З.Е

Согласована на портале № 6693

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	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение в ЭМС.	2	0	0	5	0	7	ПК-12, ПК-18
2	Стандарты по ЭМС.	2	0	0	5	0	7	ПК-12, ПК-18
3	Аспекты ЭМС.	2	0	0	5	0	7	ПК-12, ПК-18
4	Пути проникновения электромагнитных помех.	2	4	2	27	0	35	ПК-12, ПК-18
5	Фильтрация, развязка и подавление.	2	4	0	17	0	23	ПК-12, ПК-18
6	ЭМС печатных плат.	4	8	6	49	0	67	ПК-12, ПК-18
7	Экранирование.	2	4	0	17	10	23	ПК-12, ПК-18
8	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	2	4	4	27	0	37	ПК-12, ПК-18
	Итого	18	24	12	152	10	216	

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 (час.)	Формируемые компетенции
1	Введение в ЭМС.	История развития проблемы ЭМС. Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех. Актуальность проблемы ЭМС. Источники электромагнитных помех. (Электромагнитная обстановка. Естественная и искусственная электромагнитная обстановка. Широкополосные и узкополосные помеховые сигналы.) Электростатический разряд. (Причины. Виды. Влияние.)	2	ПК-12, ПК-18
2	Стандарты по ЭМС.	Международные директивы: IEC, FCC, VDE, CISPR. Национальные директивы. Военные стандарты	2	ПК-12, ПК-18
3	Аспекты ЭМС.	Излучаемые эмиссии. Кондуктивные эмиссии. Восприимчивость к излучаемым эмиссиям. Восприимчивость к кондуктивным эмиссиям.	2	ПК-12, ПК-18
4	Пути проникновения электромагнитных	Неидеальное поведение электрических компонентов. Кондуктивные, ёмкостные и	2	ПК-12, ПК-18

Согласована на портале № 6693

	помех.	индуктивные взаимовлияния. Методы уменьшения электромагнитных помех.		
5	Фильтрация, развязка и подавление.	Фильтры и методы фильтрации в ЭМС. Методы развязки: балансные схемы, трансформаторы, оптическая развязка. Методы подавления.	2	ПК-12, ПК-18
6	ЭМС печатных плат.	Математические модели различных видов плат. Параметры ЭМС плат. Помехозащищённая теплопроводная монтажная плата. Заземление: связь через общий импеданс, системы и схемы заземления.	4	ПК-12, ПК-18
7	Экранирование.	Математические модели оценки эффективности экранирования для источников ближнего и дальнего поля. Экранирование низкочастотного магнитного поля. Влияние отверстий в экранирующих помещениях. Действие экрана кабеля.	2	ПК-12, ПК-18
8	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Источники преднамеренных электромагнитных помех. Устойчивость РЭА к преднамеренным электромагнитным помехам.	2	ПК-12, ПК-18
	Итого		18	

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
Предшествующие дисциплины									
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия						+		
2	Теория электрических цепей					+	+	+	
3	Математические методы описания сигналов				+	+	+	+	
4	Электромагнитные поля и волны					+	+	+	
5	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в телерадиовещании							+	+
Последующие дисциплины									
1	Проектирование телевизионных систем	+	+	+	+	+	+	+	+

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			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Согласована на портале № 6693

ПК-12	+	+	+	+
ПК-18	+	+	+	+

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

№	Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Пути проникновения электромагнитных помех.	Вычисление параметров одиночных и связанных межсоединений.	2	ПК-12, ПК-18
2	ЭМС печатных плат.	Моделирование временного отклика структур одиночных межсоединений.	2	ПК-12, ПК-18
3	ЭМС печатных плат.	Моделирование временного отклика структур связанных межсоединений.	4	ПК-12, ПК-18
4	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Моделирование ЭМС излучающих структур.	4	ПК-12, ПК-18
	Итого		12	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Пути проникновения электромагнитных помех.	Понятие и оценка электрической длины системы. Децибелы в ЭМС.	4	ПК-12, ПК-18
2	Фильтрация, развязка и подавление.	Кабели и ЭМС компоненты, их использование и параметры: контакты, прокладки, ферриты.	4	ПК-12, ПК-18
3	ЭМС печатных плат.	Экспериментальное моделирование ЭМС печатных плат.	4	ПК-12, ПК-18
4	ЭМС печатных плат.	Анализ примеров уменьшения перекрёстных помех в практических структурах межсоединений.	4	ПК-12, ПК-18
5	Экранирование.	Вычисление эффективности экранирования пластины и корпуса с щелью.	4	ПК-12, ПК-18
6	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Вычисление матриц ёмкостей произвольных трёхмерных систем.	4	ПК-12, ПК-18
	Итого		24	

Согласована на портале № 6693

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

№	Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
1	Фильтрация, развязка и подавление.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
2	Пути проникновения электромагнитных помех.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
3	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
4	Экранирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
5	ЭМС печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
6	ЭМС печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
7	ЭМС печатных плат.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
8	Пути проникновения электромагнитных помех.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
9	Фильтрация, развязка и подавление.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
10	Аспекты ЭМС.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
11	Стандарты по ЭМС.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
12	Введение в ЭМС.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
13	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
14	Экранирование.	Проработка лекционного материала	5	ПК-12, ПК-18	Тест
15	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ПК-12, ПК-18	Отчет по лабораторной работе

Согласована на портале № 6693

16	ЭМС печатных плат.	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ПК-12, ПК-18	Отчет по лабораторной работе
17	ЭМС печатных плат.	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ПК-12, ПК-18	Отчет по лабораторной работе
18	Пути проникновения электромагнитных помех.	Оформление отчетов по лабораторным работам	10	ПК-12, ПК-18	Отчет по лабораторной работе
	Всего (без экзамена)		152		
19	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого		188		

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

№	Названия разделов	Содержание курсовой работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1		Информационное обеспечение	2	ПК-12, ПК-18
2		Теоретико-методическое обеспечение	2	ПК-12, ПК-18
3		Выполнение моделирования	2	ПК-12, ПК-18
4		Обоснование обобщений и выводов по работе	2	ПК-12, ПК-18
5		Защита	2	ПК-12, ПК-18
	Итого		10	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Моделирование цепей питания
- Моделирование радиочастотных цепей
- Моделирование цепей управления
- Моделирование управляющих цепей
- Моделирование устройств защиты

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
Контрольная работа	5	10	15	30
Отчет по курсовой работе			10	10
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	35	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Согласована на портале № 6693

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

2. Газизов Т.Р. Искажения в межсоединениях и электромагнитный терроризм. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 359 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Gaz.pdf [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

3. 3. Заболоцкий А.М. Импульсные сигналы в многопроводных линиях передачи. Методы, алгоритмы и программы для анализа многопроводных линий передачи и способы уменьшения искажений импульсных сигналов в них. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 164 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

4. Самотин И.Е., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Кабельные и полосковые модальные фильтры. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. 208 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\buchblock.pdf [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

5. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4129, свободный.

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

7. Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов.– Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

8. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Модальные фильтры для защиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

Согласована на портале № 6693

9. В.К. Салов, А.М. Заболоцкий, С.П. Куксенко, П.Е. Орлов, Р.С. Суровцев. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: моногр.–Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.2. Дополнительная литература

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

2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Временной отклик многопроводных линий передачи. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 152 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

3. Куксенко С.П., Газизов Т.Р. Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений с плотной матрицей. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Электромагнитная совместимость РЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Козлов; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1277.

2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. 2012. 245 с. Электронный учебник (http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Пособие по лабораторным занятиям и курсовому проектированию: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 113 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры ТУ http://tu.tusur.ru
2. Научно-образовательный портал ТУСУР http://edu.tusur.ru/
3. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система http://e.lanbook.com/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированные телевизионные и вычислительные лаборатории кафедры телевидения и управления ТУСУР.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6693

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
«6» 09 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профиль: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года

Разработчики:
- Доцент каф. ТУ Заболоцкий А. М.

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6693

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-18	способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Должен знать характеристики элементов радиоканала вне основных полос излучения и приема, принципы обеспечения совместной работы элементов аппаратуры, методы обеспечения электромагнитной совместимости, включая конструкторские, схемотехнические и структурно-функциональные; Должен уметь формулировать задачу анализа электромагнитной совместимости применительно к конкретной аппаратуре, применять методы анализа электромагнитной совместимости, включая аналитические методы, методы имитационного моделирования, экспериментальные методы; Должен владеть методами измерения параметров, определяющих электромагнитную совместимость, методами поиска путей воздействия помех;
ПК-12	готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	

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 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-18

ПК-18: способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.

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

Согласована на портале № 6693

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов по электромагнитной совместимости.	Проводить организовывать и экспериментальные испытания по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.	Способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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)	• Техническех регламенты, международные и национальные стандарты и иные нормативные документы по электромагнитной совместимости; • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области электромагнитной	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости ; • Самостоятельно подбирает и готовит оборудование для эксперимента;	• Контролирует работу при выполнении эксперимента; • Проводит оценку полученных результатов;

Согласована на портале № 6693

	совместимости ;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости ;	• Берет ответственность за завершение задач в эксперименте;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми в области электромагнитной совместимости ;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач электромагнитной совместимости ;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-12

ПК-12: готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

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	Организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и нормативные документы.	Контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.	Способностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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

Согласована на портале № 6693

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости. • Нормативные документы по электромагнитной совместимости.	• Свободно применяет существующие нормативные документы в незнакомых ситуациях; • Умеет выражать и аргументированно доказывать положения нормативных документов;	• Способен руководить командой по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам • Свободно владеет разными способами представления информации
Хорошо (базовый уровень)	• Основные организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости и нормативные документы.;	• Самостоятельно подбирает необходимые нормативные документы по электромагнитной совместимости; • Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения нормативных документов;	• Критически осмысливает проектную и техническую документацию, разрабатываемая с учетом электромагнитной совместимости ; • Владеет разными способами представления информации ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Воспроизводит основные организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости и нормативные документы.;	• Умеет представлять результаты своей работы; • Умеет работать с нормативными документами ;	• Владеет терминологией предметной области знания; • Способен корректно представить знания ;

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 Тестовые задания

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Электромагнитная совместимость - это способность (…) функционировать и не мешать работе других в данной (…) обстановке.

– Выбрать правильное сочетание вариантов: … . Система электромагнитно совместима, если она: а) не создает помех другим системам; б) не воспринимает помехи от других систем; в) не создает помех себе.

– Введите аббревиатуру Федеральной комиссии связи США в оригинале.

– Выделите одну правильную букву в каждой скобке. Нормативы по ЭМС подразделяют вычислительные устройства на Класс (…, …) - бытовая среда и Класс (…, …) - промышленная среда.

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (…) делаются затраты на ЭМС, тем они (…)

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (…) учет ЭМС приводит к увеличению (…) изделия и задержкам в графике его выпуска.

– Введите подходящее слово. У ЭМС есть три аспект: генерация, _____, прием электромагнитной энергии.

– Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (…).

Согласована на портале № 6693

– Расшифруйте аббревиатуру … .

3.2 Экзаменационные вопросы

– Источники электромагнитных помех

– Фильтры и методы фильтрации в ЭМС

– Экранирование. Ближняя и дальняя зоны. Эффективность экранирования. Конструкционные металлические материалы. Экранирование металлической пластиной.

– Заземление. Связь через общий импеданс земли. Системы заземления. Паразитные контуры заземления.

– Неидеальное поведение компонентов.

– Отражения в линиях передачи.

– Искажения электрических сигналов в межсоединениях. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях и способы их уменьшения.

– Конструкции печатных плат. Стек печатной платы. Односторонняя печатная плата. Двухсторонняя печатная плата. Многослойная печатная плата.

– Излучаемые эмиссии. Кондуктивные эмиссии. Измерения излучаемых и кондуктивных эмиссий

– Стандартизация в области ЭМС. (Международные организации. Требования по ЭМС. Стандарты на излучаемые и кондуктивные эмиссии.)

– Аспекты и разделы ЭМС.

– Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех.

– Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате. Механизм связи активной и пассивной линий. Перекрестная наводка на ближнем конце пассивной линии. Перекрестная наводка на дальнем конце пассивной линии.

3.3 Темы контрольных работ

– Введение в ЭМС
– Аспекты и разделы ЭМС
– Стандартизация в области ЭМС
– Неидеальное поведение компонента
– Нелинейные эффекты и ЭМС РЭА
– Заземление
– Экранирование
– Фильтрация.
– Помехи по цепям земля-питание
– Электростатический разряд.
– Уменьшение искажений электрических сигналов в межсоединениях.

3.4 Темы лабораторных работ

– Моделирование ЭМС излучающих структур.
– Моделирование временного отклика структур связанных межсоединений.
– Моделирование временного отклика структур одиночных межсоединений.
– Вычисление параметров одиночных и связанных межсоединений.

3.5 Темы курсовых проектов (работ)

– Моделирование устройств защиты
– Моделирование управляющих цепей
– Моделирование цепей управления
– Моделирование радиочастотных цепей
– Моделирование цепей питания.

4 Методические материалы

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

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

Согласована на портале № 6693

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

2. Газизов Т.Р. Искажения в межсоединениях и электромагнитный терроризм. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 359 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Gaz.pdf [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

3. 3. Заболоцкий А.М. Импульсные сигналы в многопроводных линиях передачи. Методы, алгоритмы и программы для анализа многопроводных линий передачи и способы уменьшения искажений импульсных сигналов в них. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 164 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

4. Самотин И.Е., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Кабельные и полосковые модальные фильтры. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. 208 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\buchblock.pdf [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

5. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4129, свободный.

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

7. Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов.– Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

8. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Модальные фильтры для защиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

9. В.К. Салов, А.М. Заболоцкий, С.П. Куксенко, П.Е. Орлов, Р.С. Суровцев. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: моногр.–Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.2. Дополнительная литература

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

2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Временной отклик многопроводных линий передачи. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 152 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

3. Куксенко С.П., Газизов Т.Р. Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений с плотной матрицей. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Электромагнитная совместимость РЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Козлов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1277.

2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. 2012. 245 с. Электронный учебник

Согласована на портале № 6693

(http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Пособие по лабораторным занятиям и курсовому проектированию: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 113 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры ТУ http://tu.tusur.ru
2. Научно-образовательный портал ТУСУР http://edu.tusur.ru/
3. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система http://e.lanbook.com/

Согласована на портале № 6693