

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019  
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): **11.03.01 Радиотехника**

Профиль: **Аудиовизуальная техника**

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	16	16	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Самостоятельная работа	124	124	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6	6	3.Е

Экзамен: 7 семестр

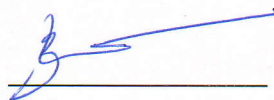
Томск 2016

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 г. приказом № 179, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «РА» 08 2016, протокол № 30.

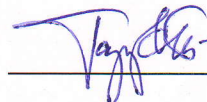
Разработчики:

Доцент каф. ТУ



Заболоцкий А. М.

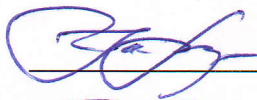
Заведующий обеспечивающей каф.  
ТУ



Газизов Т. Р.

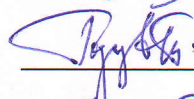
Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ



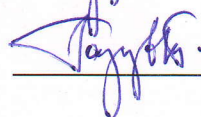
Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей каф.  
ТУ



Газизов Т. Р.

Заведующий выпускающей каф.  
ТУ



Газизов Т. Р.

Эксперты:

Доцент каф. ТОР



Богомолов С. И.

Доцент каф. ТУ



Булдаков А. Н.

## 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

– 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.ДВ.4.1) относится к вариативной части.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Электродинамика и распространение радиоволн, Устройства сверхвысокой частоты и антенны.

Последующими дисциплинами являются: Основы конструирования и технологии производства РЭС.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

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, схмотехнические 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 6 зачетных единиц и представлена в табл.4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Самостоятельная работа	124	124	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6	6	3.Е

## 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 экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение в ЭМС.	2	0	0	4	6	ПК-1
2	Стандарты по ЭМС.	2	0	0	4	6	ПК-1
3	Аспекты ЭМС.	2	0	0	4	6	ПК-1
4	Пути проникновения электромагнитных помех.	2	4	4	23	33	ПК-1
5	Фильтрация, развязка и подавление.	2	4	4	23	33	ПК-1
6	ЭМС печатных плат.	2	8	4	31	45	ПК-1
7	Экранирование.	2	4	0	12	18	ПК-1
8	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	2	4	4	23	33	ПК-1
	Итого	16	24	16	124	180	

### 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-1
2	Стандарты по ЭМС.	Международные директивы: IEC, FCC, VDE, CISPR. Национальные директивы. Военные стандарты.	2	ПК-1
3	Аспекты ЭМС.	Излучаемые эмиссии. Кондуктивные эмиссии. Восприимчивость к излучаемым эмиссиям. Восприимчивость к кондуктивным эмиссиям.	2	ПК-1

4	Пути проникновения электромагнитных помех.	Неидеальное поведение электрических компонентов. Кондуктивные, ёмкостные и индуктивные взаимовлияния. Методы уменьшения электромагнитных помех.	2	ПК-1
5	Фильтрация, развязка и подавление.	Фильтры и методы фильтрации в ЭМС. Методы развязки: балансные схемы, трансформаторы, оптическая развязка. Методы подавления.	2	ПК-1
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.	2	ПК-1
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-1
8	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Источники преднамеренных электромагнитных помех. Устойчивость РЭА к преднамеренным электромагнитным помехам.	2	ПК-1
	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
Предшествующие дисциплины									
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия						+		
2	Основы теории цепей					+	+		
3	Радиотехнические цепи и сигналы			+		+	+		+
4	Электродинамика и распространение радиоволн						+	+	
5	Устройства сверхвысокой частоты и антенны					+	+		+
Последующие дисциплины									
1	Основы конструирования и технологии производства РЭС			+	+	+	+	+	+

#### 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	Самостоятельная работа
ПК-1	+	+	+	+

#### 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	Трудовое мкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Пути проникновения электромагнитных помех.	Вычисление параметров одиночных и связанных межсоединений.	4	ПК-1
2	Фильтрация, развязка и подавление.	Моделирование временного отклика структур одиночных межсоединений.	4	ПК-1
3	ЭМС печатных плат.	Моделирование временного отклика структур связанных межсоединений.	4	ПК-1
4	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Моделирование ЭМС излучающих структур.	4	ПК-1
	Итого		16	

#### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудовое мкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Пути проникновения электромагнитных помех.	Понятие и оценка электрической длины системы. Децибелы в ЭМС.	4	ПК-1
2	Фильтрация, развязка и подавление.	Кабели и ЭМС компоненты, их использование и параметры: контакты, прокладки, ферриты.	4	ПК-1
3	ЭМС печатных плат.	Экспериментальное моделирование ЭМС печатных плат.	4	ПК-1
4	ЭМС печатных плат.	Анализ примеров уменьшения перекрёстных помех в практических структурах межсоединений.	4	ПК-1
5	Экранирование.	Вычисление эффективности экранирования пластины и корпуса с	4	ПК-1

		щелью.		
6	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Вычисление матриц ёмкостей произвольных трёхмерных систем.	4	ПК-1
	Итого		24	

### 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	Экранирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
2	Фильтрация, развязка и подавление.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
3	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
4	ЭМС печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
5	ЭМС печатных плат.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
6	Пути проникновения электромагнитных помех.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Контрольная работа
7	Аспекты ЭМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
8	Стандарты по ЭМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
9	Введение в ЭМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
10	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
11	Экранирование.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
12	ЭМС печатных плат.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
13	Фильтрация, развязка и подавление.	Проработка лекционного материала	4	ПК-1	Тест
14	Пути проникновения	Проработка	4	ПК-1	Тест

	электромагнитных помех.	лекционного материала			
15	Пути проникновения электромагнитных помех.	Оформление отчетов по лабораторным работам	11	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
16	Преднамеренные электромагнитные воздействия.	Оформление отчетов по лабораторным работам	11	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
17	ЭМС печатных плат.	Оформление отчетов по лабораторным работам	11	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
18	Фильтрация, развязка и подавление.	Оформление отчетов по лабораторным работам	11	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Всего (без экзамена)		124		
19	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого		160		

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

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
Контрольная работа	6	12	16	34
Отчет по лабораторной работе			21	21
Тест	5	5	5	15
Экзамен				30
Нарастающим итогом	11	28	70	100

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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	Е (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](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z) Gaz.pdf [Электронный ресурс]. - [http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc\\_cad\\_gaziz.7z](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z)
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](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z) Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - [http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc\\_cad\\_gaziz.7z](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](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](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 радио-электронной 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.

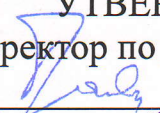
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_  
« 6 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

П. Е. Троян

2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром**

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Профиль: **Аудиовизуальная техника**

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**

Томск 2016

## 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	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	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;

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-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

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	физические и математические основы электромагнитной совместимости; модели, алгоритмы и методики для математического моделирования электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры; современные программное обеспечение для моделирования электромагнитной совместимости;	анализировать процессы и явления, происходящие в современной радиоэлектронной аппаратуре; применять математический аппарат для объяснения явлений происходящих в межсоединениях, узлах и элементах радиоэлектронной аппаратуры;	навыками работы с оригинальными научными публикациями по электромагнитной совместимости; навыками поиска и использования информации, необходимой для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры; навыками самостоятельно решать проблемы электромагнитной совместимости.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к экзамену;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к экзамену;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области электромагнитной совместимости.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении.</li> </ul>

### 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 одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (генерируется большая электромагнитная энергия, принятая энергия приводит к нежелательному поведению приемника, передача энергии очень эффективна, энергия полностью поглощается приемником).

– Введите подходящее слово. У ЭМС есть три аспекта: генерация, \_\_\_\_\_, прием электромагнитной энергии.

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

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

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

– Введите аббревиатуру Федеральной комиссии связи США в оригинале.

– 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.

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

– Расшифруйте аббревиатуру ... .

### **3.2 Темы контрольных работ**

– Фильтрация.

– Уменьшение искажений электрических сигналов в межсоединениях.

– Электростатический разряд.

– Помехи по цепям земля-питание

– Экранирование

– Заземление

– Нелинейные эффекты и ЭМС РЭА

– Неидеальное поведение компонента

– Стандартизация в области ЭМС

– Аспекты и разделы ЭМС

– Введение в ЭМС

### **3.3 Экзаменационные вопросы**

– 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.

– Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех.

– Аспекты и разделы ЭМС.

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

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

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

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

– Отражения в линиях передачи.

- Неидеальное поведение компонентов.
- Заземление. Связь через общий импеданс земли. Системы заземления. Паразитные контуры заземления.
- Экранирование. Ближняя и дальняя зоны. Эффективность экранирования. Конструкционные металлические материалы. Экранирование металлической пластиной.
- Фильтры и методы фильтрации в ЭМС
- Источники электромагнитных помех

### **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.

### **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 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](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z) Gaz.pdf [Электронный ресурс]. - [http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc\\_cad\\_gaziz.7z](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z)
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](http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z) Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - [http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc\\_cad\\_gaziz.7z](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](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](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. Суворцев. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радио-электронной 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 (<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/>