

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

8/19

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

(ТУСУР)



Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
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 печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Профиль: **Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
5	Самостоятельная работа	94	94	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5	5	З.Е

Экзамен: 1 семестр

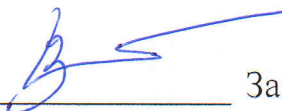
Томск 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ


Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 г. приказом №1403, 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).

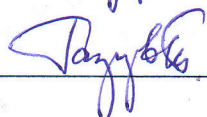
Декан РТФ

  
Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей  
каф. ТУ


  
Газизов Т. Р.

Заведующий выпускающей  
каф. ТУ

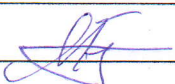
  
Газизов Т. Р.

Эксперты:

Доцент каф. ТОР

  
Богомолов С. И.

Доцент каф. ТУ

  
Булдаков А. Н.

# 1. Цели и задачи дисциплины

## 1.1. Цели дисциплины

Освоение специфики моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости нижних структурных уровней конструирования радиоэлектронной аппаратуры

## 1.2. Задачи дисциплины

– Освоение моделирования и обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле» (Б1.В.ОД.3) относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем, Научно-исследовательская работа в семестре (распред.).

Последующими дисциплинами являются: Электромагнитная совместимость систем связи, Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;
- ПК-9 способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** специфику обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле
- **уметь** выбирать методы моделирования структур печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле
- **владеть** способами обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
---	---------------------------	-----------	-------	---------

1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
5	Самостоятельная работа	94	94	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5	5	З.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 печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле	2	2	0	7	11	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
2	ЭМС печатных плат	6	12	8	37	63	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
3	ЭМС систем в корпусе	4	2	4	25	35	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
4	ЭМС систем на кристалле	4	2	4	25	35	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
	Итого	16	18	16	94	144	

### 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 семестр				
1	Введение в ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле	Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения. Нормативно-техническая документация в области ЭМС печатных плат.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
2	ЭМС печатных плат	Фундаментальные основы линий передачи. Обеспечение целостности сигнала в печатных платах. Дифференциальные пары в печатных платах. Помехоэмиссия от печатных плат. Восприимчивость печатных плат. Экранирование печатных узлов.	6	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
3	ЭМС систем в корпусе	Особенности обеспечения ЭМС систем в корпусе.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
4	ЭМС систем на кристалле	Особенности обеспечения ЭМС систем на кристалле.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
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
Предшествующие дисциплины					
1	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+			
2	Научно-исследовательская работа в семестре (распред.)		+	+	+
Последующие дисциплины					
1	Электромагнитная совместимость		+	+	+

	систем связи				
2	Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры		+	+	+

#### 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
ОК-1	+	+	+	+
ОПК-4	+	+	+	+
ПК-9	+	+	+	+

#### 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 семестр				
1	ЭМС печатных плат	Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
2	ЭМС печатных плат	Отражения в межсоединениях печатных плат.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
3	ЭМС систем в корпусе	Паразитные параметры печатных узлов.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
4	ЭМС систем на кристалле	Дифференциальные пары.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
	Итого		16	

## 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 семестр				
1	Введение в ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле	Нормативно-техническая документация в области ЭМС печатных плат.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
2	ЭМС печатных плат	Параметры линий передачи.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
3	ЭМС печатных плат	Основные уравнения для анализа многопроводных линий передачи.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
4	ЭМС печатных плат	Отражения в линиях передачи. Способы согласования в межсоединениях печатных плат.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
5	ЭМС печатных плат	Способы уменьшения перекрестных помех в межсоединениях.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
6	ЭМС печатных плат	Модальный анализ.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
7	ЭМС систем в корпусе	Помехи в дифференциальных парах.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
8	ЭМС систем на кристалле	Паразитные параметры компонентов, корпусов.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9
	Итого		18	

## 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 семестр					
1	ЭМС систем на кристалле	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Контрольная работа
2	ЭМС систем в корпусе	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Контрольная работа
3	ЭМС печатных плат	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Контрольная работа
4	Введение в ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Контрольная работа
5	ЭМС печатных плат	Проработка лекционного материала	11	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Тест
6	ЭМС систем в корпусе	Проработка лекционного материала	7	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Тест
7	Введение в ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле	Проработка лекционного материала	5	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Тест
8	ЭМС систем на кристалле	Проработка лекционного материала	7	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Тест
9	ЭМС печатных плат	Оформление отчетов по лабораторным работам	8	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Отчет по лабораторной работе
10	ЭМС систем на кристалле	Оформление отчетов по лабораторным работам	8	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Отчет по лабораторной работе
11	ЭМС систем в корпусе	Оформление отчетов по лабораторным	8	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Отчет по лабораторной



		работам		ПК-9	работе
12	ЭМС печатных плат	Оформление отчетов по лабораторным работам	8	ОК-1, ОПК-4, ПК-9	Отчет по лабораторной работе
	Всего (без экзамена)		94		
13	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого		130		

## 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
1 семестр				
Контрольная работа	10	11	13	34
Отчет по лабораторной работе			15	15
Тест	6	7	8	21
Экзамен				30
Нарастающим итогом	16	34	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
$\geq 90\%$ 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	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Баскаков С.В. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов /С. И. Баскаков. - 2-е изд. - М.: ЛИБРОКОМ, 2012. - 154 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

2. Заболоцкий А.М. Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов при анализе ЭМС бортовой РЭА космических аппаратов / А.М. Заболоцкий [и др.]; рец. А. Ю. Матросова и В.А. Майстренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Заболоцкий А.М.. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / А.М. Заболоцкий [и др.] ; рец. А. Г. Дмитренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. 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.

2. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Т.Р. Газизов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 254 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Заболоцкий А.М. Временной отклик многопроводных линий передачи /

А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Томский государственный университет, 2007. - 152с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4. Мелкозеров, А.О. Компьютерное моделирование и оптимизация электромагнитной совместимости бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / А.О. Мелкозеров, Р.И. Аширбакиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 220 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

5. Орлов, П.Е. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / П. Е. Орлов, Т. Р. Газизов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### **12.3. 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: 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**

Аудитория с меловой доской, мультимедийным оборудованием и персональными компьютерами с установленными специализированным программным обеспечением для проведения лекционных и практических занятий.

### **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**  
Без рекомендаций.

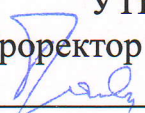
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П. Е. Троян  
« 6 » 09 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электромагнитная совместимость печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле**

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Профиль: **Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

– Доцент каф. ТУ Заболоцкий А. М.

Экзамен: 1 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-9	способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы	Должен знать специфику обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле; Должен уметь выбирать методы моделирования структур печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле; Должен владеть способами обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле;
ОПК-4	способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	

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	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

	применимости	проблем	
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
Удовлетворител ьно (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-9

ПК-9: способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	испытательное оборудование по ЭМС и методы исследования для выполнения экспериментальных исследований и производственных задач;	ставить задачи исследования структур печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле; выбирать методы экспериментальной работы;	способностью участвовать в научных исследованиях в группе;
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к экзамену;</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 печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле;</li> <li>• Самостоятельно подбирает и готовит оборудование для эксперимента.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу при выполнении эксперимента;</li> <li>• Проводит оценку полученных результатов;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми в области электромагнитной</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>



	совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.	требуемыми для выполнения простых задач электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.	
--	---	--	--

## 2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;	реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;	способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

	работе; • Тест; • Экзамен;	работе; • Тест; • Экзамен;	
--	----------------------------------	----------------------------------	--

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>способы передачи данных;</li> <li>анализирует связи между различными физическими понятиями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>умеет аргументированно доказывать положения предметной области знания;</li> <li>свободно применяет новые принципы передачи данных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>свободно владеет разными принципами передачи данных;</li> <li>способен руководить междисциплинарной командой;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>понимает связи между различными физическими понятиями;</li> <li>имеет представление о физических моделях передачи данных;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно подбирает принципы передачи данных;</li> <li>умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>критически осмысливает полученные знания;</li> <li>владеет разными способами передачи информации.</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>дает определения основных понятий;</li> <li>распознает физические объекты сетей передачи данных;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>умеет работать со справочной литературой;</li> <li>знает основные принципы передачи данных;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеет терминологией предметной области знания;</li> </ul>

### 2.3 Компетенция ОК-1

ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

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

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	методы анализа,	применять методы	способностью

этапов	синтеза и рекомендации для обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле;	анализа, синтеза и рекомендации для обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле;	применять методы анализа, синтеза и рекомендации для обеспечения ЭМС печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле;
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</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 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аргументирует выбор методов анализа и синтеза;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно выражает и аргументированно обосновывает методы анализа и синтеза;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеет способами анализа и синтеза;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает основные методы анализа и синтеза;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• корректно выражает и аргументированно обосновывает методы анализа и синтеза;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет разными способами анализа и синтеза;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные идеи;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет представлять идеи;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способен корректно представить идеи;</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**

– 10. Введите подходящее слово. Часть сигнала отражается от каждой неоднородности, расположенной в начале, конце или по длине межсоединения, и распространяется по межсоединению в обратном направлении. В результате к концу межсоединения сначала приходит оставшаяся часть сигнала, а позже приходит его части, испытавшие (нечетное, четное) число отражений.

– 9. Выделите одно правильное слово в скобках. При однородном диэлектрическом заполнении многопроводной линии передачи скорости всех мод (различны, равны), а при неоднородном - могут быть (различны, равны)

– 8. Выделите одно правильное слово в скобках. Модальные искажения в многопроводной линии передачи обусловлены (потерями, дисперсией, отражениями, различием задержек мод)

– 7. Ответить "да" или "нет". Может ли в многопроводной микрополосковой линии с покрывающим диэлектрическим слоем дальняя перекрёстная наводка на ближнем проводнике быть меньше, чем на дальних проводниках.

– 6. Введите подходящий термин. Зависимость задержки и потерь от частоты сигнала называют (чем?).

– 5. Выделите одно правильное слово в скобках. Одним из основных способов уменьшения времени задержки сигналов в межсоединениях является уменьшение их (длины, ширины, высоты).

– 4. Введите подходящий термин. Отражения сигнала от нагрузок на концах межсоединения уменьшаются (чем?)

– 3. Выделите одно правильное слово в скобках. В паре связанных линий без потерь уровень перекрёстных наводок на ближнем конце пассивной линии прямо пропорционален (разности, сумме, отношению, произведению) коэффициентов емкостной и индуктивной связи, а на дальнем конце - их (разности, сумме, отношению, произведению)

– 2. Выделите одно правильное слово в скобках. Эффект близости проводников друг к другу приводит к (снижению, росту) потерь в проводниках.

– 1. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Электромагнитная совместимость - это способность (отлично, хорошо, удовлетворительно) функционировать и не мешать работе других в данной (финансовой, экологической, электромагнитной, погодной) обстановке.

#### **3.2 Экзаменационные вопросы**

– 9. Система питания и заземления. Помехи в шине питания и их устранение. Рекомендации по проектированию системы питания и заземления.

– 8. Неоднородности в линиях передачи. Разветвление сигнального проводника. Поворот сигнального проводника. Металлизированное переходное отверстие. Меандровая линия задержки. Контактная площадка.

– 7. Дифференциальная пара. Основы дифференциальной передачи сигналов. Конструкция дифференциальной пары. Сопротивление дифференциальной пары. Рекомендации по проектированию дифференциальной пары.

– 1. Конструкции печатных плат. Стек печатной платы. Односторонняя печатная плата. Двухсторонняя печатная плата. Многослойная печатная плата. Наиболее распространенные виды поперечных сечений.

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

– 3. Линия передачи. Однородная линия передачи. Неоднородная линия передачи. Понятие электрически длинной и короткой линии передачи. Микрополосковая линия передачи. Полосковая линия передачи. Копланарная линия передачи.

– 4. Эквивалентная схема элементарного участка линии передачи. Телеграфные уравнения. Волновые процессы в линии передачи. Характеристический импеданс линии передачи. Коэффициент распространения. Уравнения для отрезка линии передачи.

– 5. Отражения в линиях передачи печатной платы.

– 6. Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате. Механизм связи активной и пассивной линий. Перекрестная помеха на ближнем конце пассивной линии. Перекрестная помеха на дальнем конце пассивной линии. Рекомендации по уменьшению перекрестных помех.

### **3.3 Темы контрольных работ**

- Система питания и заземления.
- Неоднородности в линиях передачи.
- Дифференциальная пара.
- Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате.
- Отражения в линиях передачи печатной платы.
- Телеграфные уравнения.
- Линия передачи.
- Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат
- Печатная плата.

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Дифференциальные пары.
- Паразитные параметры печатных узлов.
- Отражения в межсоединениях печатных плат.
- Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат.

### **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. Баскаков С.В. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов /С. И. Баскаков. - 2-е изд. - М.: ЛИБРОКОМ, 2012. - 154 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

2. Заболоцкий А.М. Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов при анализе ЭМС бортовой РЭА космических аппаратов / А.М. Заболоцкий [и др.]; рец. А. Ю. Матросова и В.А. Майстренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Заболоцкий А.М.. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / А.М. Заболоцкий [и др.] ; рец. А. Г. Дмитренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. 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.

2. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Т.Р. Газизов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 254 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Заболоцкий А.М. Временной отклик многопроводных линий передачи / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Томский государственный университет, 2007. - 152с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4. Мелкозеров, А.О. Компьютерное моделирование и оптимизация электромагнитной совместимости бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / А.О. Мелкозеров, Р.И. Аширбакиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 220 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

5. Орлов, П.Е. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / П. Е. Орлов, Т. Р. Газизов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 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: 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>

3. Научно-образовательный портал ТУСУР <http://edu.tusur.ru/>

4. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>