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 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

Согласована на портале № 6704

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) 11.04.02 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.

Согласована на портале № 6704

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 (рассред.).

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

Согласована на портале № 6704

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

Согласована на портале № 6704

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 (рассред.)		+	+	+
Последующие дисциплины					
1	Электромагнитная совместимость		+	+	+

Согласована на портале № 6704

	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	

Согласована на портале № 6704

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.

Согласована на портале № 6704

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,	Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 6704

		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 – 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
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
≥ 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.

Согласована на портале № 6704

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. 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 /

Согласована на портале № 6704

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.

Согласована на портале № 6704

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

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 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

Согласована на портале № 6704

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

Согласована на портале № 6704

	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
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-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 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	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	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 6704

	• Подготовка к экзамену;	• Подготовка к экзамену;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле; • Самостоятельно подбирает и готовит оборудование для эксперимента.	• Контролирует работу при выполнении эксперимента; • Проводит оценку полученных результатов;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости печатных плат, систем в корпусе, систем на кристалле.	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми в области электромагнитной	• Обладает основными умениями,	• Работает при прямом наблюдении;

Согласована на портале № 6704

	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 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	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	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 6704

	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)	• способы передачи данных; • анализирует связи между различными физическими понятиями;	• умеет аргументированно доказывать положения предметной области знания; • свободно применяет новые принципы передачи данных.	• свободно владеет разными принципами передачи данных; • способен руководить междисциплинарной командой;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными физическими понятиями;; • имеет представление о физических моделях передачи данных;	• самостоятельно подбирает принципы передачи данных; ; • умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания;	• критически осмысливает полученные знания;; • владеет разными способами передачи информации.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий; • распознает физические объекты сетей передачи данных;	• умеет работать со справочной литературой; • знает основные принципы передачи данных;	• владеет терминологией предметной области знания;;

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

Согласована на портале № 6704

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	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• аргументирует выбор методов анализа и синтеза;	• свободно выражает и аргументированно обосновывает методы анализа и синтеза;	• свободно владеет способами анализа и синтеза;
Хорошо (базовый уровень)	• знает основные методы анализа и синтеза;	• корректно выражает и аргументированно обосновывает методы анализа и синтеза;	• владеет разными способами анализа и синтеза;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные идеи;	• умеет представлять идеи;	• способен корректно представить идеи;

Согласована на портале № 6704

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 правильной 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 правильной 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 правильной 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 дальне конце - их (разности, сумме, отношению, произведению)

– 2. Выделите одно правильной 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.

Согласована на портале № 6704

– 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.

Согласована на портале № 6704

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 /

Согласована на портале № 6704

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/

Согласована на портале № 6704