

**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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Испытания на электромагнитную совместимость**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Защита от электромагнитного терроризма**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

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

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
5	Самостоятельная работа	130	130	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

ассистент, канд. техн. наук каф. ТУ \_\_\_\_\_ М. Е. Комнатнов

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТУ

\_\_\_\_\_ Т. Р. Газизов

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

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
ТУ

\_\_\_\_\_ Т. Р. Газизов

Эксперты:

доцент каф. ТУ \_\_\_\_\_ А. Н. Булдаков

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

"Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры" является освоение студентами требований, методов и способов испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМС) радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

### 1.2. Задачи дисциплины

- является изучение требований, методов и способов измерения в области ЭМС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Испытания на электромагнитную совместимость» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия, Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем, Электромагнитная совместимость систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** – основные виды социальной и этической ответственности за принятые решения; – возможные нестандартные ситуации при в техническом регулировании, метрологическом обеспечении и безопасности жизнедеятельности; – основы методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры; – современные программные средства для оформления отчетов, рефератов и публикаций.

- **уметь** – действовать в нестандартных ситуациях, принимать решения и владеть ситуацией; – учитывать при проектировании и исследовании современные тенденции технологического процесса и мировой опыт технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности; – самостоятельно выполнять экспериментальные исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования; – оформлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и представлять результаты научных исследований; – составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.

- **владеть** – ситуацией и принимать социальные и этические решения; – навыками проектирования и исследования при современных тенденциях технологического развития учитывая мировой опыт технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности; – навыками работы с современной аппаратурой и методами исследования; – программным обеспечением для оформления результатов исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и представлять результаты научных исследований; – навыками по составлению практических рекомендации использования результатов научных исследований.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	50	50
Лекции	16	16

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	130	130
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	41	41
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	73	73
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

## 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
3 семестр						
1 Введение в основы испытаний на ЭМС	2	0	0	12	14	ПК-4
2 Испытательная база	2	2	4	17	25	ПК-4
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	2	4	0	18	24	ПК-4
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	2	4	0	19	25	ПК-4
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	2	0	4	12	18	ПК-4
6 Испытания на восприимчивость к кондуктивным электромагнитным помехам	2	0	4	20	26	ПК-4
7 Прочие испытания на ЭМС	2	4	4	16	26	ПК-4
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	2	4	0	16	22	ПК-4
Итого за семестр	16	18	16	130	180	
Итого	16	18	16	130	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, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение в основы испытаний на ЭМС	Требования и методы испытания для сертификации и организации по стандартизации в области ЭМС. Стандарты по ЭМС. основополагающие документы и требования по ЭМС критических систем.	2	
	Итого	2	
2 Испытательная база	Устройства применяемые для организации измерений в области ЭМС. Реверберационная и безэховая камеры, ТЕМ/GTEM-ячейки, полосковая линия, пистолет электростатического разряда, измерительный приемник, устройства генерирования и усиления сигнала, антенны, направленный ответвитель.	2	
	Итого	2	
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	Требования и методы испытания на излучаемые эмиссии в низкочастотном и высокочастотном спектре частот сигнальных цепей и цепей земля питания, электрическое поле, переходное электромагнитное поле. Излучаемые эмиссии при переходном процессе, электрическое поле. Экранирование пластиной и корпусом.	2	
	Итого	2	
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	Требования и методы испытания на эмиссии к кондуктивным помехам сигнальных цепей и цепей земля питания. Кондуктивные эмиссии и возникающие при переходных процессах.	2	
	Итого	2	
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	Требования и методы испытания на излучаемую восприимчивость сигнальных цепей и цепей земля питания, электрическое поле, переходное электромагнитное поле. Экранирование пластиной и корпусом.	2	
	Итого	2	
6 Испытания на восприимчивость к	Устойчивость сигнальных цепей и це-	2	

кондуктивным электромагнитным помехам	пей земля-питания к воздействию электростатического разряда. Дифференциальная помеха. Устойчивость к кондуктивным помехам при импульсном воздействии на цепи земля-питание. Устойчивость при инъекции воздействия в кабель. Устойчивость цепей к воздействию магнитного поля.		
	Итого	2	
7 Прочие испытания на ЭМС	Требования и методы испытания на воздействие электростатическим разрядом. Требования и методы испытания на ЭМС для радиоэлектронной компонентной базы.	2	
	Итого	2	
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	Анализ и обработка полученных данных в ходе испытания, согласно стандартам на ЭМС радиоэлектронных средств промышленного, военного и космического назначения. Анализ и вычисление погрешности измеренных данных. Анализ требований судовых, наземных и авиакосмических стандартов применяемые для критической аппаратуры.	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		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
<b>Предшествующие дисциплины</b>								
1 Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия					+	+	+	+
2 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+	+	+	+	+	+	+	
3 Электромагнитная совместимость систем связи	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+	+	+	+	+	+	+

2 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+	+	+	+	+	+	+
3 Преддипломная практика		+	+	+	+	+	+	+

#### 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				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-4				+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Испытательная база	Принципы построения и организация испытательной базы для испытания на ЭМС.	4	
	Итого	4	
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	Измерение в ТЕМ-ячейке помехоэмиссий и помехоустойчивости сигнальных цепей и цепей земля-питания, интегральной схемы.	4	
	Итого	4	
6 Испытания на восприимчивость к кондуктивным электромагнитным помехам	Измерение кондуктивных помех инъекцией воздействия в кабель при помощи полосковой линии.	4	

	Итого	4	
7 Прочие испытания на ЭМС	Воздействие электростатического разряда на кабель. Измерение эффективности экранирования для разных металлов и их сплавов в ТЕМ-ячейке.	4	
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Испытательная база	Изучение принципов работы и организации испытательной базы с использованием безэховой камеры, ТЕМ/ГТЕМ-ячейки, полосковой линии, измерительного приемника, генератора, усилителя мощности, персонального компьютера, антенны, направленного ответвителя и измерителя мощности.	2	
	Итого	2	
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к излучаемым помехам. Анализ требований предъявляемых к экранирующим материалам и их сплавам, при проектировании экранирующих корпусов и пластин для радиоэлектронных средств.	4	
	Итого	4	
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к кондуктивным помехам.	4	
	Итого	4	
7 Прочие испытания на ЭМС	Анализ требований предъявляемых к воздействию электростатического разряда на сертифицируемый объект.	4	
	Итого	4	
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	Анализ и обработка полученных данных в ходе испытания, согласно стандартам на ЭМС радиоэлектронных средств промышленного, военного и космического назначения. Анализ и	4	



	вычисление погрешности при в ходе измерения.		
	Итого	4	
Итого за семестр		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, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>3 семестр</b>				
1 Введение в основы испытаний на ЭМС	Проработка лекционного материала	12	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Экзамен
	Итого	12		
2 Испытательная база	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	17		
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	18		
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	19		
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	Проработка лекционного материала	8	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
6 Испытания на	Проработка лекционного	16	ПК-4	Домашнее задание,

восприимчивость к кондуктивным электромагнитным помехам	материала			Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	20		
7 Прочие испытания на ЭМС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	16		
Итого за семестр		130		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		166		

### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
2. Метод поверхностного сканирования;
3. Метод прямого измерения 1/150 Ом;
4. Метод магнитного зонда;
5. Метод инжекции объёмного тока;
6. Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
7. Имитаторы нагрузки;
8. Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
9. Системы компоненты и основные понятия;
10. Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
11. Формы представления сигналов помехи;
12. Мощные ключевые интегральные схемы.
13. Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
14. Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
15. Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
16. Защита компонентов от электростатических разрядов;
17. Метод ТЕМ-камеры;
18. Камеры поперечных электромагнитных волн;
19. Камеры безэховые и полубезэховые;
20. Камеры реверберационные;
21. Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
22. – Векторные анализаторы сигнала;
23. – Измерительные приёмники;
24. – Генераторы сверхкороткого импульса;
25. – Имитаторы нагрузки;

26. – Камеры поперечных электромагнитных волн;

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Имитаторы электростатического разряда;
2. Метод прямого введения мощности;
3. Имитаторы нагрузки;
4. Природа электромагнитных помех;
5. Измерение электромагнитных излучений;
6. Методы измерения излучаемых помех;
7. Метод ТЕМ-камеры;
8. Метод с применением клетки Фарадея;
9. Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме широтно-импульсной модуляции;
10. Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами

### 10. Курсовая работа (проект)

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
3 семестр				
Домашнее задание	3	3	2	8
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Реферат	5	5	5	15
Итого максимум за период	17	27	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	17	44	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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. Салов, В.К. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / В. К. Салов [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.)

2. 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.)

3. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. Дата создания: 25.10.2012 [Электронный ресурс]. - <http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC>

### 12.2. Дополнительная литература

1. Тихомиров, А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. — Томск: ТУСУР, 2012. — 229 с. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/748>.

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. Руководство по системе моделирования электромагнитной совместимости: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 109 с. (Для самостоятельной работы разделы 2.1-2.3, для практической работы разделы 2.4-2.9) [Электронный ресурс]. - <http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc>

2. Фатеев А.В. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ / А.В. Фатеев; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). – Томск. –2014. (Для самостоятельной работы разделы 1 и 2, для лабораторной работы разделы 3 и 4) [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/4877>

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

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**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 45-50, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 2 этаж, ауд. 212. Количество рабочих и посадочных мест для выполнения лабораторных работ: 13 – рабочих мест; 31 – посадочных мест. Состав оборудования: частотомер 43-33 – 5 шт. 1980 г.; генератор ГЗ-109 – 5 шт. 1984 г.; вольтметр В7-26 – 5 шт. 1978 г.; макет №1 – 5 шт. 1980 г.; макет №2 – 5 шт. 1980 г.; осциллограф G05-620 – 5 шт. 2004 г.; цифровой телевизионный передатчик – 9 шт. 2005 г.; телевизор «Рубин» – 8 шт. 2005 г., Samsung 51 2013 г.; анализатор сигналов IT -15T2 – 8 шт. 2014 г.; компьютеры: Сi3 2013г., моноблок 21,5» – 8 шт. 2014 г.; ТВ приставка – 8 шт. 2013 г.; доска маркерная 2006 г.; доска аудиторная 1990 г. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 2 этаж, ауд. 212. Количество рабочих и посадочных мест для выполнения лабораторных работ: 13 – рабочих мест; 31 – посадочных мест. Состав оборудования: частотомер 43-33 – 5 шт. 1980 г.; генератор ГЗ-109 – 5 шт. 1984 г.; вольтметр В7-26 – 5 шт. 1978 г.; макет №1 – 5 шт. 1980 г.; макет №2 – 5 шт. 1980 г.; осциллограф G05-620 – 5 шт. 2004 г.; цифровой телевизионный передатчик – 9 шт. 2005 г.; телевизор «Рубин» – 8 шт. 2005 г., Samsung 51 2013 г.; анализатор сигналов IT -15T2 – 8 шт. 2014 г.; компьютеры: Сi3 2013г., моноблок 21,5» – 8 шт. 2014 г.; ТВ приставка – 8 шт. 2013 г.; доска маркерная 2006 г.; доска аудиторная 1990 г. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 212. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 8 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

#### 14. Фонд оценочных средств

##### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

##### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

##### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;

- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**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  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Испытания на электромагнитную совместимость**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Защита от электромагнитного терроризма**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

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

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– ассистент, канд. техн. наук каф. ТУ М. Е. Комнатнов

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017



## 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-4	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	<p>Должен знать – основные виды социальной и этической ответственности за принятые решения; – возможные нестандартные ситуации при в техническом регулировании, метрологическом обеспечении и безопасности жизнедеятельности; – основы методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры; – современные программные средства для оформления отчетов, рефератов и публикаций.;</p> <p>Должен уметь – действовать в нестандартных ситуациях, принимать решения и владеть ситуацией; – учитывать при проектировании и исследовании современные тенденции технологического процесса и мировой опыт технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности; – самостоятельно выполнять экспериментальные исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования; – оформлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и представлять результаты научных исследований; – составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.;</p> <p>Должен владеть – ситуацией и принимать социальные и этические решения; – навыками проектирования и исследования при современных тенденциях технологического развития учитывая мировой опыт технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности; – навыками работы с современной аппаратурой и методами исследования; – программным обеспечением для оформления результатов исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и представлять результаты научных исследований; – на-</p>

		выками по составлению практических рекомендации использования результатов научных исследований.;
--	--	--

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-4

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

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры и методов	самостоятельно выполнять экспериментальные исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования	навыками работы с современной аппаратурой и методами исследования
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Реферат;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 основ методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обладает умениями и творческими знаниями самостоятельно выполнять экспериментальные исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контролирует работу и проводит оценку с использованием современной аппаратуры и методами исследования;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает основы методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обладает умениями самостоятельно выполнять экспериментальные исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• завершает задачу исследования с использованием современной аппаратуры и методами исследования;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обладает основами методов измерения при помощи современной измерительной аппаратуры;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обладает основами экспериментального исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работает при прямом наблюдении с современной аппаратурой;</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 Вопросы на самоподготовку

- Системы компоненты и основные понятия;
- Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
- Формы представления сигналов помехи;
- Мощные ключевые интегральные схемы.
- Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
- Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
- Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
- Защита компонентов от электростатических разрядов;
- 
- – Векторные анализаторы сигнала;
- – Измерительные приёмники;
- – Генераторы сверхкороткого импульса;
- – Имитаторы нагрузки;
- – Камеры поперечных электромагнитных волн;

- Имитаторы нагрузки;
- Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
- Метод ТЕМ-камеры;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Камеры безэховые и полубезэховые;
- Камеры реверберационные;
- Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
- Природа электромагнитных помех;
- Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
- Метод поверхностного сканирования;
- Метод прямого измерения 1/150 Ом;
- Метод магнитного зонда;
- Метод инъекции объёмного тока;
- Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
- Измерение электромагнитных излучений;
- Методы измерения излучаемых помех;
- Метод ТЕМ-камеры;
- Метод с применением клетки Фарадея;
- Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме широтно-импульсной модуляции;
- Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами
- Имитаторы электростатического разряда;
- Метод прямого введения мощности;
- Имитаторы нагрузки;

### **3.2 Темы рефератов**

- Системы компоненты и основные понятия;
- Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
- Формы представления сигналов помехи;
- Мощные ключевые интегральные схемы.
- Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
- Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
- Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
- Защита компонентов от электростатических разрядов;
- 
- – Векторные анализаторы сигнала;
- – Измерительные приёмники;
- – Генераторы сверхкороткого импульса;
- – Имитаторы нагрузки;
- – Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Имитаторы нагрузки;
- Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
- Метод ТЕМ-камеры;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Камеры безэховые и полубезэховые;
- Камеры реверберационные;
- Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
- Природа электромагнитных помех;
- Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
- Метод поверхностного сканирования;

- Метод прямого измерения 1/150 Ом;
- Метод магнитного зонда;
- Метод инъекции объёмного тока;
- Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
- Измерение электромагнитных излучений;
- Методы измерения излучаемых помех;
- Метод ТЕМ-камеры;
- Метод с применением клетки Фарадея;
- Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме широтно-импульсной модуляции;
- Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами
- Имитаторы электростатического разряда;
- Метод прямого введения мощности;
- Имитаторы нагрузки;

### **3.3 Темы домашних заданий**

- Системы компоненты и основные понятия;
- Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
- Формы представления сигналов помехи;
- Мощные ключевые интегральные схемы.
- Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
- Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
- Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
- Защита компонентов от электростатических разрядов;
- 
- – Векторные анализаторы сигнала;
- – Измерительные приёмники;
- – Генераторы сверхкороткого импульса;
- – Имитаторы нагрузки;
- – Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Имитаторы нагрузки;
- Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
- Метод ТЕМ-камеры;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Камеры безэховые и полубезэховые;
- Камеры реверберационные;
- Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
- Природа электромагнитных помех;
- Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
- Метод поверхностного сканирования;
- Метод прямого измерения 1/150 Ом;
- Метод магнитного зонда;
- Метод инъекции объёмного тока;
- Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
- Измерение электромагнитных излучений;
- Методы измерения излучаемых помех;
- Метод ТЕМ-камеры;
- Метод с применением клетки Фарадея;
- Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами

в режиме широтно-импульсной модуляции;

- Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами
- Имитаторы электростатического разряда;
- Метод прямого введения мощности;
- Имитаторы нагрузки;

#### **3.4 Темы опросов на занятиях**

- Системы компоненты и основные понятия;
  - Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
  - Формы представления сигналов помехи;
  - Мощные ключевые интегральные схемы.
  - Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
  - Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
  - Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
  - Защита компонентов от электростатических разрядов;
  - 
  - Векторные анализаторы сигнала;
  - Измерительные приёмники;
  - Генераторы сверхкороткого импульса;
  - Имитаторы нагрузки;
  - Камеры поперечных электромагнитных волн;
  - Имитаторы нагрузки;
  - Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
  - Метод TEM-камеры;
  - Камеры поперечных электромагнитных волн;
  - Камеры безэховые и полубезэховые;
  - Камеры реверберационные;
  - Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
  - Природа электромагнитных помех;
  - Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
  - Метод поверхностного сканирования;
  - Метод прямого измерения 1/150 Ом;
  - Метод магнитного зонда;
  - Метод инъекции объёмного тока;
  - Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
  - Измерение электромагнитных излучений;
  - Методы измерения излучаемых помех;
  - Метод TEM-камеры;
  - Метод с применением клетки Фарадея;
  - Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами
- в режиме широтно-импульсной модуляции;
- Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами
  - Имитаторы электростатического разряда;
  - Метод прямого введения мощности;
  - Имитаторы нагрузки;

#### **3.5 Темы контрольных работ**

- Системы компоненты и основные понятия;
- Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
- Формы представления сигналов помехи;
- Мощные ключевые интегральные схемы.

- Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
- Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
- Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
- Защита компонентов от электростатических разрядов;
- 
- Векторные анализаторы сигнала;
- Измерительные приёмники;
- Генераторы сверхкороткого импульса;
- Имитаторы нагрузки;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Имитаторы нагрузки;
- Электромагнитная совместимость микроконтроллеров.
- Метод ТЕМ-камеры;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Камеры безэховые и полубезэховые;
- Камеры реверберационные;
- Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
- Природа электромагнитных помех;
- Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
- Метод поверхностного сканирования;
- Метод прямого измерения 1/150 Ом;
- Метод магнитного зонда;
- Метод инъекции объёмного тока;
- Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
- Измерение электромагнитных излучений;
- Методы измерения излучаемых помех;
- Метод ТЕМ-камеры;
- Метод с применением клетки Фарадея;
- Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме широтно-импульсной модуляции;
- Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами
- Имитаторы электростатического разряда;
- Метод прямого введения мощности;
- Имитаторы нагрузки;

### **3.6 Экзаменационные вопросы**

- 1. Природа электромагнитных помех; 2. Измерение электромагнитных излучений; 3. Методы измерения излучаемых помех; 4. Метод ТЕМ-камеры; 5. Метод с применением клетки Фарадея; 6. Метод прямого введения мощности; 7. Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме ШИМ сигнала. 8. Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами; 9. Камеры поперечных электромагнитных волн; 10. Камеры, переносные экранированные; 11. Камеры безэховые и полубезэховые; 12. Камеры реверберационные; 13. Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости; 14. Имитаторы электростатического разряда; 15. Векторные анализаторы сигнала; 16. Измерительные приёмники; 17. Генераторы сверхкороткого импульса; 18. Имитаторы нагрузки; 19. Электромагнитная совместимость микроконтроллеров. 20. Основные понятия электромагнитной совместимости; 21. Нормы и стандарты электромагнитной совместимости; 22. Измерения в области электромагнитной совместимости для интегральных схем; 23. Формы представления сигналов помехи; 24. Уравнения Д.К. Максвелла; 25. Теорема Д.Г. Пойнтинга; 26. Плоская электромагнитная волна; 27. Эффективность электромагнитного экранирования; 28. Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения 29. Методы измерения электромагнитной совмести-

сти для интегральных схем; 30. Метод поверхностного сканирования; 31. Метод прямого измерения 1/150 Ом; 32. Метод магнитного зонда; 33. Метод инъекции объёмного тока; 34. Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам; 35. Мощные ключевые интегральные схемы. 36. Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями. 37. Измерение восприимчивости и эмиссий электромагнитных полей печатной платы; 38. Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи; 39. Защита компонентов от электростатических разрядов; 40. Системы компоненты и основные понятия; 41. Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения 42. Формы представления сигналов помехи; 43. Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем; 44. Метод поверхностного сканирования; 45. Мощные ключевые интегральные схемы. 46. Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости; 47. Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи; 48. Защита компонентов от электростатических разрядов; 49. Нормы и стандарты электромагнитной совместимости.

### **3.7 Темы лабораторных работ**

- Метод ТЕМ-камеры;
- Камеры поперечных электромагнитных волн;
- Камеры безэховые и полубезэховые;
- Камеры реверберационные;
- Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;

### **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. Салов, В.К. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / В. К. Салов [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.)

2. 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.)

3. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. Дата создания: 25.10.2012 [Электронный ресурс]. - <http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC>

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

1. Тихомиров, А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. — Томск: ТУСУР, 2012. — 229 с. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/748>.

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. Руководство по системе моделирования электромагнитной совместимости: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 109 с. (Для самостоятельной работы разделы 2.1-2.3, для практической работы разделы 2.4-2.9) [Электронный ресурс]. - <http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc>

2. Фатеев А.В. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ / А.В. Фатеев; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). – Томск. –2014. (Для самостоятельной работы разделы 1 и 2, для лабора-



торной работы разделы 3 и 4) [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/4877>

#### **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/>