МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Испытания на электромагнитную совместимость

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Защита от электромагнитного терроризма**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Самостоятельная работа	56	56	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 34417

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 54 от «15» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент, канд. техн. наук каф. ТУ _____ М. Е. Комнатнов

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Т. Р. Газизов

Эксперты:

доцент каф. ТУ _____ А. Н. Булдаков

Старший преподаватель кафедры телевидения и управления (ТУ) _____ А. В. Бусыгина

Согласована на портале № 34417

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

"Испытания на электромагнитную совместимость" 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: Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия, Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

– ПК-3 способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования;

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

В результате изучения дисциплины обучающийся 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 34417

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение в основы испытаний на ЭМС	2	0	0	2	4	ПК-4
2 Испытательная база	2	2	4	10	18	ПК-2, ПК-3, ПК-4
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	2	4	0	4	10	ПК-2, ПК-3, ПК-4
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	2	4	0	4	10	ПК-2, ПК-3, ПК-4
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	4	0	4	12	20	ПК-2, ПК-3, ПК-4
6 Испытания на восприимчивость к кондуктивным электромагнитным помехам	2	0	4	8	14	ПК-2, ПК-3, ПК-4
7 Прочие испытания на ЭМС	2	4	4	12	22	ПК-2, ПК-3, ПК-4
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	2	4	0	4	10	ПК-2, ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 34417

Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

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	ПК-4
	Итого	2	
2 Испытательная база	Устройства применяемые для организации измерений в области ЭМС. Реверберационная и безэховая камеры, TEM/GTEM-ячейки, полосковая линия, пистолет электростатического разряда, измерительный приемник, устройства генерирования и усиления сигнала, антенны, направленный ответвитель.	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	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	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	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	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	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.	4	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
6 Испытания на восприимчивость к кондуктивным	Устойчивость сигнальных цепей и цепей земля-питания к воздействию электростатического разряда. Дифференциальная помеха. Устойчивость	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 34417

электромагнитным помехам	к кондуктивным помехам при импульсном воздействии на цепи земля-питание. Устойчивость при инжекции 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	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	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 индустриального, военного и космического назначения. Анализ и вычисление погрешности измеренных данных. Анализ требований судовых, наземных и авиакосмических стандартов применяемые для критической аппаратуры.	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия					+	+	+	+
2 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+	+	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины								
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+	+	+	+	+	+	+
2 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.

Согласована на портале № 34417

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат
ПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, 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	ПК-2, ПК-3, ПК-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	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
6 Испытания на восприимчивость к	Измерение кондуктивных помех инжекцией воздействия в кабель при помощи полосковой	4	ПК-2, ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 34417

кондуктивным электромагнитным помехам	линией.		
	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	ПК-2, ПК-3, ПК-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/GTEM-ячейки, полосковой линии, измерительного приемника, генератора, усилителя мощности, персонального компьютера, антенны, направленного ответвителя и измерителя мощности.	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	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	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к кондуктивным помехам.	4	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
7 Прочие испытания на ЭМС	Анализ требований предъявляемых к воздействию электростатического разряда на сертифицируемый объект.	4	ПК-2, ПК-3, ПК-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 индустриального, военного и космического назначения. Анализ и вычисление погрешности при в ходе измерения.	4	ПК-2, ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 34417

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
3 семестр				
1 Введение в основы испытаний на ЭМС	Проработка лекционного материала	2	ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Тест, Экзамен
	Итого	2		
2 Испытательная база	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
3 Испытания на излучаемые эмиссии электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
4 Испытания на кондуктивные эмиссии электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
5 Испытания на восприимчивость к излучаемым электромагнитным помехам	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	12		
6 Испытания на восприимчивость к	Проработка лекционного материала	2	ПК-2, ПК-3,	Домашнее задание, Конспект

Согласована на портале № 34417

кондуктивным электромагнитным помехам	Оформление отчетов по лабораторным работам	6	ПК-4	самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Итого	8		
7 Прочие испытания на ЭМС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	12		
8 Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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

Согласована на портале № 34417

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
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. Дата создания: 25.10.2012 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC (дата обращения: 01.07.2018).

2. 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. Дата создания: 19.06.2018 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/Sa1.pdf (дата обращения: 01.07.2018).

3. 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. Дата создания: 19.06.2018 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/O1.pdf (дата обращения: 01.07.2018).

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] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748.

Согласована на портале № 34417

(дата обращения: 01.07.2018).

2. Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетий /Под ред. Т.Р. Газизова. – Томск: Томский государственный университет, 2002. – 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g10.pdf (дата обращения: 01.07.2018).

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] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc (дата обращения: 01.07.2018).

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] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4877 (дата обращения: 01.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория цифрового телерадиовещания

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и

Согласована на портале № 34417

индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 (5 шт.);
- Генератор Г3-109 (5 шт.);
- Вольтметр В7-26 (5 шт.);
- Макет №1 (5 шт.);
- Макет №2 (5 шт.);
- Осциллограф G05-620 (5 шт.);
- Цифровой телевизионный передатчик (9 шт.);
- Телевизор «Рубин» (8 шт.), Samsung 51;
- Анализатор сигналов IT - 15T2 (8 шт.);
- Компьютеры: Ci3, моноблок 21,5” (8 шт.);
- ТВ приставка (8 шт.);
- Доска маркерная, доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Dev-C++ 5.11
- Google Chrome
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Visio 2013
- Microsoft Visual Studio 2010
- Microsoft Windows 7 Pro
- TALGAT2016

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория цифрового телерадиовещания

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 (5 шт.);
- Генератор Г3-109 (5 шт.);
- Вольтметр В7-26 (5 шт.);
- Макет №1 (5 шт.);
- Макет №2 (5 шт.);
- Осциллограф G05-620 (5 шт.);
- Цифровой телевизионный передатчик (9 шт.);
- Телевизор «Рубин» (8 шт.), Samsung 51;
- Анализатор сигналов IT - 15T2 (8 шт.);
- Компьютеры: Ci3, моноблок 21,5” (8 шт.);
- ТВ приставка (8 шт.);
- Доска маркерная, доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 34417

Программное обеспечение:
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Dev-C++ 5.11
- Google Chrome
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Visio 2013
- Microsoft Visual Studio 2010
- Microsoft Windows 7 Pro
- TALGAT2016

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

Согласована на портале № 34417

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Восприимчивость (электромагнитная) технического средства – это способность …	источника реагировать на электромагнитную помеху.
	рецептора реагировать на электромагнитную помеху.
	ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.
	противостоять воздействию электромагнитной помехи.

2. При определении резонансной частоты прямоугольной экранированной камеры приемную антенну располагают в центре, соосно передающей антенне, при этом передающую антенну располагают горизонтально и...	параллельно меньшей стене камеры.
	перпендикулярно меньшей стене камеры.
	параллельно большей стене камеры.
	перпендикулярно большей стене камеры.

3. Широкополосная помеха – это электромагнитная помеха, ширина спектра которой …	вне полосы пропускания рецептора.
	соизмерима с полосой пропускания рецептора.
	меньше полосы пропускания рецептора.
	больше полосы пропускания рецептора.

4. Стендовый метод с применением клетки Фарадея (измерение кондуктивного излучения согласно стандарту МЭК 61967-5) позволяет измерять уровень излучаемых помех, …	одного компонента
	группы компонентов
	узлов печатных плат
	компонента, группы компонентов и узлов печатных плат в целом.

5. Помехозащищенность технического средства – это способность …	ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.
	усиливать восприимчивость рецептора и реагировать на электромагнитную помеху.
	противостоять воздействию электромагнитной помехи за счет принципа действия или построения технического средства.
	источника реагировать на электромагнитную помеху.

6. Измерительная площадка – это площадка, пригодная для измерения помех, излучаемых испытуемым устройством, параметров и характеристик электромагнитной совместимости технического средства и отвечающая …	требованиям при расположению в открытой местности.
	регламентированным требованиям.
	требованиям безэховости камеры.
	требованиям по измерениям.

Согласована на портале № 34417

7. Метод поверхностного сканирования (согласно стандарту IEC 61967-3) предназначен для измерения напряжённости …	магнитного поля, излучаемого компонентом путём сканирования его поверхности при помощи петлевого вибратора.
	электрических и магнитных полей, излучаемых компонентом путём сканирования его поверхности с помощью электрических и магнитных зондов, работающих в дальней зоне.
	электрических и магнитных полей, излучаемых компонентом путём сканирования его поверхности с помощью электрических и магнитных зондов, работающих в ближней зоне.
	электрического поля, излучаемого компонентом путём сканирования его поверхности при помощи штыревого вибратора.

8. Электростатический разряд – это импульсный перенос …	электрического заряда между телами с разными электростатическими потенциалами.
	обусловленный электризацией вследствие импульсных токов.
	уровня электромагнитной помехи в течении времени, соизмеримого со временем установления переходного процесса в техническом средстве, на которое это изменение воздействует.
	электрического поля.

9. ТЕМ-камера – это экранированная камера представляющая…	закрытый волновод.
	отрезок несимметричной линии передачи, в которой между активным и пассивным проводником возбуждается электромагнитная волна.
	отрезок волновода, в которой может быть возбуждена поперечная электромагнитная волна.
	соединение двух рупорных антенн между собой.

10. Определить тип помехи, если она на частоте f равной $1/T$ имеет значение $\hat{y}=1$.	периодическая узкополосная помеха.
	периодическая широкополосная помеха.
	апериодическая широкополосная помеха.
	апериодическая узкополосная помеха.

11. Излучаемая помеха – это электромагнитная помеха …	создаваемая со временем установления переходного процесса
	распространяющаяся в пространстве.
	распространяющаяся по проводам.
	создаваемая техническими средствами.

12. Испытания экранированных камер на эффективность экранирования проводят методом сравнения, где сравнивают два последовательных измерения электромагнитного поля –	в частотной и временной областях.
	электрического и магнитного полей.
	затухания за счет тепловых потерь и многократных внутренних переотражений в стенке экрана.
	без экрана и ослабление экраном.

Согласована на портале № 34417

13. Анализатор помех – это …	измеритель помех, оборудованный устройством временной селекции.
	устройство предназначенное для генерации и передачи в окружающее пространство имитируемых помех.
	устройство позволяющее отобразить помеху.
	измеритель помех, оборудованный устройством частотной селекции.

14. Кратковременная помеха – это электромагнитная помеха, длительность которой, измеренная в регламентируемых условиях,…	меньше некоторой величины, регламентированной стандартом.
	больше некоторой величины, регламентированной стандартом.
	больше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства.
	меньше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства.

15. Определить тип помехи, если она во временной области имеет математическое описание: $y(t)=\begin{cases} \hat{y}, при 0 \le t < \tau \\ 0, при 2\tau > t \ge \tau \\ \hat{y}, при 3\tau \ge t \ge 2\tau \\ 0, при 3\tau < t \le T \end{cases}$,	апериодическая узкополосная помеха.
	периодическая узкополосная помеха.
	апериодическая широкополосная помеха.
	периодическая широкополосная помеха.

16. Рецептор – это техническое средство, …	реагирующее на источник излучаемый электромагнитную помеху.
	чувствительное к внешней окружающей среде.
	излучающий электромагнитную помеху в окружающее его пространство.
	реагирующее на электромагнитный сигнал и/или электромагнитную помеху.

17. Кондуктивная помеха – это электромагнитная помеха …	распространяющаяся в техническом средстве.
	помеха наводимая на провода.
	распространяющаяся в пространстве.
	распространяющаяся по проводам.

18. Узкополосная помеха – это электромагнитная помеха, ширина спектра которой …	в полосе заграждения рецептора.
	меньше или равна ширине полосы пропускания рецептора.
	больше или равна ширине полосы пропускания рецептора.
	больше полосы пропускания рецептора.

Согласована на портале № 34417

19. Непрерывная помеха – это электромагнитная помеха …	возникающая и исчезающая через определенные промежутки времени.
	уровень которой не уменьшается ниже определенного значения в регламентированном интервале времени.
	распространяющаяся в пространстве.
	длительность которой измеренная в регламентированных условиях, меньше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства.

20. Измеритель помех – это селективный микровольтметр, для которого регламентирована величина отношения синусоидального напряжения к спектральной плотности напряжения импульсов на входе, вызывающих одинаковое показание измерительного прибора, содержащий …	устройство оборудованное временной селекцией.
	устройство, предназначенное для генерации и передачи в проводящую среду и (или) окружающее пространство имитируемых помех.
	измеритель помех.
	инерционные детекторы.

14.1.2. 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 полубезховые;
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 совместимости для интегральных схем;
30. Метод поверхностного сканирования;
31. Метод прямого измерения 1/150 Ом;
32. Метод магнитного зонда;

Согласована на портале № 34417

33. Метод инжекции 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.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Требования и методы испытания для сертификации и организации по стандартизации в области ЭМС. Стандарты по ЭМС. Основополагающие документы и требования по ЭМС критических систем.

Устройства применяемые для организации измерений в области ЭМС. Реверберационная и безэховая камеры, TEM/GTEM-ячейки, полосковая линия, пистолет электростатического разряда, измерительный приемник, устройства генерирования и усиления сигнала, антенны, направленный ответвитель.

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.

Требования и методы испытания на эмиссии к кондуктивным помехам сигнальных цепей и цепей земля питания. Кондуктивные эмиссии и возникающие при переходных процессах.

Требования и методы испытания на излучаемую восприимчивость сигнальных цепей и цепей земля питания, электрическое поле, переходное электромагнитное поле. Экранирование пластиной и корпусом.

Устойчивость сигнальных цепей и цепей земля-питания к воздействию электростатического разряда. Дифференциальная помеха. Устойчивость к кондуктивным помехам при импульсном воздействии на цепи земля-питание. Устойчивость при инжекции воздействия в кабель. Устойчивость цепей к воздействию магнитного поля.

Требования и методы испытания на воздействие электростатическим разрядом. Требования и методы испытания на ЭМС для радиоэлектронной компонентной базы.

Анализ и обработка полученных данных в ходе испытания, согласно стандартам на ЭМС радиоэлектронных средств индустриального, военного и космического назначения. Анализ и вычисление погрешности измеренных данных. Анализ требований судовых, наземных и авиакосмических стандартов применяемые для критической аппаратуры.

14.1.4. Темы домашних заданий

1. Вычисление спектральной плотности воздействующего электромагнитного сигнала на цепь защиты.

2. Расчет фильтра

14.1.5. Темы рефератов

1. Камеры поперечных электромагнитных волн;

2. Камеры, переносные экранированные;

3. Камеры безэховые и полубезховые;

Согласована на портале № 34417

4. Камеры реверберационные;
5. Контрольно-измерительные приборы применяемые в области ЭМС

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Требования и методы испытания для сертификации и организации по стандартизации в области ЭМС. Стандарты по ЭМС. Основополагающие документы и требования по ЭМС критических систем.

Устойчивость сигнальных цепей и цепей земля-питания к воздействию электростатического разряда.

Методы подавления дифференциальной и синфазной помех.

Устойчивость к кондуктивным помехам при импульсном воздействии на цепи земля-питание.

Требования и методы испытания на воздействие электростатическим разрядом.

Требования и методы испытания на ЭМС для радиоэлектронной компонентной базы.

Анализ и вычисление погрешности измеренных данных.

14.1.7. Темы контрольных работ

1. Уравнения Д.К. Максвелла;
2. Теорема Д.Г. Пойнтинга;
3. Плоская электромагнитная волна;
4. Эффективность электромагнитного экранирования;
5. Метод поверхностного сканирования;
6. Метод инжекции объёмного тока;
7. Формы представления сигналов помехи;
8. Метод поверхностного сканирования для интегральных схем;
9. Стандарты по электромагнитной совместимости;
10. Измерение кондуктивных помех используя эквивалент сети.

14.1.8. Темы лабораторных работ

Принципы построения и организация испытательной базы для испытания на ЭМС.

Измерение в ТЕМ-ячейке помехоэмиссий и помехоустойчивости сигнальных цепей и цепей земля-питания, интегральной схемы.

Измерение кондуктивных помех инжекцией воздействия в кабель при помощи полосковой линией.

Воздействие электростатического разряда на кабель. Измерение эффективности экранирования для разных металлов и их сплавов в ТЕМ-ячейке.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 34417

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 34417