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

Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Самостоятельная работа	60	60	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: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30003

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР _____ А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Т. Р. Газизов

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Доцент кафедры телевидения и управления (ТУ) _____ А. Н. Булдаков

Согласована на портале № 30003

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» является подготовка магистров в области обеспечения функционирования радиотехнических средств и систем под воздействием помех, не создавая при этом помехи другим средствам и системам.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачи дисциплины включают:

– - изучение закономерностей и процессов, происходящих в радиоэлектронных средствах и высокоскоростных системах связи беспроводного широкополосного доступа, обусловленных электромагнитным взаимодействием элементов систем при наличии помех;

– - изучение методов и способов обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) аппаратуры и ее составных частей;

– - изучение особенностей использования радиочастотного спектра;

– - изучение основ метода радиоконтроля.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» (Б1.Б.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Последующими дисциплинами являются: Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия, Стандарты по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры, Устройства формирующие электромагнитные воздействия, Электромагнитная совместимость биомедицинских систем, Электромагнитная совместимость бортовой радиоэлектронной аппаратуры, Электромагнитная совместимость медицинской электроники, Электромагнитная совместимость систем связи, Электромагнитная уязвимость радиоэлектронных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-2 готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;

– ОПК-5 готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности;

– ОПК-6 готовностью к обеспечению мероприятий по управлению качеством при проведении проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, а также в организационно-управленческой деятельности в организациях отрасли в соответствии с требованиями действующих стандартов, включая подготовку и участие в соответствующих конкурсах, готовностью и способностью внедрять системы управления качеством на основе международных стандартов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • особенности использования радиочастотного спектра (РЧС); • характеристики радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн, влияющих на ЭМС и их нормирование, характеристики каналов распространения радиоволн, влияющих на ЭМС; • критерии ЭМС для РЭС различных радиослужб и условия их выполнения; • основы методов радиоконтроля и обеспечения ЭМС РЭС;

– **уметь** • применять математический аппарат основ теории ЭМС для выполнения инженерных рас¬че-тов параметров, характеризующих ЭМС систем радиосвязи и радиодоступа; • применять пакеты прикладных программ для расчетов и моделирования параметров, характеризующих ЭМС систем радиосвязи и радиодоступа; • использовать научно-техническую литературу, поисковые системы Интернета и другие информационные источники для са¬мо¬сто¬я¬тель¬¬ного приобретения знаний;

Согласована на портале № 30003

– **владеть** • первичными навыками анализа технических характеристик и параметров систем связи, влияющих на их ЭМС; • навыками расчетов параметров, характеризующих электромагнитную совместимость и помехозащищенность; • навыками работы со стандартной контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
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
1 семестр						
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	10	10	12	30	62	ОК-2, ОПК-5, ОПК-6
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	6	2	0	16	24	ОК-2, ОПК-5, ОПК-6
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	0	4	0	10	14	ОПК-5, ОПК-6
4 Мониторинг использования радиочастотного ресурса. Средства измерений и оборудование.	0	0	4	4	8	ОПК-5, ОПК-6
Итого за семестр	16	16	16	60	108	
Итого	16	16	16	60	108	

Согласована на портале № 30003

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
1 семестр			
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Введение. Основные понятия. История возникновения и назначение дисциплины. Термины и определения, связанные с ЭМС. Выходные излучения радиопередающих устройств. Радиопередающие (РПДУ) устройства с точки зрения ЭМС. Основные характеристики РПДУ устройства. Процессы в РПДУ, влияющие на ЭМС. Основные и внеполосные излучения радиопередающих устройств. Характеристики радиоприемных устройств, влияющих на ЭМС. Радиоприемные устройства (РПУ) с точки зрения ЭМС. Основные характеристики радиоприемного устройства. Процессы в РПУ, влияющие на ЭМС. Характеристики антенн и каналов распространения, влияющие на ЭМС. Основы распространения радиоволн в пространстве. Характеристики антенн, влияющие на ЭМС и методика их расчета.	10	ОК-2, ОПК-5, ОПК-6
	Итого	10	
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	Принципы обеспечения ЭМС. Критерии ЭМС. Организационно-технические методы обеспечения ЭМС. Энергетические оценки некоторых параметров систем связи. Простые и групповые показатели ЭМС.Управление использованием радиочастотного спектра. Международное регулирование использования радиочастот. Принципы распределения радиочастотного спектра. Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. Распределение полос частот по видам радиослужб. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС. ЭМС наземных и космических радиослужб. Краткая характеристика космических радиослужб. Фиксированная и наземная спутниковые службы. Методы обеспечения ЭМС наземных и космических радиослужб. Проблемы ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.	6	ОК-2, ОПК-5, ОПК-6
	Итого	6	
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

Согласована на портале № 30003

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
Последующие дисциплины				
1 Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры	+	+	+	+
2 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+
3 Преднамеренные силовые электромагнитные воздействия	+		+	
4 Стандарты по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры	+	+	+	+
5 Устройства формирующие электромагнитные воздействия	+		+	
6 Электромагнитная совместимость биомедицинских систем	+		+	
7 Электромагнитная совместимость бортовой радиоэлектронной аппаратуры	+	+	+	+
8 Электромагнитная совместимость медицинской электроники	+		+	
9 Электромагнитная совместимость систем связи	+	+	+	+
10 Электромагнитная уязвимость радиоэлектронных систем	+		+	

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОК-2	+			+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Тест
ОПК-5	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ОПК-6	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 30003

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
1 семестр			
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Исследование эффекта блокирования в РПУ	4	ОПК-5, ОПК-6
	Исследование эффекта интермодуляции в РПУ	4	
	Исследование эффекта перекрестных искажения в РПУ	4	
	Итого	12	
4 Мониторинг использования радиочастотного ресурса. Средства измерений и оборудование.	Исследование ЭМО в городских условиях.	4	ОПК-5, ОПК-6
	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
1 семестр			
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Нормирование внеполосного и побочного излучений радиопередающих устройств	2	ОПК-5, ОПК-6
	Нормирование характеристик частотной избирательности радиоприемника и восприимчивости к помехам по побочным каналам приема. Оценка нелинейных искажений при многосигнальном воздействии.	4	
	Нормирование диаграмм направленности антенн.	2	
	Оценка потерь мешающих сигналов в условиях прямой видимости. Метод Окамуры-Хаты.	2	
	Итого	10	
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	Методы частотного планирования сетей подвижной связи. Оценка эффективности использования РЧС.	2	ОПК-5, ОПК-6
	Итого	2	
3 Методы обеспечения	Расчет энергетического потенциала линии связи	4	ОПК-5,

Согласована на портале № 30003

ЭМС РЭС	при разных условиях		ОПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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
1 семестр				
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5, ОПК-6, ОК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	30		
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ОПК-6, ОК-2	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	10		
	Итого	16		
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5, ОПК-6	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	10		
4 Мониторинг использования радиочастотного ресурса. Средства измерений и оборудование.	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ОПК-5, ОПК-6	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Итого	4		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

Согласована на портале № 30003

10. Курсовая работа (проект)

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
1 семестр				
Конспект самоподготовки	4	10	10	24
Отчет по лабораторной работе		8	8	16
Тест		15	15	30
Итого максимум за период	4	33	33	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	4	37	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)

Согласована на портале № 30003

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748, дата обращения: 07.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование эффектов блокирования, интермодуляционных и перекрёстных искажений в радиоприёмном устройстве: Руководство к лабораторным работам для подготовки магистров по направлению 11.04.02 — Инфокоммуникационные технологии и системы связи, дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» / Попков А. Ю., Нам В. В., Ромашов Р. О. - 2015. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4979, дата обращения: 07.06.2018.
2. Исследование электромагнитной обстановки в городских условиях: Руководство к лабораторным работам для подготовки магистров по направлению 11.04.02 — Инфокоммуникационные технологии и системы связи, дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» / Ромашов Р. О., Попков А. Ю., Ефанов В. И. - 2015. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4980, дата обращения: 07.06.2018.
3. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / Куксенко С. П. - 2016. 72 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6528, дата обращения: 07.06.2018.

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. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, указанные по адресу https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

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 по-

Согласована на портале № 30003

садочных 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

Лаборатория Микроволновой техники

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405А (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Keysight SystemVue
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория Микроволновой техники

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);

Согласована на портале № 30003

- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405A (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome
- Keysight SystemVue
- Micran Graphit
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15

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.

Согласована на портале № 30003

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.

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. Радиопомеха, создаваемая источником искусственного происхождения, не предназначенная для нарушения функционирования радиоэлектронных средств.

Непреднамеренная электромагнитная помеха

Естественная электромагнитная помеха

Преднамеренная электромагнитная помеха

Кондуктивная электромагнитная помеха

2. Базовая станция сотовой системы связи обеспечивает мощность основного излучения в 11 дБВт, на частоте 915 МГц. Определить уровень мощности излучения третьей гармоники. При этом ослабление излучения на гармонике Ar = -40 дБ, а скорость убывания спектра V = -60 дБ/дек;

-53,17 дБ

-55,23 дБ

-57,63 дБ

-59,09 дБ

3. Определить частоту интермодуляции третьего порядка двух радиостанций УКВ диапазона, работающих на частотах f1 = 422 МГц и f2 = 422.25 МГц.

421 МГц

421,25 МГц

421,5 МГц

421,75 МГц

4. Приемник ОВЧ настроен на частоту 350 МГц и имеет чувствительность по основному каналу -100 дБ. Частота помехи 300 МГц. Найти уровень восприимчивости к помехам по каналам побочного приема. Скорость убывания восприимчивости I = -20 дБ/дек, ослабление восприимчивости по побочному каналу приема относительно основного C = 80 дБ;

-18,66 дБ

-19,77 дБ

-20,88 дБ

-21,99 дБ

5. Какова величина ширины диаграммы направленности и коэффициента усиления антенны спутниковой системы связи, работающей на частоте 2 ГГц, имеющей диаметр 2.4 м и КПД η = 0,75?

G = 2,26 дБ, $2\theta = 1,59°$

G = 3,37 дБ, $2\theta = 1,89°$

G = 4,48 дБ, $2\theta = 2,19°$

G = 5,59 дБ, $2\theta = 5,49°$

6. GSM-1800 антенна имеет апертуру 1,4 м. Определить границу зоны Фраунгофера для данной антенны.

23,52 м

24,63 м

25,74 м

26,85 м

Согласована на портале № 30003

7. Высота подвеса антенн двух однотипных антенн РРЛ h = 36 м. На какое максимальное расстояние можно разнести данные антенны?

46,62 км

47,73 км

48,84 км

49,85 км

8. Определить будет ли касаться первая зона Френеля земной поверхности, если расстояние между двумя антеннами РРЛ r = 16 км., их рабочая частота 1800 МГц, а высота подвеса антенн h = 30 м.

ρ = 20,71 м – будет

ρ = 25,82 м – не будет

ρ = 30,93 м – будет

ρ = 36,04 м – не будет

9. Определить пропускную способность канала связи, если отношение Рс/Рш составляет 20 дБ, а ширина полосы пропускания Δf = 3.1 кГц.

23,011 Кбит/с

25,122 Кбит/с

27.233 Кбит/с

29,344 Кбит/с

10. Какому уровню мощности соответствует выходная мощность передатчика в 1 кВт?

10 дБВт

20 дБВт

30 дБВт

40 дБВт

11. Определить минимальную полосу пропускания радиоприемника, если необходимая ширина полосы, занимаемая передаваемым сигналом, составляет 20 кГц, нестабильность несущей частоты передатчика равна +-1 кГц, нестабильность частоты гетеродина равна +-0,5 кГц.

20 кГц

21,5 кГц

23 кГц

25 кГц

12. Какие частоты побочных каналов могут существовать в супергетеродинном радиоприемнике, если порядок комбинационного канала N = 2?

fпч

fг - fпч

fг + fпч

fг + 2fпч

13. Изменение структуры спектра сигнала на выходе радиоприёмника при одновременном воздействии сигнала и радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочных каналов приема.

Перекрёстные искажения

Интермодуляционные искажения

Блокирование

Компрессия (сжатие)

14. Возникновение помех на выходе приемника при действии на его входе двух и более радиопомех, частоты которых не совпадают с частотами основного и побочного каналов приема.

Перекрёстные искажения

Интермодуляционные искажения

Блокирование

Компрессия (сжатие)

15. Изменение уровня сигнала или отношения сигнал-шум на

выходе радиоприемника при действии радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочных каналов приема радиоприемника.

Перекрёстные искажения

Согласована на портале № 30003

Интермодуляционные искажения

Блокирование

Компрессия (сжатие)

16. Частота гетеродина равна 20 МГц, промежуточная частота равна 0,5 МГц. Чему равна частота зеркального канала?

20,5 МГц

19,5 МГц

21 МГц

19 МГц

17. Если коэффициент умножения частоты передатчика равен 8, то сколько субгармоник может существовать в его побочных излучениях?

2

3

5

7

18. Какие частоты интермодуляционных излучений могут быть на выходе общей антенны двух РПД с частотами f1 = 100 МГц и f2 = 150 МГц?

50 МГц

100 МГц

125 МГц

150 МГц

19. Способность технического средства сохранять заданное качество функционирования при воздействии на него внешних помех с регламентируемыми значениями параметров в отсутствие дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.

Помехустойчивость

Помехозащищенность

Чувствительность

Избирательность

20. Способность технического средства ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.

Помехустойчивость

Помехозащищенность

Чувствительность

Избирательность

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Их классификация.

2. Сигналы и помехи в ЭМС РЭС. Классификация помех по местоположению и типу источника.

3. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС.

4. Источники индустриальных помех.

5. Классификация излучений радиопередатчиков.

6. Виды побочных излучений передатчика.

7. Нормируемые параметры основного излучения радиопередатчика.

8. Контактные помехи.

9. Параметры антенн, влияющие на ЭМС РЭС.

10. Параметры, характеризующие излучение антенн вне главного лепестка.

11. Коэффициент связи двух антенных устройств в зависимости от их параметров и ориентации

12. Классификация побочных каналов супергетеродинного радиоприемника.

13. Основные и побочные каналы радиоприема. Ширина полосы пропускания.

14. Нелинейные эффекты в приемниках: блокирование и перекрестная модуляция.

15. Нелинейные эффекты в радиоприемнике, обусловленные интермодуляцией.

Согласована на портале № 30003

16. Избирательность и чувствительность радиоприемных устройств.
17. Обработка сигналов в оконечных устройствах радиоприемника с учетом ЭМС.
18. Энергетический потенциал радиолинии.
19. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС.
20. Понятие радиочастотного ресурса, распределение частот в совокупности РЭС.
21. Международные организации распределения частот.
22. Международное регулирование использования радиочастот.
23. Распределение полос частот между радиослужбами.
24. ЭМС наземных и космических радиослужб.
25. ЭМС спутниковых систем связи.
26. Расчет космической линии связи.
27. Принципы расчета отношения полезного сигнала к мешающему на спутниковой линии связи.
28. Понятия координационной зоны, координационного контура и расстояния.
29. Проблемы ЭМС спутниковых систем связи с наземными радиослужбами.
30. Критерии ЭМС для радиослужб и условия их выполнения.
31. Простые показатели ЭМС.
32. Групповые показатели ЭМС.
33. Обобщенные показатели ЭМС.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. ЭМС радиопередающих устройств.
2. Особенности антенно-фидерных устройств в задачах ЭМС.
3. Распространение радиоволн в задачах ЭМС.
4. ЭМС радиоприемных устройств.
5. Характеристика технических каналов утечки информации
6. Методы и средства защиты информации
7. Организация службы радиоконтроля
8. Регулирование использования радиочастотного ресурса
9. Индустриальные радиопомехи
10. Расчет боковых лепестков диаграммы направленности антенны.
11. Расчет уровней гармоник и субгармоник передатчиков.
12. Расчет энергетического потенциала линии связи.
13. Определение ЭМС при проектировании радиорелейных линий и ЗС спутниковых систем связи.
14. Определение ЭМС двух спутниковых систем связи.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование ЭМО в городских условиях.
Исследование эффекта блокирования в РПУ
Исследование эффекта интермодуляции в РПУ
Исследование эффекта перекрестных искажения в РПУ

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.

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	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 30003

зрения	опрос по терминам	(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 № 30003