МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПОНЕНТЫ ЛИНИЙ СВЯЗИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНЫМ СПЕКТРОМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	96	96	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 62050

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. изучение основ теории электромагнитной совместимости в системах радиосвязи, методов расчета основных параметров, характеризующих ЭМС таких систем, проблемы управления использованием радиочастотного спектра и пути их решения, направляющих сред электросвязи, их технических характеристик и принципов проектирования линий связи на их основе.

1.2. Задачи дисциплины

1. изучение проблем межсистемной ЭМС; причин возникновения помех; методов описания источников и рецепторов помех, а также каналов распространения помехонесущих полей.
2. понимание закономерностей и процессов, происходящих в РЭС и обусловленных взаимодействием его составных частей и элементов при наличии помех; особенностей обеспечения ЭМС на различных иерархических уровнях.
3. получение знаний об эффективном использовании радиочастотного ресурса; о методах организации управления в совокупностях РЭС с целью обеспечения совместимости; об организационных аспектах, стандартах и нормативных документах в области ЭМС; о метрологическом обеспечении и измерениях в области ЭМС.
4. изучение теории, конструкций и передаточных характеристик направляющих сред передачи информации с целью применения их на магистральных, зоновых и городских сетях связи в соответствии с их пропускной способностью.
5. ознакомление студентов с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития направляющих сред электросвязи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Индекс дисциплины: ФТД.В.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		

Согласована на портале № 62050

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач в области ЭМС, а также методы системного анализа
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации в области ЭМС, полученной из разных источников
	УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации в области ЭМС, методикой системного подхода для решения поставленных задач в области ЭМС; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач в области ЭМС
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-2. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПКР-2.1. Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных.	Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных, содержащими информацию, связанную с ЭМС РЭС
	ПКР-2.2. Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств.	Умеет обрабатывать информацию в области ЭМС с использованием современных технических средств
	ПКР-2.3. Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.	Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации в области ЭМС с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.

Согласована на портале № 62050

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области ЭМС РЭС
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации в области ЭМС
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг в области ЭМС

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	96	96
Подготовка к зачету с оценкой	30	30
Подготовка к тестированию	30	30
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	28
Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 62050

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	10	8	-	20	38	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	8	2	-	20	30	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	-	8	12	56	76	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
Итого за семестр	18	18	12	96	144	
Итого	18	18	12	96	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 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	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	10	

Согласована на портале № 62050

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.	8	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	8	
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Расчет энергетического потенциала линии связи при разных условиях. Расчет ЭМС двух различных РЭС. Исследование эффектов блокирования, перекрестных искажений и интермодуляции	0	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	-	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 62050

1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Нормирование внеполосного и побочного излучений радиопередающих устройств	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Нормирование характеристик частотной избирательности радиоприемника и восприимчивости к помехам по побочным каналам приема. Оценка нелинейных искажений при многосигнальном воздействии.	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Нормирование диаграмм направленности антенн.	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Оценка потерь мешающих сигналов в условиях прямой видимости. Метод Окамуры-Хаты.	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	8	
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	Методы частотного планирования сетей подвижной связи. Оценка эффективности использования РЧС.	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	2	
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Расчет энергетического потенциала линии связи при разных условиях	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Исследование эффектов блокирования, перекрестных искажений и интермодуляции в РЭС	2	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Расчет ЭМС РЭС различных служб	4	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Исследование эффектов блокирования в радиоприёмном устройстве	4	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Исследование перекрестных искажений в радиоприёмном устройстве	4	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Исследование интермодуляционных искажений в радиоприёмном устройстве	4	ПКР-2, ПКР-3, УК-1
	Итого	12	

Согласована на портале № 62050

Итого за семестр	12	
Итого	12	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Тестирование
	Итого	20		
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Тестирование
	Итого	20		
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	10	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Тестирование
	Итого	56		
Итого за семестр		96		
Итого		96		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-2	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

Согласована на портале № 62050

ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
УК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
7 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	30	30
Лабораторная работа	5	5	5	15
Тестирование	5	10	10	25
Отчет по лабораторной работе	0	0	30	30
Итого максимум за период	10	15	75	100
Нарастающим итогом	10	25	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 62050

7.1. Основная литература

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

2. Табаков, Д. П. Основы электромагнитной совместимости : учебное пособие / Д. П. Табаков, Д. С. Клюев, Ю. В. Соколова. — Самара : ПГУТИ, 2019. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/223355.

7.2. 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.).

2. Тимиргазин, Р. Ф. Электромагнитная совместимость : учебное пособие / Р. Ф. Тимиргазин. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 48 с. — ISBN 978-5-9795-1649-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/165037.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / С. П. Куксенко - 2016. 72 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6528.

2. 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» / А. Ю. Попков, В. В. Нам, Р. О. Ромашов - 2015. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4979.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 62050

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405А;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;

Согласована на портале № 62050

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

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;

8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. 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 зрения** 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

Согласована на портале № 62050

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Технические основы анализа ЭМС радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Управление использованием радиочастотного спектра.	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	ПКР-2, ПКР-3, УК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 62050

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 62050

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 $\eta = 0,75$?
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
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.
$\rho = 20,71$ м – будет
$\rho = 25,82$ м – не будет
$\rho = 30,93$ м – будет
$\rho = 36,04$ м – не будет
9. Определить пропускную способность канала связи, если отношение Рс/Рш составляет 20 дБ, а ширина полосы пропускания $\Delta f = 3.1$ 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

Согласована на портале № 62050

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
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

Согласована на портале № 62050

построения технического средства.
Помехустойчивость
Помехозащищенность
Чувствительность
Избирательность

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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.
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.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование эффектов блокирования в радиоприёмном устройстве
2. Исследование перекрестных искажений в радиоприёмном устройстве
3. Исследование интермодуляционных искажений в радиоприёмном устройстве

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных

Согласована на портале № 62050

учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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

Согласована на портале № 62050

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 № 62050

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Ю. Попков	Разработано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e

Согласована на портале № 62050