МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
- проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«30» 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компоненты линий связи, электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(номер уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) Системы радиосвязи и радиодоступа
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет Радиотехнический
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедры ТОР (телекоммуникаций и основ радиотехники)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 4 **Семестр** 8

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции	32	32	часов
2.	Лабораторные работы	20	20	часов
3.	Практические занятия	20	20	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)			часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	72	72	часов
6.	Из них в интерактивной форме			часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	108	108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена	36	36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	144	144	часов
	(в зачетных единицах)	4	4	ЗЕТ

Экзамен 8 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 311

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень бакалавриата)", утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 2015 г. №174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» мая 2016 г., протокол № 9

Разработчик

Проф. кафедры СВЧиКР _____ В.И. Ефанов
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Ассистент. кафедры СВЧиКР _____ А.Ю. Попков
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. Кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

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

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. обеспечивающей кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

Доцент, каф.ТОР, _____ С.И. Богомолов

Проф. кафедры СВЧиКР _____ А.Е. Мандель
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Согласована на портале № 311

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью дисциплины является 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. Знания в этой области необходимы специалисту в области телекоммуникаций, в том числе, по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Основные задачи изучения курса:

изучение проблем межсистемной ЭМС; причин возникновения помех; методов описания источников и рецепторов помех, а также каналов распространения помехонесущих полей;

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;

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;

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;

ознакомление студентов с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития направляющих сред электросвязи.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин (Б1.В.ОД.10) профиля «Системы радиосвязи и радиодоступа». Для изучения курса требуются знания по следующим дисциплинам: «Теория электрических цепей», «Электроника», «Общая теория связи», «Электромагнитные поля и волны», «Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа», «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства», «Радиоприемные устройства защищенных систем связи», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей».

В свою очередь данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для выполнения студентами преддипломной практики и выпускной квалификационной работы, а также позволит бакалаврам осуществлять их профессиональную деятельность в области технологий, средств и способов передачи и обмена информацией на расстоянии с помощью систем и устройств радиосвязи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12);
- способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-18);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы методов анализа ЭМС РЭС, в том числе и расположенных на одном объекте;
- критерии ЭМС для РЭС различных радиослужб и условия их выполнения;
- характеристики радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн, влияющие на ЭМС и их нормирование;
- основы технических методов обеспечения ЭМС РЭС, в том числе и объектовой ЭМС;

Согласована на портале № 311

- основы управления использованием РЧС на международном уровне и в Российской Федерации;
- основы экономических методов управления использованием РЧС;
- основы методов частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа;
- основы методов радиоконтроля.

Уметь:

- применять математический аппарат основ теории ЭМС для выполнения инженерных расчетов параметров, характеризующих ЭМС систем радиосвязи и радиодоступа;
- использовать научно-техническую литературу и другие информационные источники для самостоятельного приобретения знаний.
- использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи
- определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи

Владеть:

- первичными навыками анализа технических характеристик и параметров РЭС систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их ЭМС;
- первичными навыками анализа парной и групповой ЭМС РЭС систем радиосвязи и радиодоступа, в том числе, и находящихся на одном объекте.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
					8
Аудиторные занятия (всего)	72				72
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	32	-	-	-	32
Лабораторные работы (ЛР)	20	-	-	-	20
Практические занятия (ПЗ)	20	-	-	-	20
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Коллоквиумы (К)	-	-	-	-	-
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	-	-	-	-	-
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	72				72
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат	-	-	-	-	-
Другие виды самостоятельной работы	72	-	-	-	72
Вид промежуточной аттестации (экзамен)					
Общая трудоемкость час	144				144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4				4

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Введение. Задача оценки ЭМС РЭС.	4	8	6	0	8	26	ПК-12, ПК-18

Согласована на портале № 311

2.	Методы обеспечения ЭМС РЭС.	3	0	2	0	8	13	ПК-12, ПК-18
3.	Индустриальные радиопомехи.	2	0	2	0	3	7	ПК-12, ПК-18
4.	Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне.	2	0	0	0	10	12	ПК-12, ПК-18
5.	Экономические методы управления использованием РЧС.	2	0	0	0	10	12	ПК-12, ПК-18
6.	Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа.	2	4	2	0	9	17	ПК-12, ПК-18
7.	Организация службы радиоконтроля.	2	0	0	0	10	12	ПК-12, ПК-18
8.	Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи	3	0	0	0	0	3	ПК-12, ПК-18
9.	Основные положения электродинамики направляющих систем	3	0	0	0	4	7	ПК-12, ПК-18
10.	Электрические линии связи: коаксиальный кабель и симметричные линии связи и их характеристики	3	4	3	0	3	13	ПК-12, ПК-18
11.	Полосковые, микрополосковые, компланарные и щелевые линии связи	3	4	3	0	3	13	ПК-12, ПК-18
12.	Базовые сведения о структурированных кабельных системах	3	0	2	0	4	9	ПК-12, ПК-18

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Введение. Задача оценки ЭМС РЭС.	Введение. Цели, задачи и структура дисциплины. Задача оценки ЭМС РЭС. Непреднамеренные помехи и каналы их проникновения. Критерии ЭМС для различных радиослужб. Характеристики и параметры радиопередающих, радиоприемных и антенно-фидерных устройств, влияющие на ЭМС РЭС и их нормирование. Основные механизмы распространения полезных и помеховых сигналов. Расчет необходимой ширины полосы излучения различных сигналов. Запись обозначения типа сигнала.	4 ч.	ПК-12, ПК-18
2.	Методы обеспечения ЭМС РЭС.	Методы определения защитных отношений. Принципы определения видов и значений критериев ЭМС для различных радиослужб. Расчет защитных отношений для РЭС различных типов с различными видами сигналов. Особенности определения норм ЧТР для аналоговых и цифровых систем. Особенности определения норм ЧТР для систем сотовой подвижной связи. Расчет территориального разноса между РЭС различных типов с различными видами сигналов.	3 ч.	ПК-12, ПК-18
3.	Индустриальные радиопомехи.	Классификация индустриальных радиопомех и их нормирование. Измеряемые параметры индустриальных радиопомех. Основные нормативные документы по индустриальным радиопомехам.	2 ч.	ПК-12, ПК-18

Согласована на портале № 311

4.	Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне.	Цели и задачи управления использованием РЧС на международном уровне. МСЭ как подразделение ООН, его структура, задачи и функции. Международный Регламента радиосвязи. Деление территории земного шара на районы и зоны. Категории радиослужб и распределений. Международная таблица распределения частот. Нормативно-правовая база, основные положения Международного Регламента радиосвязи . Цели и задачи управления использованием РЧС в РФ. Организационно-правовые основы управления использованием РЧС в РФ. Цели, задачи и функции ГКРЧ. Задачи, функции и структура радиочастотной службы. Назначение, структура и основные положения Регламента радиосвязи РФ. Основные направления государственной технической политики управления использованием РЧС в РФ.	2 ч.	ПК-12, ПК-18
5.	Экономические методы управления использованием РЧС.	Роль и место экономических методов в общей структуре управления использованием РЧС. Применение экономических методов с целью повышения эффективности использования РЧС. Обзор международной практики и анализ действующей нормативно-правовой базы РФ по взиманию платы за использование РЧС	2 ч.	ПК-12, ПК-18
6.	Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа.	Назначение частотных каналов для РЭС. Принципы и методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа. Модель Окамура-Хата. Частотное планирование сетей сотовой подвижной связи. Оценка эффективности использования РЧС в сетях радиосвязи и радиодоступа. ЭМС наземных и космических радиослужб	2 ч.	ПК-12, ПК-18
7.	Организация службы радиоконтроля.	Роль и место радиоконтроля в системе управления использованием РЧС. Цели, задачи и объекты радиоконтроля. Отечественная система радиоконтроля. Методы измерения характеристик сигналов систем радиосвязи и радиодоступа. Пеленгация и определение местоположения источников излучений.	2 ч.	ПК-12, ПК-18
8.	Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи	Общие принципы построения сетей электросвязи РФ. Первичная и вторичная сети связи. Основные виды кабельных линий связи, используемые в магистральных, внутризоновых и местных сетях связи . Их достоинства и недостатки по сравнению с радиолиниями.	3 ч.	ПК-12, ПК-18
9.	Основные положения электродинамики направляющих систем	Исходные уравнения электродинамики. Электромагнитное поле и его характеристики. Энергия электромагнитного поля. Электромагнитные процессы в проводниках и диэлектриках. Поверхностный эффект. Направляемые электромагнитные волны. Исходные принципы расчета направляющих систем.	3 ч.	ПК-12, ПК-18
10.	Коаксиальный кабель	Электромагнитные процессы в коаксиальной цепи. Первичные параметры коаксиального кабеля (КК). Вторичные параметры передачи коаксиальных кабелей. Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиальной цепи. Конструктивные неоднородности в коаксиальных кабелях. Виды коаксиальных кабелей. Расчет длины регенерационного участка коаксиального кабеля.	3 ч.	ПК-12, ПК-18

Согласована на портале № 311

11.	Симметричные линии связи	Электромагнитные процессы в симметричных кабелях. Первичные параметры симметричной цепи. Вторичные параметры симметричных кабелей (СК). Электромагнитные влияния между симметричными цепями. Принципы нормирования величин переходного затухания. Виды симметричных кабелей. Расчет регенерационного участка симметричного кабеля. Сеть абонентского доступа на медных кабелях.	3 ч.	ПК-12, ПК-18
12.	Структурированные кабельные системы	Основные определения СКС. Используемые линии связи. Электрические характеристики кабелей СКС.	3 ч.	ПК-12, ПК-18

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины													
1.	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства						+						
2.	Радиоприемные устройства защищенных систем связи							+					
3.	Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа					+							
4.	Электромагнитные поля и волны							+	+	+	+	+	+
5.	Теория электрических цепей											+	
6.	Электроника												+
7.	Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей								+				
8.	Общая теория связи								+				
Последующие дисциплины (отсутствуют)													

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-12	+	+	+		+	Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, проверка расчётного задания
ПК-18	+	+	+		+	Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, проверка расчётного задания

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

Согласована на портале № 311

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические /семинарские Занятия (час)	Лабораторный практикум	Всего
Презентация с использованием вспомогательных средств с обсуждением	3	0	0	3
Разминка	1	0	0	1
Дискуссия	0	1	0	1
Кейс-метод	0	1	0	1
Работа в малых группах	0	0	2	2
Итого интерактивных занятий	4	2	2	8

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**2**	Экранирование узлов радиоэлектронных устройств	4	ПК-12, ПК-18
2.	**6**	Исследование ЭМО в городских условиях	4	ПК-12, ПК-18
3.	**9**	Исследование передаточных характеристик коаксиальных и симметричных линий связи	4	ПК-12, ПК-18
4.	**10.**	Измерение волновых параметров линий связи радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры	4	ПК-12, ПК-18
5.	**11**	Исследование индуцированных помех в линиях связи	4	ПК-12, ПК-18

8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**1**	Расчёт параметров непреднамеренных радиопомех РЭС	2	ПК-12, ПК-18
2.	**1**	Расчёт параметров антенн, влияющих на ЭМС и ЭМО	2	ПК-12, ПК-18
3.	**1**	Расчёт характеристик радиоприёмников, влияющих на их ЭМС	2	ПК-12, ПК-18
4.	**2**	Расчёт ЭМС между РЭС различных типов	2	ПК-12, ПК-18
5.	**3**	Расчёт уровня индустриальных радиопомех	2	ПК-12, ПК-18
6.	**6**	Расчёт РРВ в городских условиях	2	ПК-12, ПК-18
7.	**9**	Расчет первичных, вторичных параметров КК и длины регенерационного участка	2	ПК-12, ПК-18
8.	**10**	Расчет первичных, вторичных параметров СК и длины регенерационного участка	2	ПК-12, ПК-18
9.	**10**	Расчет длины элементарного кабельного участка	2	ПК-12, ПК-18

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы (Опрос,

Согласована на портале № 311

					тест, дом.задание, и т.д)
1.	**2, 6, 9, 10, 11**	Подготовка к лабораторной работе	5	ПК-12, ПК-18	Отчёт, защита лаб.раб.
2.	**1-12**	Проработка лекционного материала	36	ПК-12, ПК-18	Опрос на практических и лекционных занятиях
3.	**1, 2 ,3, 6, 9, 10**	Подготовка к практическим занятиям	6	ПК-12, ПК-18	Опрос на занятиях
4.	**4 ,5, 7, 9, 12**	Самостоятельное изучение тем теоретической части	5	ПК-12, ПК-18	Проверка конспектов
5.	**1-12**	Подготовка и сдача экзамена	20	ПК-12, ПК-18	Экзамен

Темы для самостоятельной проработки:

1. Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне.
2. Экономические методы управления использованием РЧС.
3. Система управлением РЧС Российской Федерации
4. Компоненты станций радиоконтроля.
5. Электрические компоненты СКС.
6. Проектирование электрических линий связи.

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Не предусмотрено учебным планом

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
Посещение лекций	5	5	5	**15**
Практические работы	10	10	10	**30**
Лабораторные работы	10	10	10	**30**
Проверка конспектов по темам для самостоятельного изучения	5	5	3	**13**
Компонент своевременности	4	4	4	**12**
Итого максимум за период:	**34**	**34**	**32**	**100**
Нарастающим итогом	**34**	**68**	**100**	**100**

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

Согласована на портале № 311

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учеб. пособие., 2-е изд, допол. / Ефанов В.И., Тихомиров А.А. – Томск: Том. Гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012 . – 229 с. (23 экз.)
   Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/748
2. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под редакцией А.М. Рембовского. – М: Горячая линия – Телеком, 2012. – 640 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/5188/
3. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л. И. Шангина. –Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 223 с.
   Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/715

12.2 Дополнительная литература

4. Т.Р. Газизов. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебн. пособие. – Томск: "ТЛМ-Пресс", 2007. – 256 с. (50 экз. в библ.)
5. В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебн. пособие. – Томск: ТУСУР, 2004. – 298 с. (22 экз. в библ.)
6. Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения. – М.: ГКРЧ, 2002.
   Режим доступа: http://minsvyaz.ru/common/upload/normi_19-13.docx
7. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 1. Электрические линии связи: Учебное пособие. – Томск, 2007. – 182 с. (**25** экз. в библ.)
8. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация / Под ред. Андреева. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 424 с.: ил. . (**10** экз. в библ.)

12.3. Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим занятиям, самостоятельной работе:

9. Экранирование узлов радиоэлектронных устройств: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спек / Тихомиров А. А., Ефанов В. И., Попков А. Ю. – 2013. 17 с.
   Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3604
10. Измерение волновых параметров линий связи радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» / Коваленко Е. С., Попков А. Ю., Тихомиров А. А. – 2013. 22 с.

Согласована на портале № 311

Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3606

11. Исследование индуцированных помех в линиях связи: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром / Замотринский В. А., Тихомиров А. А., Попков А. Ю. – 2013. 19 с .Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3605
12. Методические указания по самостоятельной проработке материала приведены в Учебном пособии [4]. По разделам 1 и 2 табл. 5.1 – на стр. 39-138; по разделу 3 табл. 5.1 – на стр. 164-172, по разделу 4 табл. 5.1 – на стр. 264-292.
13. Методические указания для проведения практических занятий приведены в Учебном пособии [1]. По разделам 1 и 2 табл. 5.1 – на стр. 37-48, 69-86; по разделу 3 табл. 5.1 – на стр. 49-68, 129-131.

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

14. Нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций РФ – www.minsvyaz.ru
15. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи – МСЭ-Т: html://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория каф. СВЧиКР в ауд. 328 располагает необходимым оборудованием для проведения лабораторного практикума.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекционные занятия

Лекции проводятся в составе потока в стандартной (объяснительно-наглядной форме), По возможности лекции следует проводить с применением ПК с проектором, что существенно улучшает их динамику. При этом с учетом современных возможностей, желательно обеспечивать слушателей раздаточным материалом на конкретную лекцию. Этот материал должен носить иллюстративный характер (схемы, графики) и не подменять конспекта, который студент должен составлять самостоятельно.

Практические занятия

Все практические занятия следует проводить фронтальным методом в составе учебной группы. На этих занятиях возможно использование фрагментов имитационно-деловой игры, для чего в начале занятия учебная группа условно должна быть поделена на несколько «мини инженерных бригад». В каждой «мини инженерной бригаде» наиболее успевающий студент должен играть роль «ведущего инженера», а остальные – роли «инженеров-расчетчиков». Каждой «мини инженерной бригаде» в начале расчетной части занятия выдается «мини техническое задание» на проведение расчетов по анализу наличия или отсутствия ЭМС между конкретными типами РЭС, которое для каждой «мини инженерной бригады» отличается исходными данными, а также параметрами и характеристиками РЭС. Каждая «мини инженерная бригада», используя соответствующий математический аппарат, производит необходимые для выполнения «мини технического задания» инженерно-технические расчеты. Преподаватель дополнительно активизирует творческое мышление студентов, предлагая им найти возможные пути достижения ЭМС между конкретными РЭС в случае, если по результатам расчетов окажется, что критерий ЭМС не выполняется. В процессе творческой дискуссии в каждой «мини инженерной бригаде» «инженеры-расчетчики» и «ведущий инженер» обсуждают пути достижения ЭМС, после чего «ведущий инженер» формулирует и высказывает окончательное ее решение. В случае необходимости преподаватель оказывает студентам консультативную помощь.

Согласована на портале № 311

Практические занятия №№1-4 и 6 проводятся в стандартной аудитории, рассчитанной на одну учебную группу. Первую расчетную задачу у доски должен решать преподаватель, подробно комментируя ход ее решения. Остальные расчетные задачи каждая «мини инженерной бригада» решает самостоятельно по индивидуальному заданию.

Практическое занятие №5 следует проводить в компьютерном классе, используя оригинальную методику и программы. Можно рекомендовать установку оригинальных программ на ПК слушателей и выполнять ряд задач дома. В этом случае в классе основное внимание концентрируется на методике использования названных программ.

Для обеспечения требуемого уровня усвоения студентами основ теории ЭМС, творческого подхода при изучении ими соответствующего учебного материала, необходимо должным образом организовать самостоятельную работу студентов, которая выполняется ими в объеме, выделяемом настоящей примерной программой (см. пункт 4). В рамках самостоятельной работы студенты должны прорабатывать курс прослушанных лекций, решать задачи, поставленные преподавателем на практических занятиях и готовиться к очередным практическим занятиям.

Согласована на портале № 311

Приложение к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е. Троян**
«30» 06 **2016 г.**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

КОМПОНЕНТЫ ЛИНИЙ СВЯЗИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНЫМ СПЕКТРОМ

Уровень основной образовательной программы Бакалавариат

Специальность 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Специализация – Системы радиосвязи и радиодоступа

Форма обучения очная

Факультет Радиотехнический

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Курс четвёртый **Семестр** восьмой

Учебный план набора 2016 и последующих годов

Зачет _____ **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен восьмой **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 311

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Печень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закреплённых за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-12	готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	***Должен знать*** тенденции развития в области контроля соответствия радиоэлектронных средств и технической документации государственным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; основные понятия электромагнитной совместимости; основные нормативные документы в области электромагнитной совместимости; основы регулирования электромагнитной совместимости мировыми и государственными органами радиоконтроля и управления радиочастотным спектром; ***Должен уметь:*** провести оценку радиоэлектронного средства и технической документации на соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи ***Должен владеть:*** первичными навыками анализа технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;
ПК-18	способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	***Должен знать*** основы экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; ***Должен уметь***

Согласована на портале № 311

		организовывать и проводить экспериментальные испытания радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; давать рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствие со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи ***Должен владеть:*** Основными методами организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;

2. Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-12

ПК-12: готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	тенденции развития в области контроля соответствия радиоэлектронных средств и технической документации государственным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; основные понятия электромагнитной совместимости; основные нормативные документы в области электромагнитной	провести оценку радиоэлектронного средства и технической документации на соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи	первичными навыками анализа технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;

Согласована на портале № 311

	совместимости; основы регулирования электромагнитной совместимости мировыми и государственными органами радиоконтроля и управления радиочастотным спектром;		
Виды занятий	Лекции Самостоятельная работа студентов	Лекции Практические занятия Тестовая контрольная работа Самостоятельная работа студентов	Практические занятия Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.	Проверка домашних заданий по практикам Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.	Проверка домашних заданий по практикам Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	- фактические и теоретические основы тенденций развития в области контроля	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку,

Согласована на портале № 311

	соответствия радиоэлектронных средств и технической документации государственным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - основные понятия электромагнитной совместимости; - основные нормативные документы в области электромагнитной совместимости; - фактические и теоретические основы регулирования электромагнитной совместимости мировыми и государственными органами радиоконтроля и управления радиочастотным спектром;	творческих решений, абстрагирования проблем в области проведения оценки радиоэлектронного средства и технической документации на соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем при использовании нормативной и правовую документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи	совершенствует действия при анализе технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;
Хорошо (базовый уровень)	- факты, принципы, процессы, общие понятия о тенденциях развития в области контроля соответствия радиоэлектронных средств и технической документации государственным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - факты, принципы, процессы, общие и основные понятия электромагнитной совместимости; - факты, принципы, процессы, общие понятия об основных нормативных документах в области электромагнитной совместимости; - факты, принципы, процессы, общие понятия об основах регулирования электромагнитной совместимости мировыми и государственными органами радиоконтроля и управления радиочастотным спектром;	-Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области проведения оценки радиоэлектронного средства и технической документации на соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем при использовании нормативной и правовую документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем при анализе технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	- базовые общие понятия о тенденциях развития в области контроля	-Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 311

	соответствия радиоэлектронных средств и технической документации государственным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - базовые общие понятия электромагнитной совместимости; - имеет представление об основных нормативных документах в области электромагнитной совместимости; - имеет представление об основах регулирования электромагнитной совместимости мировыми и государственными органами радиоконтроля и управления радиочастотным спектром;	простых задач в области проведения оценки радиоэлектронного средства и технической документации на соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области электромагнитной совместимости; - Обладает основными умениями, требуемыми для решения определенных проблем при использовании нормативной и правовую документации, характерной для области инфокоммуникационны х технологий и систем связи	при анализе технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;

2.2 Компетенция ПК-18

ПК-18: Способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;	организовывать и проводить экспериментальные испытания радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; давать рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствие со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.	Основными методами организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;

Согласована на портале № 311

		определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи	
Виды занятий	Лекции Групповые консультации Самостоятельная работа студентов	Лекции Практические занятия Контрольные работы Тестирование Самостоятельная работа студентов	Практические занятия Контрольные работы Тестирование Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.	Проверка домашних заданий по практикам Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.	Проверка домашних заданий по практикам Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	фактические и теоретические основы экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и нацио-	-Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений и абстрагирования проблем с целью организовывать и проводить экспериментальные испытания радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия при использовании основных методов организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с

Согласована на портале № 311

	нальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;	технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; -Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений и абстрагирования проблем с целью давать рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствие со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами. - Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений и абстрагирования проблем с целью определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи	целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;
Хорошо (базовый уровень)	факты, принципы, процессы, общие понятия основ экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;	-Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; -Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем, чтобы давать рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствие со стандартами, техническими условиями и	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам при использовании основных методов организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;

Согласована на портале № 311

		другими нормативными документами. - Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем, чтобы определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями об основах экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;	-Обладает основными умениями, требуемыми для организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; - Обладает основными умениями, требуемыми для дачи рекомендаций по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствие со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами. - Обладает основными умениями, требуемыми для определения и измерения передаточных характеристик направляющих сред электросвязи	Работает при прямом наблюдении при использовании основных методов организации и проведения экспериментальных испытаний радиоэлектронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости;

Согласована на портале № 311

3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

3.1. Тестовые задачи

В каждом тесте необходимо отметить один правильный ответ.

Вопрос	Варианты ответов			
1. Перевести значение мощности передатчика 100 кВт в уровень мощности, дБВт.	20 дБВт	30 дБВт	40 дБВт	50 дБВт
2. Какому уровню мощности соответствует выходная мощность передатчика в 1 кВт?	10 дБВт	20 дБВт	30 дБВт	40 дБВт
3. Каков уровень напряженности поля на выходе РПДУ в дБВ/м, если напряженность поля составляет 20000 В/м?	20 дБВ/м	43 дБВ/м	86 дБВ/м	100 дБВ/м
4. Определить напряженность поля на выходе РПДУ в В/м, если уровень напряженности составляет 40 дБВ/м.	40 В/м	100 В/м	1 кВ/м	10 кВ/м
5. Какой напряженности поля в локальной области соответствует уровень ЭМО в 1 дБВ/м?	0,55 В/м	0,891 В/м	1,122 В/м	1,223 В/м
6.Какой плотности мощности в локальной области соответствует уровень ЭМО в 10 дБВт/м^2?	1 Вт/м^2	10 Вт/м^2	20 Вт/м^2	30 Вт/м^2
7.Выразите значение напряжения 1 мкВ в дБВ.	–60 дБВ	–100 дБВ	–120 дБВ	–180 дБВ
8.Выразите значение напряжения 1 нВ в дБВ.	–60 дБВ	–100 дБВ	–120 дБВ	–180 дБВ
9.Чему равна чувствительность радиоприемника в мВ, если уровень его чувствительности составляет –20 дБмВ?	0,1 мВ	0,2 мВ	0,316 мВ	0,4 мВ
10.Чему равна чувствительность радиоприемника в мкВ, если уровень его чувствительности составляет –100 дБмкВ?	5 мкВ	10 мкВ	15 мкВ	20 мкВ
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.Какова частота зеркального канала радиоприемника, если промежуточная частота равна 1 МГц, частота гетеродина – 50 МГц?	50 МГц	51 МГц	52 МГц	53 МГц
13.Какое значение побочного комбинационного излучения РПДУ будет наиболее близким к рабочей частоте передатчика, если частота задающего генератора $f_{з.г}$ = 55 МГц, коэффициент умножения частоты k = 4?	110 МГц	165 МГц	275 МГц	495 Мгц
14.Какие частоты интермодуляционных излучений могут быть на выходе общей антенны двух РПД с частотами f_1 = 100 МГц и f_2 = 150 МГц?	50 МГц	100 МГц	125 МГц	150 МГц
15.Чему равна частота зеркального канала приема, если частота настройки приемника равна 105 МГц, а частота гетеродина 105,5 МГц?	104,5 МГц	105,0 МГц	106,0 МГц	106,5 МГц
16.Чему равна частота побочного канала на ближайшей субгармонике зеркальной частоты приемника, при f_{0R} = 105 МГц, $f_{п.ч}$ = 0,5 МГц?	51,5 МГц	52,5 МГц	53,0 МГц	53,5 МГц
17.Чему равен коэффициент прямоугольности $П_{60}$, если математическая модель характеристики частотной избирательности может быть представлена в виде:	3	4	5	6

Согласована на портале № 311

$d(\Delta f)=\begin{cases}0 & \text{при } \lvert\Delta f\rvert \le 4{,}5 \text{ кГц;}\\ 85{,}84\lg(\Delta f/4{,}5) & \text{при } \lvert\Delta f\rvert \ge 4{,}5 \text{ кГц.}\end{cases}$				
18.На какой частоте сильная интермодуляционная помеха может повлиять на работу радиоприемника, если его частота настройки f_{0R} = 105 МГц, и на его входе действует еще одна помеха с частотой 55 МГц?	30 МГц	40 МГц	45 МГц	50 МГц
19. Среднее значение плотности потока мощности плоской электромагнитной волны в вакууме составляет 4 Вт/м2. Определить амплитудное значение у-й проекции вектора напряженности магнитного поля.	0,14 А/м	1,12 А/м	0,14 мА/м	0,014 А/м
20. Чему равен коэффициент затухания кабеля 1,2/4,6 (МКТ-4), если на нем работает система передачи данных ИКМ-480 (поток Е3). Расчет произвести на полутактовой частоте. Необходимые справочные данные: внутренний проводник — медный провод с радиусом 0,6 мм; изоляция — баллонно-полиэтиленовая (ε = 1,22; tg δ = 1,5); внешний проводник — медный с радиусом 2,3 мм и толщиной 1 мм. На кабеле работает цифровая система передачи данных ИКМ-480 — частота передачи 30 МГц.	153,1	20,3	0,23	4,6
21. Чему равно волновое сопротивление кабеля на частоте 100 МГц, с диаметром медной жилы 0,511 мм, тип изоляции (РЕ), ε = 2,3; tg δ = 3,1*10:-4	100 Ом	55 Ом	47 Ом	5 Ом

3.2. Темы домашних заданий

1. Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне.
2. Экономические методы управления использованием РЧС.
3. Система управлением РЧС Российской Федерации
4. Компоненты станций радиоконтроля.

3.3. Темы самостоятельной работы

Совпадают с приведёнными в пункте 3.2. домашних заданий.

3.4 Задачи для проведения контрольных работ

1. Моделью какого лепестка диаграммы направленности антенны будет описываться коэффициент усиления передающей антенны при взаимодействии РЭС1 (передатчик) и РЭС2 (приемник), если ширина диаграммы направленности главного лепестка передатчика составляет α_T = 5°, β_T = 5°; азимутальный сектор сканирования $\Delta\theta_T$ = 300°, направление центра сектора сканирования θ_T = 5°; угломестный сектор сканирования $\Delta\varphi_T$ = 30°; направление центра этого сектора φ_T = 15°; направление передатчик-приемник в горизонтальной плоскости θ_{TR} = 90°, в вертикальной плоскости – φ_{TR} = 20°?

2. Определить, сколько субгармоник может существовать в побочных излучениях передатчика, если коэффициент умножения частоты равен 8?

3. Определить энергетический потенциал радиолинии, если эффективная изотропно излучаемая мощность передатчика $P_{\text{ЭИИМ}}$ = 400 Вт; коэффициент усиления главного лепестка приемного устройства $G_{\text{РП}}$ = 25 дБ; шумовая температура приемной системы $T_{\text{ш}}$ = 500 К; потери в приемном тракте $L_{\text{рп}}$ = 3 дБ; ширина полосы частот приемного тракта Δf = 10 МГц; отношение сигнал-шум на входе приемного тракта $(P_{\text{с}}/P_{\text{ш}})_{\text{вх.тр.}}$ = 10; постоянная Больцмана $k = 1{,}38\cdot 10^{-23}$ Дж/К.

4. Какой должна быть ширина полосы основного канала приемного устройства, если не-

Согласована на портале № 311

стабильность несущей частоты передатчика составляет $\Delta f = 1$ кГц, а необходимая ширина полосы сигнала, излучаемая передатчиком составляет $f_p = 15$ кГц?

5. Определить коэффициент развязки передающей и приемной антенн, расположенных на подвижном объекте, если передатчик, имеющий мощность $P_{РПД} = 10$ кВт, создает на входе радиоприемника мощность $P_{РП} = 10^{-10}$ Вт.

6. Рассчитать первичные и вторичные параметры для магистрального и зонового коаксиального кабеля (КК). Построить графики зависимости R, L, C, G от f, а также $Z_В$ и α от f. Определить величину отклонения параметров кабеля $\Delta\varepsilon$, Δd, ΔD, если $\Delta Z_В = \pm 0{,}45$ Ом. Вычислить длину регенерационного участка, если линейный код передачи HDB3.

	Марка кабеля	d/D	Тип изоляции	Система передачи
1	КМ-4	2,64/9,4	Полиэтилен ε=1,13; $tg\delta=0{,}8\cdot10^{-4}$	ИКМ-480
2	КМ-6/8	2,54/9,6	Полиэтилен ε=1,13; $tg\delta=0{,}8\cdot10^{-4}$	ИКМ-1920
3	ВКПА	2,14/9,7	Балонно-полиэтиленоваяε=1,22; $tg\delta=1{,}5\cdot10^{-4}$	ИКМ-120
4	МКТ-4	1,2/4,6	Пористый полиэтиленε=1,5; $tg\delta=3\cdot10^{-4}$	ИКМ-480

7. Рассчитать первичные и вторичные параметры для магистрального, зонового и местного симметричного кабеля. Построить графики зависимости R, L, C, G от f, а также $Z_В$ и α от f. Вычислить длину регенерационного участка.

Вариант	Тип кабеля	Диаметр жилы, мм	Верхняя частота, МГц	Тип изоляции	ε	tgδ 10^{-4}, на $f_В$	Толщина изоляции, мм	Диаметр корделя, мм
1	МКС	0,9	0,252	кп	1,2	20	0,12	0,8
2		1,0	0,5			28	0,15	
3		1,1	0,525			30	0,18	0,6
4		1,2	0,792			50	0,2	0,7
5	ТПП	0,32	0,252	сп	2,0	38	0,18	-
6		0,4	0,252			38	0,2	
7		0,5	0,525			50	0,25	
8		0,64	0,792			80	0,3	
9	КСП	0,4	0,252			38	0,25	
10		0,5	0,525			50	0,3	
11		0,64	1			95	0,35	
12		0,9	2			110	0,9	

3.5. Перечень вопросов на экзамен

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.

Согласована на портале № 311

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.
34. Основные тенденции развития электрической связи РФ.
35. Принципы построения сети связи страны, междугородней, внутризоновой, городской и абонентской телефонной сети.
36. Основные требования к линиям связи.
37. Дайте определение понятия «направляющие системы» и объясните их роль в создании проводных каналов связи.
38. Что представляет собой первичная сеть?
39. Какие составляющие образуют транспортную сеть?
40. Какие составляющие образуют сеть доступа?
41. Каково назначение сети управления электросвязью?
42. Запишите уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
43. Назовите физический смысл уравнений Максвелла.
44. Перечислите электромагнитные процессы в проводниках и диэлектриках.
45. В чём отличие между проводниками и диэлектриками?
46. Исходные принципы расчета направляющих систем.
47. Какие классы и типы волн действуют в направляющих системах?
48. Сравните различные режимы передачи по направляющим системам (квазистационарный, электромагнитный, квазиоптический).
49. Что такое поверхностный эффект, как его учитывают?
50. Объясните физические процессы при распространении электромагнитной энергии по двухпроводным цепям. Назовите первичные параметры передачи.
51. Какие физические процессы происходят в диэлектриках направляющих систем?
52. Приведите расчетные соотношения и частотные зависимости проводимости изоляции и емкости коаксиальных цепей.
53. Дайте определение волнового сопротивления и коэффициента распространения однородной цепи.
54. Нарисуйте частотную зависимость волнового сопротивления, коэффициента затухания и фазы НС.
55. Из каких соображений определяется длина регенерационного участка коаксиального кабеля для ЦСП?
56. Какие существуют оптимальные соотношения диаметров проводников в коаксиальных кабелях?

Согласована на портале № 311

57. Чем определяется пробивная прочность кабеля?
58. Чем ограничен рабочий диапазон частот коаксиальной линии связи?
59. От чего зависит предельная мощность, передаваемая по коаксиальному кабелю?
60. От каких параметров зависит затухание в коаксиальной линии связи?
61. От чего зависит длина регенерационного участка на КК?
62. Физический смысл эффекта близости
63. Дайте сравнение коаксиальных кабелей и симметричных линий связи
64. Переходное затухание на ближнем и дальнем концах, а также защищенность между цепями связи
65. Какие действуют нормы защищенности переходного затухания между цепями симметричных кабелей
66. В чем особенности частотной зависимости переходного затухания на ближнем и дальнем концах СЛ
67. Как определяется переходное затухание на ближнем и дальнем концах ЛС

4. Методические материалы

Для обеспечения учебного процесса и решения задач обучения используются совпадающие с пунктом 12 рабочей программы по дисциплине следующие методические материалы:

а) Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учеб. пособие., 2-е изд, допол. / Ефанов В.И., Тихомиров А.А. – Томск: Том. Гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012 . – 229 с. (23 экз.)
   Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/748
2. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под редакцией А.М. Рембовского. – М: Горячая линия – Телеком, 2012. – 640 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/5188/
3. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л. И. Шангина. –Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 223 с.
   Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/715

б) Дополнительная литература

4. Т.Р. Газизов. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебн. пособие. – Томск: "ТЛМ-Пресс", 2007. – 256 с. (50 экз. в библ.)
5. В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебн. пособие. – Томск: ТУСУР, 2004. – 298 с. (22 экз. в библ.)
6. Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения. – М.: ГКРЧ, 2002.
   Режим доступа: http://minsvyaz.ru/common/upload/normi_19-13.docx
7. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 1. Электрические линии связи: Учебное пособие. – Томск, 2007. – 182 с. (**25** экз. в библ.)
8. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация / Под ред. Андреева. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 424 с.: ил. . (**10** экз. в библ.)

в) Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим заня-

Согласована на портале № 311

тиям, самостоятельной работе:

9. Экранирование узлов радиоэлектронных устройств: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спек / Тихомиров А. А., Ефанов В. И., Попков А. Ю. – 2013. 17 с.
   Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3604
10. Измерение волновых параметров линий связи радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» / Коваленко Е. С., Попков А. Ю., Тихомиров А. А. – 2013. 22 с.
    Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3606
11. Исследование индуцированных помех в линиях связи: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по направлению 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы радиосвязи и радиодоступа, дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром / Замотринский В. А., Тихомиров А. А., Попков А. Ю. – 2013. 19 с .Режим доступа: http:// edu.tusur.ru/training/publications/3605
12. Методические указания по самостоятельной проработке материала приведены в Учебном пособии [4]. По разделам 1 и 2 табл. 5.1 – на стр. 39-138; по разделу 3 табл. 5.1 – на стр. 164-172, по разделу 4 табл. 5.1 – на стр. 264-292.
13. Методические указания для проведения практических занятий приведены в Учебном пособии [1]. По разделам 1 и 2 табл. 5.1 – на стр. 37-48, 69-86; по разделу 3 табл. 5.1 – на стр. 49-68, 129-131.

г) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

14. Нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций РФ – www.minsvyaz.ru
15. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи – МСЭ-Т: html://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm

Согласована на портале № 311