**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

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 радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 32 | 32 | часов |
| 2 | Практические занятия | 20 | 20 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 20 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 35071

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. СВЧиКР _____ А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф.
СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

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

Согласована на портале № 35071

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели 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».

### 1.2. Задачи дисциплины

– 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 ОПОП

Дисциплина «Компоненты линий связи, электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Общая теория связи, Распространение радиоволн и антенно фидерные устройства, Теория электрических цепей, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Разработка устройств для систем связи.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-12 готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-18 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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; основы экспериментальных испытаний радио-электронных средств с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области электромагнитной совместимости; общие принципы построения сетей электросвязи РФ; принципы расчета направляющих систем.

– **уметь** провести оценку радиоэлектронного средства и технической документации на

Согласована на портале № 35071

соответствие стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам 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.

– **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; первичными навыками анализа технических характеристик и параметров радиоэлектронных систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их электромагнитную совместимость;

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| Лекции | 32 | 32 |
| Практические занятия | 20 | 20 |
| Лабораторные работы | 20 | 20 |
| Самостоятельная работа (всего) | 36 | 36 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 13 | 13 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 15 | 15 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Введение. Задача оценки ЭМС РЭС. | 4 | 6 | 0 | 4 | 14 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 Методы обеспечения ЭМС РЭС. | 2 | 4 | 7 | 11 | 24 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 Индустриальные радиопомехи. | 2 | 2 | 0 | 3 | 7 | ПК-12, ПК-18 |

Согласована на портале № 35071

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне. | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-12, ПК-18 |
| 5 Экономические методы управления использованием РЧС. | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-12, ПК-18 |
| 6 Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа. | 2 | 2 | 0 | 3 | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| 7 Организация службы радиоконтроля. | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 8 Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-12, ПК-18 |
| 9 Основные положения электродинамики направляющих систем | 4 | 0 | 0 | 1 | 5 | ПК-12, ПК-18 |
| 10 Линии связи | 10 | 6 | 13 | 9 | 38 | ПК-12, ПК-18 |
| Итого за семестр | 32 | 20 | 20 | 36 | 108 | |
| Итого | 32 | 20 | 20 | 36 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 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 радио¬служб. 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 сиг¬налов. Запись обозначения типа сигнала. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Методы обеспечения ЭМС РЭС. | Методы определения защитных отношений. Принципы определения видов и значений критериев ЭМС для раз¬личных радиослужб. Расчет защитных отношений для РЭС различных типов с различными видами сигналов. Особен¬ности определения норм ЧТР для аналоговых и цифровых систем. Особенности определения норм ЧТР для систем сотовой подвижной связи. Расчет территориального раз¬носа между РЭС различных типов с различными видами сигналов. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 35071

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Индустриальные радиопомехи. | Классификация индустриальных радиопомех и их нормирование. Измеряемые параметры индустриальных радиопомех. Основные нормативные документы по индустриальным радиопомехам. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 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. Между¬народная 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 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 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 радио¬доступа. ЭМС наземных и космических радиослужб | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Современная электрическая связь и построение сетей | Общие принципы построения сетей электросвязи РФ. Первичная и вторичная сети связи. Основные виды кабельных линий связи, используемые в ма- | 2 | ПК-12, ПК-18 |

Согласована на портале № 35071

| | | | |
|---|---|---|---|
| электросвязи | гистральных, внутризоновых и местных сетях связи. Их достоинства и недостатки по сравнению с радиолиниями. | | |
| | Итого | 2 | |
| 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. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Линии связи | Электромагнитные процессы в линиях передачи. Первичные и вторичные параметры передачи. Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиальной цепи. Конструктивные неоднородности в линиях передачи. Виды линий передачи. Расчет длины регенерационного участка линии передачи. | 10 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | |
| 1 Общая теория связи | + | + | + | + | | | | | | |
| 2 Распространение радиоволн и антенно фидерные устройства | + | + | + | + | | | + | | | |
| 3 Теория электрических цепей | | | | | | | | | | + |
| 4 Электромагнитные поля и волны | | | | | | | + | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | |
| 1 Разработка устройств для систем связи | + | + | + | | | | | + | | + |

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

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

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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 35071

| Компетенции | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-12 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-18 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Методы обеспечения ЭМС РЭС. | Экранирование узлов радиоэлектронных устройств | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 7 | |
| 10 Линии связи | Исследование индуцированных помех в линиях связи | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| | Измерение волновых параметров линий связи радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры | 6 | |
| | Итого | 13 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Введение. Задача оценки ЭМС РЭС. | Расчёт параметров непреднамеренных радиопомех РЭС | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Расчёт параметров антенн, влияющих на ЭМС и ЭМО | 2 | |

Согласована на портале № 35071

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Расчёт характеристик радиоприёмников, влияющих на их ЭМС | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 2 Методы обеспечения ЭМС РЭС. | Расчёт ЭМС между РЭС различных типов | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Индустриальные радиопомехи. | Расчёт уровня индустриальных радиопомех | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа. | Расчёт РРВ в городских условиях | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 10 Линии связи | Расчет первичных, вторичных параметров линий передачи и длины регенерационного участка | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Расчет длины элементарного кабельного участка | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Введение. Задача оценки ЭМС РЭС. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Методы обеспечения ЭМС РЭС. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 3 Индустриальные радиопомехи. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |

Согласована на портале № 35071

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 3 | | |
| 4 Управление использованием РЧС на международном и национальном уровне. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 5 Экономические методы управления использованием РЧС. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 6 Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 7 Организация службы радиоконтроля. | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Итого | 2 | | |
| 8 Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 9 Основные положения электродинамики направляющих систем | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Линии связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-12, ПК-18 | Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Итого | 9 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 72 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Конспект самоподготов- | 5 | 5 | 10 | 20 |

Согласована на портале № 35071

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ки | | | | |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 10 | 20 |
| Тест | | | 30 | 30 |
| Итого максимум за период | 5 | 15 | 50 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 5 | 20 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748 (дата обращения: 28.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения. – М.: ГКРЧ, 2002. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://minsvyaz.ru/common/upload/normi_19-13.docx (дата обращения: 28.06.2018).

2. Т.Р. Газизов. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебн. пособие. – Томск: "ТЛМ-Пресс", 2007. – 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

Согласована на портале № 35071

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Экранирование узлов радиоэлектронных устройств: Руководство к лабораторной работе для подготовки бакалавров по аправлению 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3604 (дата обращения: 28.06.2018).
2. 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 спе / Тихомиров А. А., Замотринский В. А., Попков А. Ю. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3605 (дата обращения: 28.06.2018).
3. 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 спе / Тихомиров А. А., Попков А. Ю., Коваленко Е. С. - 2013. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3606 (дата обращения: 28.06.2018).
4. Электромагнитная совместимость РЭС: Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям, по курсовому проектированию и по самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1704 (дата обращения: 28.06.2018).

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 35071

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Лаборатория Микроволновой техники

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15
– Tracker PDF-XChange Viewer

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория Микроволновой техники

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

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

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);

Согласована на портале № 35071

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

Программное обеспечение:

– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15
– Tracker PDF-XChange Viewer

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/пере-

Согласована на портале № 35071

дачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. 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

Согласована на портале № 35071

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 fз.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 f1 = 100 МГц и f2 = 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

Согласована на портале № 35071

106,0 МГц
106,5 МГц

16.Чему равна частота побочного канала на ближайшей субгармонике зеркальной частоты приемника, при f0R = 105 МГц, fп.ч = 0,5 МГц?

51,5 МГц
52,5 МГц
53,0 МГц
53,5 МГц

21. Чему равно волновое сопротивление кабеля на частоте 100 МГц, с диаметром медной жилы 0,511 мм, тип изоляции (PE), ε = 2,3; tg δ = 3,1*10^-4

100 Ом
55 Ом
47 Ом
5 Ом

18.На какой частоте сильная интермодуляционная помеха может повлиять на работу радиоприемника, если его частота настройки f0 = 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 y-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

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Источники и рецепторы электромагнитных помех.
2. Сигналы и помехи в ЭМС РЭС.
3. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС.
4. Источники индустриальных помех.
5. Классификация излучений радиопередатчиков. Виды побочных излучений передатчика. Нормируемые параметры основного излучения радиопередатчика.
6. Параметры антенн, влияющие на ЭМС РЭС.
7. Основные и побочные каналы радиоприема.
8. Энергетический потенциал радиолинии.

Согласована на портале № 35071

9. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС.
10. Понятие радиочастотного ресурса, распределение частот в совокупности РЭС.
11. Международные организации распределения частот.
12. Международное регулирование использования радиочастот.
13. Распределение полос частот между радиослужбами.
14. ЭМС наземных и космических радиослужб.
15. ЭМС спутниковых систем связи.
16. Расчет космической линии связи.
17. Принципы расчета отношения полезного сигнала к мешающему на спутниковой ли-нии связи.
18. Понятия координационной зоны, координационного контура и расстояния.
19. Проблемы ЭМС спутниковых систем связи с наземными радиослужбами.
20. Критерии ЭМС для радиослужб и условия их выполнения.
21. Простые показатели ЭМС.
22. Групповые показатели ЭМС.
23. Обобщенные показатели ЭМС.

#### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

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.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Экранирование узлов радиоэлектронных устройств

Исследование индуцированных помех в линиях связи

Измерение волновых параметров линий связи радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры

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

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

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

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

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

Согласована на портале № 35071

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

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 35071