**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Электромагнитная совместимость

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 41 | 41 | часов |
| 2 | Практические занятия | 41 | 41 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 20 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 102 | 102 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 114 | 114 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6.0 | 6.0 | З.Е. |

Дифференцированный зачет: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 27568

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 16 от «29» 3 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Профессор Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ А. С. Шостак

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

профессор кафедры КИПР _____ Е. В. Масалов

доцент кафедры КИПР _____ Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 27568

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями требований электромагнитной совместимости при проектировании и эксплуатации конструкций современных электронных средств, включая объекты микро и наноэлектроники, при наличии непреднамеренных радиопомех естественного и искусственного происхождения.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов знания основных источников помех естественного и искусственного происхождения, особенностей их влияния на функционирование электронных средств, способов и методы борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Интегральные устройства радиоэлектроники, Научно-исследовательская работа, Теоретические основы электротехники.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Техническая электродинамика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств.

– **уметь** решать задачи по расчёту эффективности экранов и по расчёту фильтров.

– **владеть** методами борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и поме-хами, методами расчёта различных экранов и фильтров

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 102 | 102 |
| Лекции | 41 | 41 |
| Практические занятия | 41 | 41 |
| Лабораторные работы | 20 | 20 |
| Самостоятельная работа (всего) | 114 | 114 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | 20 |
| Проработка лекционного материала | 50 | 50 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 44 | 44 |
| Всего (без экзамена) | 216 | 216 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 216 |

Согласована на портале № 27568

| | | |
|---|---|---|
| Зачетные Единицы | 6.0 | 6.0 |

## 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | | |
| 1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС | 5 | 0 | 0 | 6 | 11 | ПК-1 |
| 2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости | 4 | 0 | 0 | 6 | 10 | ПК-1 |
| 3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов | 5 | 0 | 0 | 6 | 11 | ПК-1 |
| 4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС | 6 | 0 | 0 | 6 | 12 | ПК-1 |
| 5 Экранирование. Виды экранирования. | 6 | 0 | 10 | 15 | 31 | ПК-1 |
| 6 Методы устранения от высокочастотных помех | 6 | 15 | 10 | 33 | 64 | ПК-1 |
| 7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех | 4 | 13 | 0 | 21 | 38 | ПК-1 |
| 8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных. | 5 | 13 | 0 | 21 | 39 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 41 | 41 | 20 | 114 | 216 | |
| Итого | 41 | 41 | 20 | 114 | 216 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости | Применение системного подхода для оценки ЭМС. Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода. Системный - блочно-иерархический под- | 5 | ПК-1 |

Согласована на портале № 27568

| | | | |
|---|---|---|---|
| конструкций ЭС | ход. Система и подсистемы. Разделение ЭМС РЭС на внешнюю и внутреннюю ЭМСУровни разукрупнения РЭС. Принципы системного подхода: взаимозависимость системы и среды; открытость системы; ингерентность; множественность описания; целостность системы на основе частей, несводимость системы к сумме её элементов, целенаправленность системы); наличие в системах технических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы. | | |
| | Итого | 5 | |
| 2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости | Особенности измерений и испытаний в области ЭМС: широкий диапазон частот; широкий динамический диапазон уровней сигналов и помех; разнообразие спектров; разнообразие методов и методик измерений; требования к средствам измерения; использования метрологической аттестации; стандартизация методов, средств и методик измерений; широкая сфера методов и средств измерений; специфические средства измерений. Задачи измерений и испытаний в области ЭМС.- Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Портативный измерительный комплекс («НПФ Микран»). | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов | Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами.Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств. | 5 | ПК-1 |
| | Итого | 5 | |
| 4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС | Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств..Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств.Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность. | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 27568

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Экранирование. Виды экранирования. | Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. Экранирование высокочастотного магнитного поля. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Методы устранения от высокочастотных помех | Устранение высокочастотных помех в цепях питания.Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла. | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех | Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных. | Схема определения местоположения РЭС. Схема углового разноса системы связи с искусственного спутника Земли (ИСЗ) и радиорелейной линии (РРЛ).Использование поляризационных различий. Использование временного фактора. Методы временного бланкирования основаны. Структурная схема устройства защиты приемника от импульсной помехи. | 5 | ПК-1 |
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 41 | |

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Интегральные устройства радиоэлектроники | + | | + | | | + | + | |

Согласована на портале № 27568

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Научно-исследовательская работа | | | + | + | | | + | + |
| 3 Теоретические основы электротехники | | + | | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | + | + | | + | | + | |
| 2 Техническая электродинамика | + | | | | | + | + | |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 5 Экранирование. Виды экранирования. | Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта | 10 | ПК-1 |
| | Итого | 10 | |
| 6 Методы устранения от высокочастотных помех | Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева | 10 | ПК-1 |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 27568

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 6 Методы устранения от высокочастотных помех | Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов | 8 | ПК-1 |
| | Расчёт активного фильтра нижних частот | 7 | |
| | Итого | 15 | |
| 7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех | Расчёт активного фильтра верхних частот | 7 | ПК-1 |
| | Расчёт активного полосового фильтра | 6 | |
| | Итого | 13 | |
| 8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных. | Расчёт сглаживающих фильтров | 7 | ПК-1 |
| | Расчёт высокочастотных фильтров | 6 | |
| | Итого | 13 | |
| Итого за семестр | | 41 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС | Проработка лекционного материала | 6 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости | Проработка лекционного материала | 6 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов | Проработка лекционного материала | 6 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 6 | | |

Согласована на портале № 27568

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС | Проработка лекционного материала | 6 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Экранирование. Виды экранирования. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-1 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 15 | | |
| 6 Методы устранения от высокочастотных помех | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-1 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 7 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 33 | | |
| 7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | | |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Итого | 21 | | |
| 8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | ПК-1 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Итого | 21 | | |
| Итого за семестр | | 114 | | |
| Итого | | 114 | | |

Согласована на портале № 27568

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| Защита отчета | 7 | 7 | 10 | 24 |
| Конспект самоподготовки | 7 | 7 | 7 | 21 |
| Опрос на занятиях | 6 | 7 | 6 | 19 |
| Отчет по лабораторной работе | | 5 | 10 | 15 |
| Тест | 7 | 7 | 7 | 21 |
| Итого максимум за период | 27 | 33 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 27 | 60 | 100 | 100 |

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

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 27568

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Татаринов В. Н., Масалов Е. В., Шостак А. С., Козлов В. Г. - 2012. 171 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1256, дата обращения: 31.05.2018.
2. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277, дата обращения: 31.05.2018.

### 12.2. Дополнительная 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: 31.05.2018.
2. Ефанов В. И. Тихомиров А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: ТУСУР, 2004, 298 с., (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
3. Конструкции СВЧ устройств и экранов. / Под ред. А.М. Чернушенко. М.: Радио и связь, 1983, 400с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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: 31.05.2018.

#### 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. . Профессиональные базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: 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

Согласована на портале № 27568

демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

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

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

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

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Pentium (10 шт.);
- Стеклянная доска для мела;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- MicroCAP
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox

**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.;

Согласована на портале № 27568

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

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

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

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

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

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

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

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

## 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. Емкостное сопротивление поглощает сигнал: а) низкой частоты; б) высокой частоты; в) сверхвысокие частоты; г) сигналы радиочастот; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.

2. Причинами ложного отключения выключателя 220 кВ являются: а) перекрытие с ЗУ на цепи постоянного тока; б) импульсные помехи в цепях оперативного тока; в) импульсные помехи в сети постоянного тока более 2 кВ; г) помехи в цепях дискретных сигналов; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.

3. Один непер равен: а) 17,3 дБ; б) 0,115 дБ; в) 2,3 дБ; г) 8,686 дБ; д) все ответы не верны.

4. К мероприятиям по снижению магнитного влияния помехи не относятся: а) снижение до возможных пределов взаимной индуктивности за счет сокращения длины проводников, увеличение расстояния между сетевыми и информационными проводами, уменьшение площади контура,

Согласована на портале № 27568

подвергающегося влиянию; б) уменьшение площади контура, подвергающегося влиянию; в) уменьшение скорости изменения магнитного потока при помощи короткозамкнутой петли, расположенной непосредственно у контура; г) расположение контуров ортогонально; д) компенсация индуцированного в контуре напряжения скруткой проводов; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.

5. Эффективность экрана зависит: а) от конфигурации экрана; б) от геометрических размеров экрана; в) от частоты или скорости изменения поля; г) от магнитной проницаемости материала экрана; д) от амплитуды электромагнитного поля; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.

6.Расшифруйте аббревиатуру ЭМС РЭС 7. Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (генерирует- ся большая электромагнитная энергия, принятая энергия приводит к нежелательному поведению приемника, передача энергии очень эффективна, энергия полностью поглощается приемником). 8. Введите подходящее слово. У ЭМС есть три аспект: генерация, _____, прием электромагнитной энергии. 9. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (Своевременный, несвоевременный) учет ЭМС приводит к увеличению (качества, себестоимости) изделия и задержкам в графике его выпуска. 10 Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (позже, раньше) делаются затраты на ЭМС, тем они (меньше, больше) . 11. Выделите одну правильную букву в каждой скобке. Нормативы по ЭМС подразделяют вычислительные устройства на Класс (А, В) - бытовая среда и Класс (А, В) - промышленная среда. 12. Выбрать правильное сочетание вариантов: а, б, в, аб, ав, бв, абв. Система электромагнитно совместима, если она: а) не создает помех другим системам; б) не воспринимает помехи от других систем; в) не создает помех себе. 13. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Электромагнитная совместимость - это способность (отлично, хорошо, удовлетворительно) функционировать и не мешать работе других в данной (финансовой, экологической, электромагнитной, погодной) обстановке. 14. Самый низкий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) компонент; в) стойка; г) элемент. 15. Самый высокий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) система; в) стойка; г) элемент. 16. Координационное расстояние это: а) расстояние между двумя координатами; б) это расстояние координатой и реперной точкой; в) расстояние между двумя радиоустройствами, при котором возможна штатная работа каждого; г) расстояние между двумя точками на карте. 17. В дальней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию 18. В ближней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию. 19. Величина скин слоя зависит от :а) частоты; б) магнитной проницаемости; в)температуры материала; г) от проводимости.

20. Что называют приемлемой помехой: а) помеха принимается рецептором; б) помеха слабая; б) помеха номинальная по величине для данного устройства; г) помеха для данного комплекта аппаратуры, при котором сохраняются заявленные характеристики аппаратуры.

### 14.1.2. Темы опросов на занятиях

Особенности измерений и испытаний в области ЭМС: широкий диапазон частот; широкий динамический диапазон уровней сигналов и помех; разнообразие спектров; разнообразие методов и методик измерений; требования к средствам измерения; использования метрологической аттестации; стандартизация методов, средств и методик измерений; широкая сфера методов и средств измерений; специфические средства измерений. Задачи измерений и испытаний в области ЭМС. Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Портативный измерительный комплекс («НПФ Микран»).

Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами. Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств.

Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств.. Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных

Согласована на портале № 27568

устройств; антенно-фидерных устройств. Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность.

Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. Экранирование высокочастотного магнитного поля. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля. Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет

Устранение высокочастотных помех в цепях питания.Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления. Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла.

Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания.

Схема определения местоположения РЭС. Схема углового разноса системы связи с искусственного спутника Земли (ИСЗ) и радиорелейной линии (РРЛ). Использование поляризационных различий. Использование временного фактора. Методы временного бланкирования основаны. Структурная схема устройства защиты приемника от импульсной помехи.

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств.. Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств. Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательно

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта

Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева

### 14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета

Билет №1

1 Термины, относящиеся к электромагнитной совместимости (ЭМС).

2 Устранение высокочастотных помех в цепях питания.

Билет №2

1 Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода.

2 Заземление.

Билет №3

1 Пути обеспечения внутренней электромагнитной совместимости.

2 Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.

Билет №4

1 Пути обеспечения внешней электромагнитной совместимости.

2 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.

Билет №5

1 Решение вопросов обеспечения ЭМС РЭС в различных подразделениях базы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.

2 Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите.

Билет №6

1 Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС.

Согласована на портале № 27568

2 Электромагнитная обстановка вблизи высоковольтных линий передачи, вблизи железнодорожной контактной сети и вблизи высоковольтных установок

Билет №7

1 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями.

2 Обеспечение ЭМС РЭС на основе пространственных и временных факторов.

Билет №8

1 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.

2 Выбор мощностей передатчиков в группе радиоэлектронных средств.

Билет №9

1 Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС.

2 Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.

Билет №10

1 Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые параметры.

2 Какие устройства называют электрическими фильтрами?

Билет №11

1 Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС.

2 Какими параметрами описывают АЧХ фильтров?

Билет №12

1 Электростатическое экранирование.

2 Где используют фильтры?

Билет №13

1 Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля.

2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от частоты пропускания?

Билет №14

1 Экранирование высокочастотного магнитного поля.

2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от элементной базы?

Билет №15

1 Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.

2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости отфункционального назначения?

Билет №16

1 Общие сведения о фильтрах.

2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости отфункционального назначения?

Билет №17

1 Сглаживающие фильтры и их расчет.

2 В чём отличия АЧХ фильтров Чебышева и Баттерворта?

Билет №18

1 Высокочастотные фильтры и их расчет ( 3 ч).

2 В чём преимущества резистивно-емкостных фильтров перед индуктивно-емкостными фильтрами?

### 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, | Преимущественно письменная проверка |

Согласована на портале № 27568

| | | |
|---|---|---|
| | контрольные работы | |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

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

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

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

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

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 27568