**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 20 | 20 | часов |
| 2 | Практические занятия | 20 | 20 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 20 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 60 | 60 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 48 | 48 | 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 2017

Согласована на портале № 18655

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 40 от «12» 4 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ТУ _____ А. М. Заболоцкий

Заведующий обеспечивающей каф.
ТУ _____ Т. Р. Газизов

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РЗИ _____ А. С. Задорин

Эксперт:

Доцент каф. ТУ _____ А. Н. Булдаков

Согласована на портале № 18655

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Основными целями дисциплины являются: приобретение знаний, навыков и умений по анализу электромагнитной обстановки, выбору помехоподавляющих устройств, испытанию оборудования на помехоустойчивость, применение знаний в практической деятельности.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачи преподавания дисциплины – проведение лекционных, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы на уровне, обеспечивающем достижение поставленных целей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Основы теории цепей, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Теория вероятностей и математическая статистика, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства сверхвысокой частоты и антенны, Физика, Цифровые устройства и микропроцессоры, Электродинамика и распространение радиоволн, Электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** характеристики элементов радиоканала вне основных полос излучения и приема, принципы обеспечения совместной работы элементов аппаратуры, методы обеспечения электромагнитной совместимости, включая конструкторские, схемотехнические и структурно-функциональные

– **уметь** формулировать задачу анализа электромагнитной совместимости применительно к конкретной аппаратуре, применять методы анализа электромагнитной совместимости, включая аналитические методы, методы имитационного моделирования, экспериментальные методы

– **владеть** методами измерения параметров, определяющих электромагнитную совместимость, методами поиска путей воздействия помех

## 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) | 60 | 60 |
| Лекции | 20 | 20 |
| Практические занятия | 20 | 20 |
| Лабораторные работы | 20 | 20 |
| Самостоятельная работа (всего) | 48 | 48 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | 18 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |

Согласована на портале № 18655

| | | |
|---|---|---|
| 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Введение в ЭМС | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | ПК-1 |
| 2 Стандартизация в области ЭМС | 1 | 2 | 0 | 4 | 7 | ПК-1 |
| 3 Неидеальное поведение компонентов. | 2 | 2 | 4 | 6 | 14 | ПК-1 |
| 4 Заземление | 3 | 3 | 0 | 4 | 10 | ПК-1 |
| 5 Фильтрация | 3 | 3 | 3 | 8 | 17 | ПК-1 |
| 6 Конструирование монтажных соединений. | 3 | 6 | 9 | 12 | 30 | ПК-1 |
| 7 Экранирование | 4 | 4 | 4 | 12 | 24 | ПК-1 |
| 8 Устойчивость объектов и радиоэлектронной аппаратуры к воздействию электромагнитных факторов природного и техногенного происхождения. | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 20 | 20 | 20 | 48 | 108 | |
| Итого | 20 | 20 | 20 | 48 | 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 в ЭМС | История развития проблемы ЭМС. Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех. Аспекты и разделы ЭМС. | 1 | ПК-1 |

Согласована на портале № 18655

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 1 | |
| 2 Стандартизация в области ЭМС | Международные организации. Требования по ЭМС. Стандарты на излучаемые и кондуктивные эмиссии. Измерения на соответствие стандартам. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Неидеальное поведение компонентов. | Пассивные компоненты. Механические контакты. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Заземление | Основные цели и задачи заземления. Связь через общий импеданс земли. Системы заземления. Паразитные контуры заземления. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Фильтрация | Обеспечение ЭМС путем фильтрации. Синфазный и противофазный токи. Методы проектирования пассивных фильтров. Повышение помехозащищенности с помощью фильтров. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Конструирование монтажных соединений. | Особенности конструирования монтажных соединений. Расчет электрических параметров линий связи. Конструирование многослойных печатных плат с учетом требований внутриаппаратурной ЭМС. Помехи в одиночных линиях связи. Индуцированные помехи в линиях связи. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 7 Экранирование | Основы экранирования электротехнических устройств. Дальняя и ближняя зоны распространения электромагнитных полей. Экранирующие материалы и покрытия. Рекомендации по экранированию. Способы повышения эффективности экранирования. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Устойчивость объектов и радиоэлектронной аппаратуры к воздействию электромагнитных факторов природного и техногенного происхождения. | Молния. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Геомагнитные бури. Источники преднамеренных электромагнитных помех. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

**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.

Согласована на портале № 18655

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 Математика | | | | + | + | | + | |
| 2 Основы теории цепей | | | + | + | + | + | | + |
| 3 Схемотехника аналоговых электронных устройств | | | + | + | + | + | | + |
| 4 Теория вероятностей и математическая статистика | | | + | | + | | | + |
| 5 Устройства генерирования и формирования сигналов | | | | | + | | | + |
| 6 Устройства сверхвысокой частоты и антенны | | | | + | + | + | + | + |
| 7 Физика | | | + | + | + | + | + | + |
| 8 Цифровые устройства и микропроцессоры | | | + | | | | | |
| 9 Электродинамика и распространение радиоволн | | | | | | + | + | + |
| 10 Электроника | | | | | + | | | |

**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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, 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.

Согласована на портале № 18655

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 3 Неидеальное поведение компонентов. | Модели типовых пассивных компонентов с учетом паразитных параметров. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Фильтрация | Расчет эффективности фильтрации | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Конструирование монтажных соединений. | Помехи отражения в длинной линии связи | 3 | ПК-1 |
| | Индуцированные помехи в длинных линиях связи | 3 | |
| | Анализ печатных узлов с учётом паразитных параметров компонентов и их посадочных мест. | 3 | |
| | Итого | 9 | |
| 7 Экранирование | Анализ эффективности экранирования конструкций радиоэлектронной аппаратуры: металлическая пластина; корпус с апертурой. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 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 | | | |
| 2 Стандартизация в области ЭМС | Электромагнитные помехи. Межсистемные и внутрисистемные помехи. Понятие "электрического размера". Единицы измерения помех. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Неидеальное поведение компонентов. | Компоненты - источники помех. Элементная база электронных изделий и ее основные параметры. Эквивалентные схемы: реального резистора, реального конденсатора, реальной индуктивности. | 2 | ПК-1 |

Согласована на портале № 18655

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 2 | |
| 4 Заземление | Способы заземления. Заземление экранов. Полное сопротивление проводов заземления. Рекомендации по заземлению. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Фильтрация | Помехоподавляющие фильтры. Методы проектирования. Модальные фильтры. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Конструирование монтажных соединений. | Полное сопротивление печатного проводника. Выполнение заземления в печатных платах. Обобщенное представление линий связи на плате. Физические параметры модели линий связи. | 2 | ПК-1 |
| | Помехоустойчивость и помехозащищенность цифровых интегральных схем. Печатный монтаж. Проектирование шин питания на плате. | 2 | |
| | Помехи в одиночных линиях связи. Индуцированные помехи в линиях связи. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 7 Экранирование | Топология экранирующих систем. Экранирование кабелей. Концепция выполнения апертур в экранах. | 2 | ПК-1 |
| | Коэффициент экранирования. Эффективность экранирования. Взаимодействие через проводник. Скин-эффект в проводящих материалах. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 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 в ЭМС | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-1 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Стандартизация в | Подготовка к практиче- | 3 | ПК-1 | Контрольная работа, |

Согласована на портале № 18655

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| области ЭМС | ским занятиям, семинарам | | | Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 3 Неидеальное поведение компонентов. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Заземление | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Фильтрация | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Конструирование монтажных соединений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 7 Экранирование | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 8 Устойчивость объектов и радиоэлектронной | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-1 | Тест |

Согласована на портале № 18655

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| аппаратуры к воздействию электромагнитных факторов природного и техногенного происхождения. | Итого | 1 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 84 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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 | | | | |
| Контрольная работа | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 10 | 20 |
| Тест | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Итого максимум за период | 10 | 25 | 35 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 10 | 35 | 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) |

Согласована на портале № 18655

| | | |
|---|---|---|
| 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 / Ефанов В. И., Тихомиров А. А. – 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/748, дата обращения: 18.04.2017.
2. Акимов, М.Н. Основы электромагнитной безопасности. [Электронный ресурс] / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90166 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/90166
3. Новые решения для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата: моногр. / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов, И.Ф. Калимулин. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
4. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277, дата обращения: 18.04.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов.– Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Временной отклик многопроводных линий передачи. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 152 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)
3. Баскаков С.В. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов /С. И. Баскаков. - 2-е изд. - М. : ЛИБРОКОМ, 2012. - 154 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
4. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости : производственно-практическое издание / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. - М. : Радио и связь, 1989. - 222[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 216-221. - ISBN 5-256-00361-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
5. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств : научное издание / Алексей Дмитриевич Князев. - М. : Радио и связь, 1984. - 335, [1] с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 321-330. -Предм. указ.: с. 331-334. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)
6. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / В. И. Кравченко, Е. А. Болотов, Н. И. Летунова ; ред. В. И. Кравченко. - М. : Радио и связь, 1987. - 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совмести-

Согласована на портале № 18655

мости радиоэлектронной аппаратуры. 2006. 187 с. Электронный учебник (http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

3. Пособие по лабораторным занятиям: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 2010. 88 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\TALGAT.doc.) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Сайт кафедры ТУ http://tu.tusur.ru
2. Научно-образовательный портал ТУСУР http://edu.tusur.ru/
3. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система http://e.lanbook.com/

# 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и помежуточной аттестации используется учебная аудитория 222, с количеством посадочных мест не менее 22, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 2 этаж, ауд. 222. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьтеры WS2 – 8 шт.; телевизор Sumsung - 1 шт.; осциллограф G05-620 – 7 шт.; измерительная станция MS-9160 – 7 шт.; анализатор спектра С4-60; Осциллографы вычислительные комбинированные С9-11. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Windows 7 XP Professional SP3; Mathcad 13; Microsoft Office 2003; Microsoft Visual Studio 2005;Code Composer Studio 3.3; TALGAT 2016; Elcut 6.0.

### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 2 этаж, ауд. 222. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьтеры WS2 – 8 шт.; телевизор Sumsung - 1 шт.; осциллограф G05-620 – 7 шт.; измерительная станция MS-9160 – 7 шт.; анализатор спектра С4-60; Осциллографы вычислительные комбинированные С9-11. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Windows 7 XP Professional SP3; Mathcad 13; Microsoft Office 2003; Microsoft Visual Studio 2005;Code Composer Studio 3.3; TALGAT 2016; Elcut 6.0.

Согласована на портале № 18655

### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 212. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры: Ci3 2013г., моноблок 21,5» – 8 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценоч-

Согласована на портале № 18655

ных 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 18655

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:
- Доцент каф. ТУ А. М. Заболоцкий

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18655

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-1 | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | Должен знать характеристики элементов радиоканала вне основных полос излучения и приема, принципы обеспечения совместной работы элементов аппаратуры, методы обеспечения электромагнитной совместимости, включая конструкторские, схемотехнические и структурно-функциональные;<br>Должен уметь формулировать задачу анализа электромагнитной совместимости применительно к конкретной аппаратуре, применять методы анализа электромагнитной совместимости, включая аналитические методы, методы имитационного моделирования, экспериментальные методы;<br>Должен владеть методами измерения параметров, определяющих электромагнитную совместимость, методами поиска путей воздействия помех; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями 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 |

Согласована на портале № 18655

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | физические и математические основы электромагнитной совместимости; модели, алгоритмы и методики для математического моделирования электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры; современные программное обеспечение для моделирования электромагнитной совместимости | анализировать процессы и явления, происходящие в современной радиоэлектронной аппаратуре; применять математический аппарат для объяснения явлений происходящих в межсоединениях, узлах и элементах радиоэлектронной аппаратуры | навыками работы с оригинальными научными публикациями по электромагнитной совместимости; навыками поиска и использования информации, необходимой для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры; навыками самостоятельно решать проблемы электромагнитной совместимости |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; |

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений; | • Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппара- | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области электромаг- | • Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятель- |

Согласована на портале № 18655

| | | | |
|---|---|---|---|
| | туры.; | нитной совместимости.; | ствам в решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | • Работает при прямом наблюдении.; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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 следующем составе.

### 3.1 Тестовые задания

– Расшифруйте аббревиатуру. ЭМС

– Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (генерируется большая электромагнитная энергия, принятая энергия приводит к нежелательному поведению приемника, передача энергии очень эффективна, энергия полностью поглощается приемником).

– Введите подходящее слово. У ЭМС есть три аспект: генерация, _____, прием электромагнитной энергии.

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (Своевременный, несвоевременный) учет ЭМС приводит к увеличению (качества, себестоимости) изделия и задержкам в графике его выпуска.

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (позже, раньше) делаются затраты на ЭМС, тем они (меньше, больше)

– 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.

– Введите аббревиатуру Федеральной комиссии связи США в оригинале.

– 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.

– 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.

### 3.2 Темы контрольных работ

– Уменьшение искажений электрических сигналов в межсоединениях.
– Электростатический разряд.
– Помехи по цепям земля-питание
– Фильтрация.
– Экранирование
– Заземление
– Нелинейные эффекты и ЭМС РЭА
– Неидеальное поведение компонента
– Стандартизация в области ЭМС
– Аспекты и разделы ЭМС
– Введение в ЭМС

### 3.3 Экзаменационные вопросы

– Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате. Механизм связи активной и пассивной линий. Перекрестная наводка на ближнем конце пассивной линии. Перекрестная наводка на дальнем конце пассивной линии.

– Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех.

– Аспекты и разделы ЭМС.

Согласована на портале № 18655

– Стандартизация в области ЭМС. (Международные организации. Требования по ЭМС. Стандарты на излучаемые и кондуктивные эмиссии.)

– Излучаемые эмиссии. Кондуктивные эмиссии. Измерения излучаемых и кондуктивных эмиссий

– Конструкции печатных плат. Стек печатной платы. Односторонняя печатная плата. Двухсторонняя печатная плата. Многослойная печатная плата.

– Искажения электрических сигналов в межсоединениях. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях и способы их уменьшения.

– Отражения в линиях передачи.

– Неидеальное поведение компонентов.

– Заземление. Связь через общий импеданс земли. Системы заземления. Паразитные контуры заземления.

– Экранирование. Ближняя и дальняя зоны. Эффективность экранирования. Конструкционные металлические материалы. Экранирование металлической пластиной.

– Фильтры и методы фильтрации в ЭМС

– Источники электромагнитных помех

### 3.4 Темы лабораторных работ

– Помехи отражения в длинной линии связи

– Индуцированные помехи в длинных линиях связи

– Анализ эффективности экранирования конструкций радиоэлектронной аппаратуры: металлическая пластина; корпус с апертурой.

– Модели типовых пассивных компонентов с учетом паразитных параметров.

– Анализ печатных узлов с учётом паразитных параметров компонентов и их посадочных мест.

– Расчет эффективности фильтрации

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

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

2. Акимов, М.Н. Основы электромагнитной безопасности. [Электронный ресурс] / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90166 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/90166

3. Новые решения для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата: моногр. / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов, И.Ф. Калимулин. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов.– Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Временной отклик многопроводных линий передачи. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 152 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75

Согласована на портале № 18655

экз.)

3. Баскаков С.В. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов /С. И. Баскаков. - 2-е изд. - М. : ЛИБРОКОМ, 2012. - 154 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости : производственно-практическое издание / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. - М. : Радио и связь, 1989. - 222[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 216-221. - ISBN 5-256-00361-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

5. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств : научное издание / Алексей Дмитриевич Князев. - М. : Радио и связь, 1984. - 335, [1] с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 321-330. -Предм. указ.: с. 331-334. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)

6. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / В. И. Кравченко, Е. А. Болотов, Н. И. Летунова ; ред. В. И. Кравченко. - М. : Радио и связь, 1987. - 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. 2006. 187 с. Электронный учебник (http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

3. Пособие по лабораторным занятиям: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 2010. 88 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\TALGAT.doc.) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Сайт кафедры ТУ http://tu.tusur.ru
2. Научно-образовательный портал ТУСУР http://edu.tusur.ru/
3. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система http://e.lanbook.com/

Согласована на портале № 18655