**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
«6» 09 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профиль: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 64 | 64 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 152 | 152 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 252 | 252 | часов |
| | | 7 | 7 | З.Е |

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6693

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 30 от «29» 8 2016 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа 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 г. приказом № 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «29» 08 2016, протокол № 30.

Разработчики:

Доцент каф. ТУ _____ Заболоцкий А. М.

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Эксперты:

Доцент каф. ТУ _____ Булдаков А. Н.

Доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 6693

## 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 ООП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» (Б1.В.ОД.14) относится к вариативной части.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Теория электрических цепей, Математические методы описания сигналов, Электромагнитные поля и волны, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в телерадиовещании.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование телевизионных систем.

## 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 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 7 зачетных единиц и представлена в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 64 | 64 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 152 | 152 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 252 | 252 | часов |
| | | 7 | 7 | З.Е |

Согласована на портале № 6693

## 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 | Курсовая работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение в ЭМС. | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | Стандарты по ЭМС. | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | Аспекты ЭМС. | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 7 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | Пути проникновения электромагнитных помех. | 2 | 4 | 2 | 27 | 0 | 35 | ПК-12, ПК-18 |
| 5 | Фильтрация, развязка и подавление. | 2 | 4 | 0 | 17 | 0 | 23 | ПК-12, ПК-18 |
| 6 | ЭМС печатных плат. | 4 | 8 | 6 | 49 | 0 | 67 | ПК-12, ПК-18 |
| 7 | Экранирование. | 2 | 4 | 0 | 17 | 10 | 23 | ПК-12, ПК-18 |
| 8 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | 2 | 4 | 4 | 27 | 0 | 37 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | 18 | 24 | 12 | 152 | 10 | 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 (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение в ЭМС. | История развития проблемы ЭМС. Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех. Актуальность проблемы ЭМС. Источники электромагнитных помех. (Электромагнитная обстановка. Естественная и искусственная электромагнитная обстановка. Широкополосные и узкополосные помеховые сигналы.) Электростатический разряд. (Причины. Виды. Влияние.) | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | Стандарты по ЭМС. | Международные директивы: IEC, FCC, VDE, CISPR. Национальные директивы. Военные стандарты | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | Аспекты ЭМС. | Излучаемые эмиссии. Кондуктивные эмиссии. Восприимчивость к излучаемым эмиссиям. Восприимчивость к кондуктивным эмиссиям. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | Пути проникновения электромагнитных | Неидеальное поведение электрических компонентов. Кондуктивные, ёмкостные и | 2 | ПК-12, ПК-18 |

Согласована на портале № 6693

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | помех. | индуктивные взаимовлияния. Методы уменьшения электромагнитных помех. | | |
| 5 | Фильтрация, развязка и подавление. | Фильтры и методы фильтрации в ЭМС. Методы развязки: балансные схемы, трансформаторы, оптическая развязка. Методы подавления. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 6 | ЭМС печатных плат. | Математические модели различных видов плат. Параметры ЭМС плат. Помехозащищённая теплопроводная монтажная плата. Заземление: связь через общий импеданс, системы и схемы заземления. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 7 | Экранирование. | Математические модели оценки эффективности экранирования для источников ближнего и дальнего поля. Экранирование низкочастотного магнитного поля. Влияние отверстий в экранирующих помещениях. Действие экрана кабеля. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 8 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Источники преднамеренных электромагнитных помех. Устойчивость РЭА к преднамеренным электромагнитным помехам. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | | 18 | |

### 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 | Линейная алгебра и аналитическая геометрия | | | | | | + | | |
| 2 | Теория электрических цепей | | | | | + | + | + | |
| 3 | Математические методы описания сигналов | | | | + | + | + | + | |
| 4 | Электромагнитные поля и волны | | | | | + | + | + | |
| 5 | Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в телерадиовещании | | | | | | | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Проектирование телевизионных систем | + | + | + | + | + | + | + | + |

### 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 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) |

Согласована на портале № 6693

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ПК-12 | + | + | + | + |
| ПК-18 | + | + | + | + |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| № | Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Пути проникновения электромагнитных помех. | Вычисление параметров одиночных и связанных межсоединений. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | ЭМС печатных плат. | Моделирование временного отклика структур одиночных межсоединений. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | ЭМС печатных плат. | Моделирование временного отклика структур связанных межсоединений. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Моделирование ЭМС излучающих структур. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | | 12 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| № | Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Пути проникновения электромагнитных помех. | Понятие и оценка электрической длины системы. Децибелы в ЭМС. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | Фильтрация, развязка и подавление. | Кабели и ЭМС компоненты, их использование и параметры: контакты, прокладки, ферриты. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | ЭМС печатных плат. | Экспериментальное моделирование ЭМС печатных плат. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | ЭМС печатных плат. | Анализ примеров уменьшения перекрёстных помех в практических структурах межсоединений. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 5 | Экранирование. | Вычисление эффективности экранирования пластины и корпуса с щелью. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 6 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Вычисление матриц ёмкостей произвольных трёхмерных систем. | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | | 24 | |

Согласована на портале № 6693

## 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 (час.) | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Фильтрация, развязка и подавление. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 2 | Пути проникновения электромагнитных помех. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 3 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 4 | Экранирование. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 5 | ЭМС печатных плат. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 6 | ЭМС печатных плат. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-12, ПК-18 | Контрольная работа |
| 7 | ЭМС печатных плат. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 8 | Пути проникновения электромагнитных помех. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 9 | Фильтрация, развязка и подавление. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 10 | Аспекты ЭМС. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 11 | Стандарты по ЭМС. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 12 | Введение в ЭМС. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 13 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 14 | Экранирование. | Проработка лекционного материала | 5 | ПК-12, ПК-18 | Тест |
| 15 | Преднамеренные электромагнитные воздействия. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | ПК-12, ПК-18 | Отчет по лабораторной работе |

Согласована на портале № 6693

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | ЭМС печатных плат. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | ПК-12, ПК-18 | Отчет по лабораторной работе |
| 17 | ЭМС печатных плат. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | ПК-12, ПК-18 | Отчет по лабораторной работе |
| 18 | Пути проникновения электромагнитных помех. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | ПК-12, ПК-18 | Отчет по лабораторной работе |
| | Всего (без экзамена) | | 152 | | |
| 19 | Подготовка к экзамену | | 36 | | Экзамен |
| | Итого | | 188 | | |

## 10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

| № | Названия разделов | Содержание курсовой работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | Информационное обеспечение | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | | Теоретико-методическое обеспечение | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | | Выполнение моделирования | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | | Обоснование обобщений и выводов по работе | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 5 | | Защита | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| | Итого | | 10 | |

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Моделирование цепей питания
- Моделирование радиочастотных цепей
- Моделирование цепей управления
- Моделирование управляющих цепей
- Моделирование устройств защиты

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 |
|---|---|---|---|---|
| Контрольная работа | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Отчет по курсовой работе | | | 10 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тест | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 15 | 35 | 70 | 100 |

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

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

Согласована на портале № 6693

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. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC
2. Газизов Т.Р. Искажения в межсоединениях и электромагнитный терроризм. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 359 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Gaz.pdf [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z
3. 3. Заболоцкий А.М. Импульсные сигналы в многопроводных линиях передачи. Методы, алгоритмы и программы для анализа многопроводных линий передачи и способы уменьшения искажений импульсных сигналов в них. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 164 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z
4. Самотин И.Е., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Кабельные и полосковые модальные фильтры. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. 208 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\buchblock.pdf [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z
5. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4129, свободный.
6. 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.
7. 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.)
8. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Модальные фильтры для защиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)


Согласована на портале № 6693

9. В.К. Салов, А.М. Заболоцкий, С.П. Куксенко, П.Е. Орлов, Р.С. Суровцев. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: моногр.–Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

**12.2. Дополнительная литература**

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

2. 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. Куксенко С.П., Газизов Т.Р. Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений с плотной матрицей. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

**4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Электромагнитная совместимость РЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Козлов; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1277.

2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. 2012. 245 с. Электронный учебник (http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Пособие по лабораторным занятиям и курсовому проектированию: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 113 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc.

**12.4. 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/

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Специализированные телевизионные и вычислительные лаборатории кафедры телевидения и управления ТУСУР.

**14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6693

**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
«6» 09 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профиль: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года

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

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6693

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

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 |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-18

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

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

Согласована на портале № 6693

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов по электромагнитной совместимости. | Проводить организовывать и экспериментальные испытания по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов. | Способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; |

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) | • Техническех регламенты, международные и национальные стандарты и иные нормативные документы по электромагнитной совместимости;<br>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в области электромагнитной | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости ;<br>• Самостоятельно подбирает и готовит оборудование для эксперимента; | • Контролирует работу при выполнении эксперимента;<br>• Проводит оценку полученных результатов; |

Согласована на портале № 6693

| | | | |
|---|---|---|---|
| | совместимости ; | | |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает принципы, процессы, общие понятия в области электромагнитной совместимости ; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения проблем электромагнитной совместимости ; | • Берет ответственность за завершение задач в эксперименте; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми в области электромагнитной совместимости ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач электромагнитной совместимости ; | • Работает при прямом наблюдении; |

### 2.2 Компетенция ПК-12

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

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и нормативные документы. | Контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. | Способностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Тест;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Экзамен;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Согласована на портале № 6693

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости.<br>• Нормативные документы по электромагнитной совместимости. | • Свободно применяет существующие нормативные документы в незнакомых ситуациях;<br>• Умеет выражать и аргументированно доказывать положения нормативных документов; | • Способен руководить командой по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br>• Свободно владеет разными способами представления информации |
| Хорошо (базовый уровень) | • Основные организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости и нормативные документы.; | • Самостоятельно подбирает необходимые нормативные документы по электромагнитной совместимости;<br>• Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения нормативных документов; | • Критически осмысливает проектную и техническую документацию, разрабатываемая с учетом электромагнитной совместимости ;<br>• Владеет разными способами представления информации ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Воспроизводит основные организации стандартизации и ГОСТы по электромагнитной совместимости и нормативные документы.; | • Умеет представлять результаты своей работы;<br>• Умеет работать с нормативными документами ; | • Владеет терминологией предметной области знания;<br>• Способен корректно представить знания ; |

## 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

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Электромагнитная совместимость - это способность (…) функционировать и не мешать работе других в данной (…) обстановке.

– Выбрать правильное сочетание вариантов: … . Система электромагнитно совместима, если она: а) не создает помех другим системам; б) не воспринимает помехи от других систем; в) не создает помех себе.

– Введите аббревиатуру Федеральной комиссии связи США в оригинале.

– Выделите одну правильную букву в каждой скобке. Нормативы по ЭМС подразделяют вычислительные устройства на Класс (…, …) - бытовая среда и Класс (…, …) - промышленная среда.

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (…) делаются затраты на ЭМС, тем они (…)

– Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (…) учет ЭМС приводит к увеличению (…) изделия и задержкам в графике его выпуска.

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

– Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (…).

Согласована на портале № 6693

– Расшифруйте аббревиатуру … .

### 3.2 Экзаменационные вопросы

– Источники электромагнитных помех

– Фильтры и методы фильтрации в ЭМС

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

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

– Неидеальное поведение компонентов.

– Отражения в линиях передачи.

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

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

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

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

– Аспекты и разделы ЭМС.

– Основные понятия и задачи ЭМС. Примеры электромагнитных помех.

– 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.

### 3.3 Темы контрольных работ

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

### 3.4 Темы лабораторных работ

– Моделирование ЭМС излучающих структур.
– Моделирование временного отклика структур связанных межсоединений.
– Моделирование временного отклика структур одиночных межсоединений.
– Вычисление параметров одиночных и связанных межсоединений.

### 3.5 Темы курсовых проектов (работ)

– Моделирование устройств защиты
– Моделирование управляющих цепей
– Моделирование цепей управления
– Моделирование радиочастотных цепей
– Моделирование цепей питания.

## 4 Методические материалы

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

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

Согласована на портале № 6693

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

2. Газизов Т.Р. Искажения в межсоединениях и электромагнитный терроризм. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 359 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Gaz.pdf [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

3. 3. Заболоцкий А.М. Импульсные сигналы в многопроводных линиях передачи. Методы, алгоритмы и программы для анализа многопроводных линий передачи и способы уменьшения искажений импульсных сигналов в них. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2011. 164 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z Zab.pdf. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

4. Самотин И.Е., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Кабельные и полосковые модальные фильтры. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. 208 с. http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z EMC\buchblock.pdf [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/liblink/emc_cad_gaziz.7z

5. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. – 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4129, свободный.

6. 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.

7. 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.)

8. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Модальные фильтры для защиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2013.– 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

9. В.К. Салов, А.М. Заболоцкий, С.П. Куксенко, П.Е. Орлов, Р.С. Суровцев. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: моногр.–Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

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

2. 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. Куксенко С.П., Газизов Т.Р. Итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений с плотной матрицей. Томск: Томский государственный университет, 2007.– 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Электромагнитная совместимость РЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Козлов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1277.

2. Пособие по практическим занятиям: Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры. 2012. 245 с. Электронный учебник

Согласована на портале № 6693

(http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC). [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Пособие по лабораторным занятиям и курсовому проектированию: Система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT. Руководство пользователя. 113 с. (Электронный ресурс http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc) [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc.

### 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 № 6693