**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЭМС РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 56 | 56 | часов |
| Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83061

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Освоить основы электромагнитной совместимости (ЭМС).

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение знаний по основам ЭМС.
2. Получение навыков по обеспечению ЭМС.
3. Овладение инструментами моделирования ЭМС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.03.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 83061

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Знает принципы исследования электромагнитной совместимости и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации, с учетом воздействия различных электромагнитных помех, нелинейных эффектов и принципов обеспечения ЭМС, таких как заземление, экранирование и фильтрация. |
| | ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Умеет исследовать электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств и технологий связи, выявлять ключевые аспекты и разделы ЭМС, анализировать влияние неидеального поведения компонентов и электростатического разряда, а также применять базовые методы обеспечения их надежной эксплуатации в условиях помех. |
| | ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации, применяя принципы заземления, экранирования, фильтрации и минимизации помех по цепям земля-питание, а также учитывая воздействие электростатического разряда для обеспечения их ЭМС. |

Согласована на портале № 83061

| | | |
|---|---|---|
| ПК-4. Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | ПК-4.1. Знает стандарты, технические условия и другие нормативные документы | Знает основные стандарты, технические условия и другие нормативные документы, регламентирующие требования к электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и технологий, а также фундаментальные аспекты и разделы ЭМС. |
| | ПК-4.2. Умеет разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Умеет разрабатывать рабочую и проектную документацию по радиоэлектронным средствам, включая разделы по обеспечению электромагнитной совместимости, и осуществлять контроль ее соответствия действующим стандартам и нормативным документам в области ЭМС. |
| | ПК-4.3. Владеет методами разработки рабочей и проектной документации и способами контроля её соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Владеет методами разработки рабочей и проектной документации по радиоэлектронным средствам и технологиям с учетом требований электромагнитной совместимости, а также способами контроля её соответствия отраслевым стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, касающимся частных вопросов обеспечения ЭМС. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 56 | 56 |
| Подготовка к тестированию | 20 | 20 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 22 | 22 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 2 | 2 |
| Написание конспекта самоподготовки | 4 | 4 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 83061

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение в электромагнитную совместимость | 2 | 2 | - | 8 | 12 | ПК-3, ПК-4 |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | 2 | 2 | 8 | 6 | 18 | ПК-3, ПК-4 |
| 3 Стандартизация в области электромагнитной совместимости | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-3, ПК-4 |
| 4 Нелинейные эффекты и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств | 2 | - | 4 | 8 | 14 | ПК-3, ПК-4 |
| 5 Неидеальное поведение компонентов | 2 | 2 | - | 4 | 8 | ПК-3, ПК-4 |
| 6 Заземление | 2 | - | - | 4 | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| 7 Экранирование | 2 | 10 | 4 | 10 | 26 | ПК-3, ПК-4 |
| 8 Фильтрация, помехи по цепям «земля-питание» и электростатический разряд | 4 | 2 | - | 8 | 14 | ПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Введение в электромагнитную совместимость | 1. Определение электромагнитной совместимости<br>2. Потребность в учебном курсе по электромагнитной совместимости<br>3. Примеры электромагнитных помех | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | 1. Общие вопросы<br>2. Частные вопросы | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83061

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Стандартизация в области электромагнитной совместимости | 1. Международные организации по стандартизации<br>2. Требования по электромагнитной совместимости<br>3. Стандарты на излучаемые и кондуктивные эмиссии<br>4. Измерения на соответствие стандартам | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Нелинейные эффекты и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств | 1. Причины обострения проблемы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств<br>2. Аналитическое определение эффектов нелинейного преобразования сигналов при тестовых воздействиях<br>3. Способы обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств . | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Неидеальное поведение компонентов | 1. Суть проблемы<br>2. Резисторы<br>3. Конденсаторы<br>4. Индуктивности<br>5. Механические контакты | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Заземление | 1. Общие требования к системе заземления<br>2. Связь через общий импеданс «земли»<br>3. Влияние индуктивности проводника «земли»<br>4. Системы заземления<br>5. Паразитные контуры заземления | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83061

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Экранирование | 1. Ближняя и дальняя зоны<br>2. Экранирование металлической пластиной<br>3. Экранирование магнитного поля<br>4. Экранирование электрического поля<br>5. Коэффициент экранирования коаксиальных кабелей<br>6. Подсоединение экрана коаксиального кабеля<br>7. Витая пара<br>8. Экранирующие прокладки | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Фильтрация, помехи по цепям «земля-питание» и электростатический разряд | 1. Назначение фильтров<br>2. Синфазный и противофазный токи<br>3. Синфазный дроссель<br>4. Фильтр сетевого питания<br>5. Использование ферритов с потерями<br>6. Помехи по цепям «земля-питание»<br>7. Электростатический разряд | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| | Итого | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Введение в электромагнитную совместимость | Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | Моделирование электромагнитной совместимости | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Неидеальное поведение компонентов | Моделирование в ELCUT | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 83061

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Экранирование | Электродинамическое моделирование в системе CONCEPT-II | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| | Вычисление волнового сопротивления коаксиального кабеля | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 10 | |
| 8 Фильтрация, помехи по цепям «земля-питание» и электростатический разряд | Создание полосковой линии в системе TALGAT | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | Контурная антенна: получение навыков электродинамического моделирования методом моментов на примере моделирования контурной антенны в системе CONCEPT-II | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Диэлектрическая сфера: получение навыков электродинамического моделирования методом моментов на примере задачи рассеяния электромагнитной волны на диэлектрической сфере в системе CONCEPT-II | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Нелинейные эффекты и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств | Линии передачи: оценка перекрестных помех в линиях передачи на примере печатной платы | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Экранирование | Коаксиальный кабель: изучение влияния конструктивных параметров коаксиального кабеля на картину электростатического поля во внутренней области | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Согласована на портале № 83061

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Введение в электромагнитную совместимость | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 8 | | |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Стандартизация в области электромагнитной совместимости | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Нелинейные эффекты и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Неидеальное поведение компонентов | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Заземление | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |

Согласована на портале № 83061

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Экранирование | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 8 Фильтрация, помехи по цепям «земля-питание» и электростатический разряд | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание конспекта самоподготовки | 4 | ПК-3, ПК-4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 56 | | |
| Итого | | 56 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |
| ПК-4 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Лабораторная работа | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |

Согласована на портале № 83061

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Итого максимум за период | 25 | 35 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 25 | 60 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Т. Р. Газизов - 2022. 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10461.

2. Электромагнитная совместимость: преднамеренные силовые электромагнитные воздействия: Учебное пособие / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов, С. П. Куксенко - 2018. 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8163.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Князев, Алексей Дмитриевич. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств : научное издание / Алексей Дмитриевич Князев. - М. : Радио и связь, 1984. - 335, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.).

2. Петровский, Владимир Ильич. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : Учебное пособие для вузов / Владимир Ильич Петровский, Юрий Евгеньевич Седельников. - М. : Радио и связь, 1986. - 215, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.).

3. Князев, Алексей Дмитриевич. Проблемы обеспечения совместной работы радиоэлектронной аппаратуры : / А. Д. Князев, В. Ф. Пчелкин. - М. : Советское радио, 1971. - 200 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 83061

### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование электромагнитной совместимости технических средств: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / С. П. Куксенко - 2023. 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10478.

### 7.3.2. 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.

## 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

# 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

## 8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

## 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория цифрового телерадиовещания: 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;

Согласована на портале № 83061

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Octave 4.2.1;
- TALGAT2016;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория цифрового телерадиовещания: 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- TALGAT2016;

### 8.4. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

Согласована на портале № 83061

- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. 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 зрения** 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.

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

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в электромагнитную совместимость | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Аспекты и разделы электромагнитной совместимости | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Стандартизация в области электромагнитной совместимости | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 83061

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Нелинейные эффекты и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 5 Неидеальное поведение компонентов | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Заземление | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Экранирование | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Фильтрация, помехи по цепям «земля-питание» и электростатический разряд | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Конспект самоподготовки | Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 83061

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Электромагнитная совместимость – это способность удовлетворительно функционировать и не мешать работе других в данной (какой?) обстановке.
   а) финансовой
   б) экологической
   в) электромагнитной
   г) погодной
2. Система электромагнитно совместима, если она: а) не создаёт помех другим системам; б) не воспринимает помехи от других систем; в) не создаёт помех себе. Выбрать правильное сочетание вариантов:
   а) абв
   б) ав
   в) аб
   г) б
3. У ЭМС есть три аспекта: генерация, передача и?.
   а) приём электромагнитной энергии

Согласована на портале № 83061

б) отдача электромагнитной энергии
в) защита
г) заземление

4. Где лучше измерять излучаемые эмиссии ?
   а) в отдельной лаборатории
   б) в подвальном помещении
   в) в лесу
   г) на открытой местности
5. К каким относятся излучения, возникающие в процессе модуляции сигналом, отображающим сообщение, и примыкающие к необходимой полосе основного излучения, достаточной для передачи сообщения с требуемым качеством?
   а) внеполосным
   б) полосным
   в) побочным
   г) помеховым
6. Какие каналы приёма находятся за пределами основного и образуются вследствие недостаточной избирательности резонансных цепей, формирующих основной канал приёма, и нелинейных процессов в смесителях супергетеродинных приёмников?
   а) Внеполосные
   б) Побочные
   в) Помеховые
   г) Зашифрованные
7. Какие искажения сопровождаются изменением структуры спектра сигнала на выходе приёмника при действии сигнала и модулированной радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочных каналов приёма?
   а) Сильные
   б) Слабые
   в) Перекрестные
   г) Помеховые
8. При нагреве до температуры Кюри, которая у каждого материала своя, материал теряет свои магнитные свойства, т.е. его относительная (какая?) проницаемость падает до единицы.
   а) относительная
   б) мнимая
   в) диэлектрическая
   г) магнитная
9. Экранирование является основным средством ослабления электромагнитных помех из-за чего?
   а) распространения по проводникам
   б) общего импеданса
   в) излучения
   г) погоды
10. Что является основным средством ослабления кондуктивных эмиссий, создаваемых в цепях питания и коммутации постоянного и переменного токов аппаратуры?
    а) Фильтрация
    б) Заземление
    в) Экранирование
    г) Резервирование

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Дать определение следующим терминам: электромагнитная совместимость, качество функционирования РЭА, электромагнитная обстановка, электромагнитная помеха, помехоустойчивость, помехозащищенность, кондуктивные ЭМП, излучаемые ЭМП, преднамеренное и непреднамеренное ЭМВ, порог восприимчивости.
2. Способ защиты от кондуктивных ЭМ помех. Схема включения такой защиты. Коэффициент ослабления кондуктивной помехи фильтром на одной частоте. Электрические схемы элементарных фильтров.

Согласована на портале № 83061

3. Классификация ЭСР и создаваемых ими ЭМП на борту КА.
4. Испытания на помехоэмиссию.
5. Распространение ЭМП в цепях бортовых устройств КА.
6. Испытания на помехоустойчивость.
7. Способ защиты от кондуктивных ЭМ помех. Схема включения такой защиты. Емкостные схемы для подавления синфазных и противофазных помех. Ферритовые трубки.
8. Основные типы ЭСР на борту КА.
9. Испытания на электромагнитную совместимость: состав испытательного комплекса, эквивалент сети.
10. Испытания бортовых систем КА на воздействие ЭСР: диагностирование сбоев и отказов при проведении испытаний на воздействие ЭСР.
11. Проникновение ЭМП в конструкции КА.
12. Воздействие ЭМП на полупроводниковые приборы и интегральные схемы.
13. Способ защиты от кондуктивных ЭМ помех. Схема включения такой защиты. Коэффициент ослабления кондуктивной помехи фильтром на одной частоте. Аналоговые оптоволоконные линии для подавления синфазных помех в информационных и управляющих цепях.
14. Испытания бортовых систем КА на воздействие ЭСР: изолирование КА от «технической земли», размещение КА в пространстве контрольно-испытательного стенда (КИС), методическая адекватность при проведении стендовых испытаний, схемы имитации изолированного разряда и контактного разряда без растекания тока.
15. Классификация источников ЭМП. Краткое пояснение.
16. Классификация типов электростатических разрядов и создаваемых ими электромагнитных помех на борту космического ЛА: схема. Детально раскрыть грозовой разряд и ЭСР. Детально раскрыть индустриальные источники и ЭМ оружие
17. Защитное заземление.
18. Защита от кондуктивных помех. Применение трансформаторных устройств.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Контурная антенна: получение навыков электродинамического моделирования методом моментов на примере моделирования контурной антенны в системе CONCEPT-II
2. Диэлектрическая сфера: получение навыков электродинамического моделирования методом моментов на примере задачи рассеяния электромагнитной волны на диэлектрической сфере в системе CONCEPT-II
3. Линии передачи: оценка перекрестных помех в линиях передачи на примере печатной платы
4. Коаксиальный кабель: изучение влияния конструктивных параметров коаксиального кабеля на картину электростатического поля во внутренней области

### 9.1.4. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Естественные источники ЭМП.
2. Грозовой разряд.
3. Электростатические разряды.
4. Геомагнитные возмущения.
5. Искусственные источники ЭМП.
6. Индустриальные источники.
7. Электромагнитный импульс ядерного взрыва.
8. Электромагнитное оружие.
9. Проникновение и распространение ЭМП в конструкции бортовой аппаратуры.
10. Распространение ЭМП в электрических цепях и кабельной сети бортовой аппаратуры.
11. Воздействие ЭМП на полупроводниковые приборы и интегральные схемы.
12. Экранирование устройств, приборов и кабелей.
13. Защита от кондуктивных помех.
14. Заземление в пределах конструкции аппарата.
15. Состав испытательного комплекса и требования к обеспечению испытаний.
16. Испытания на помехоэмиссию.
17. Испытания на помехоустойчивость.

Согласована на портале № 83061

18. Методы стендовых испытаний на воздействие ЭСР.
19. Диагностика сбоев и отказов при проведении испытаний.

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 83061

**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 № 83061

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 40 от «19» 2 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТУ | Т.Р. Газизов | Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Директор, каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Старший преподаватель, каф. ТУ | А.В. Бусыгина | Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | А.В. Носов | Разработано, 1f4c6eef-2430-4626-8ad9-e27fd66512b0 |