**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ИСПЫТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Видеоинформационные технологии и цифровое телевидение**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 12 | 12 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 66 | 66 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 59426

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Испытания на электромагнитную совместимость " является освоение студентами требований, методов и способов, а также приобретения навыков измерения и испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС) радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

### 1.2. Задачи дисциплины

1. является изучение требований стандартизации и сертификации РЭА.
2. изучения методов испытания РЭА.
3. освоение способов ослабления электромагнитных помех.
4. приобретения навыков измерения используя специализированные устройства для испытаний на ЭМС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.02.
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** | | |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики | Способен выявлять фундаментальные законы природы и применять их при математическом моделировании и измерении в области электромагнитной совместимости. |
| | ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | Способен выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач экспериментальных задач в области электромагнитной совместимости. |
| | ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области | Обладает навыками использования системного подхода при измерениях различных временных и частотных характеристик полезного и помехового сигнала. |
| ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | ОПК-2.1. Знает основные теоретические и практические методы исследования, классификацию результатов исследования | Обладает основными теоретическими и практическими навыками и методами исследования в области электромагнитной совместимости. |
| | ОПК-2.2. Умеет корректно осуществлять постановку цели исследования, осуществлять декомпозицию цели на задачи исследования, строить алгоритмы решения сформулированных задач, обосновывать полноту и непротиворечивость полученных решений | Достигает поставленных целей исследования и испытания РЭА на ЭМС, осуществляет декомпозицию заданных целей на задачи исследования, строит алгоритмы и схемы для измерения в области ЭМС. |
| | ОПК-2.3. Владеет навыками использования методологии научных исследований и опытом достижения результатов научного исследования | Обладает навыками использования методологии измерения для научных исследований и опытом работы с измерительным оборудованием. |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности | Умеет применять прикладные программные средства и предлагает новые подходы к решению инженерных задач при разработке и создании новых радиоэлектронных средств. |
| | ОПК-3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области | Способен использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации по методам и способам измерения в области электромагнитной совместимости. |
| | ОПК-3.3. Владеет методами научно-технического творчества, способами генерации новых идей и подходов для решения профессиональных задач | Обладает методами и способами генерирования новых идей и подходов для решения задач в области электромагнитной совместимости. |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | ПКР-4.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований | Способен организовать и провести измерения с использованием специализированных устройств для испытаний на электромагнитную совместимость. |
| | ПКР-4.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования | Способен самостоятельно проводить измерения в области электромагнитной совместимости. |
| | ПКР-4.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов | Обладает навыками проведения измерений с применением современных средств и методов предназначенных для испытания на электромагнитную совместимость. |

## 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 4 зачетных единиц, 144 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 |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 12 | 12 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 66 | 66 |
| Подготовка к тестированию | 32 | 32 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 34 | 34 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение в основы испытаний на ЭМС | 2 | 2 | - | 4 | 8 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 2 Контрольно-измерительные приборы | 6 | 4 | 4 | 20 | 34 | ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4, ОПК-1 |
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | 6 | 4 | 4 | 24 | 38 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| 4 Стандартизация и сертификация | 4 | 2 | 4 | 18 | 28 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| Итого за семестр | 18 | 12 | 12 | 66 | 108 | |
| Итого | 18 | 12 | 12 | 66 | 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Введение в основы испытаний на ЭМС | Испытательная база. Нормы и требования для испытания на ЭМС. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 59426

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Контрольно-измерительные приборы | Векторный и скалярный анализатор цепей и их калибровка. Анализатор спектра. Осциллограф. Методы и способы измерения с использованием типовых контрольно-измерительных приборов | 6 | ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | Устройства применяемые при испытаниях на излучаемые и кондуктивные помехоэмиссии и помехоустойчивость. Прочие испытания на ЭМС. Обработка данных, полученных в ходе испытаний на ЭМС | 6 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Стандартизация и сертификация | Нормы и требования по индустриальным, военным и авиакосмическим нормативным документам. Требования и методы испытания для сертификации и организации по стандартизации в области ЭМС. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Введение в основы испытаний на ЭМС | Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к кондуктивным помехам. Анализ требований предъявляемых к воздействию электростатического разряда на сертифицируемый объект. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Контрольно-измерительные приборы | Основы работы, настройка и калибровка контрольно-измерительных приборов. | 4 | ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 59426

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | Изучение принципов работы и организации испытательной базы с использованием безэховой камеры, TEM/GTEM-ячейки, полосковой линии, измерительного приемника, генератора, усилителя мощности, персонального компьютера, антенны, направленного ответвителя и измерителя мощности. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Стандартизация и сертификация | Анализ и обработка полученных данных в ходе испытания, согласно стандартам на ЭМС радиоэлектронных средств индустриального, военного и космического назначения. Анализ и вычисление погрешности при в ходе измерения. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 12 | |
| | Итого | 12 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 2 Контрольно-измерительные приборы | Принципы построения и организация испытательной базы для испытания на ЭМС. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | Измерение в TEM-камере помехоэмиссий и помехоустойчивости сигнальных цепей и цепей земля-питания, интегральной схемы. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Стандартизация и сертификация | Воздействие электростатического разряда на кабель. Измерение эффективности экранирования для разных металлов и их сплавов в TEM-камере. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 12 | |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| Итого | 12 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 1 Введение в основы испытаний на ЭМС | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Контрольно-измерительные приборы | Подготовка к тестированию | 8 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | Подготовка к тестированию | 12 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 24 | | |
| 4 Стандартизация и сертификация | Подготовка к тестированию | 8 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 66 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 102 | | |

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

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

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

Согласована на портале № 59426

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-3 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-4 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 0 | 25 | 25 | 50 |
| Тестирование | 10 | 0 | 10 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 10 | 25 | 35 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 35 | 70 | 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) |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| 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. 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.
2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учебное пособие / В. В. Смирнов, С. Ю. Страхов, Н. В. Сотникова, А. Г. Давидчук ; под редакцией В. В. Смирнова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/122103.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Т. Р. Анализ и классификация источников преднамеренных электромагнитных помех: Учебно-методическое пособие для дисциплин, связанных с преднамеренными силовыми электромагнитными воздействиями [Электронный ресурс] / Т. Р. Газизов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 65 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8202.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ : Учебное пособие / А. В. Фатеев - 2017. 115 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7145.
2. Заболоцкий, А. М. Электромагнитная совместимость: моделирование и обеспечение: Учебно-методическое пособие по практическим и самостоятельным занятиям для аспирантов [Электронный ресурс] / А. М. Заболоцкий, С. П. Куксенко. — Томск: ТУСУР, 2017. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7503.

#### 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

1. 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,

Согласована на портале № 59426

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

Программное обеспечение:
- Concept-II 12.0;
- 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.;

Согласована на портале № 59426

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

Программное обеспечение:
- Concept-II 12.0;
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Octave 4.2.1;
- Scilab;
- 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

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;
- 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

Согласована на портале № 59426

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 основы испытаний на ЭМС | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Контрольно-измерительные приборы | ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4, ОПК-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Специализированные устройства для испытаний на ЭМС | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Стандартизация и сертификация | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПКР-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

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 № 59426

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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.

| | |
|---|---|
| 1. Восприимчивость (электромагнитная) технического средства – это способность … | источника реагировать на электромагнитную помеху. |
| | рецептора реагировать на электромагнитную помеху. |
| | ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства. |
| | противостоять воздействию электромагнитной помехи. |

2.

| | |
|---|---|
| 2. При определении резонансной частоты прямоугольной экранированной камеры приемную антенну располагают в центре, соосно передающей антенне, при этом передающую антенну располагают горизонтально и... | параллельно меньшей стене камеры. |
| | перпендикулярно меньшей стене камеры. |
| | параллельно большей стене камеры. |
| | перпендикулярно большей стене камеры. |

Согласована на портале № 59426

3.

| | |
|---|---|
| 3. Широкополосная помеха – это электромагнитная помеха, ширина спектра которой … | вне полосы пропускания рецептора. |
| | соизмерима с полосой пропускания рецептора. |
| | меньше полосы пропускания рецептора. |
| | больше полосы пропускания рецептора. |

4.

| | |
|---|---|
| 4. Стендовый метод с применением клетки Фарадея (измерение кондуктивного излучения согласно стандарту МЭК 61967-5) позволяет измерять уровень излучаемых помех, … | одного компонента |
| | группы компонентов |
| | узлов печатных плат |
| | компонента, группы компонентов и узлов печатных плат в целом. |

5.

| | |
|---|---|
| 5. Помехозащищенность технического средства – это способность … | ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства. |
| | усиливать восприимчивость рецептора и реагировать на электромагнитную помеху. |
| | противостоять воздействию электромагнитной помехи за счет принципа действия или построения технического средства. |
| | источника реагировать на электромагнитную помеху. |

6.

| | |
|---|---|
| 6. Измерительная площадка – это площадка, пригодная для измерения помех, излучаемых испытуемым устройством, параметров и характеристик электромагнитной совместимости технического средства и отвечающая … | требованиям при расположению в открытой местности. |
| | регламентированным требованиям. |
| | требованиям безэховости камеры. |
| | требованиям по измерениям. |

7.

| | |
|---|---|
| 7. Метод поверхностного сканирования (согласно стандарту IEC 61967-3) предназначен для измерения напряжённости … | магнитного поля, излучаемого компонентом путём сканирования его поверхности при помощи петлевого вибратора. |
| | электрических и магнитных полей, излучаемых компонентом путём сканирования его поверхности с помощью электрических и магнитных зондов, работающих в дальней зоне. |
| | электрических и магнитных полей, излучаемых компонентом путём сканирования его поверхности с помощью электрических и магнитных зондов, работающих в ближней зоне. |
| | электрического поля, излучаемого компонентом путём сканирования его поверхности при помощи штыревого вибратора. |

8.

| | |
|---|---|
| 8. Электростатический разряд – это импульсный перенос … | электрического заряда между телами с разными электростатическими потенциалами. |
| | обусловленный электризацией вследствие импульсных токов. |
| | уровня электромагнитной помехи в течении времени, соизмеримого со временем установления переходного процесса в техническом средстве, на которое это изменение воздействует. |
| | электрического поля. |

Согласована на портале № 59426

| | | |
|---|---|---|
| 9. | 9. ТЕМ-камера – это экранированная камера представляющая… | закрытый волновод. |
| | | отрезок несимметричной линии передачи, в которой между активным и пассивным проводником возбуждается электромагнитная волна. |
| | | отрезок волновода, в которой может быть возбуждена поперечная электромагнитная волна. |
| | | соединение двух рупорных антенн между собой. |
| 10. | 10. Определить тип помехи, если она на частоте $f$ равной $1/T$ имеет значение $\hat{y}$=1. | периодическая узкополосная помеха. |
| | | периодическая широкополосная помеха. |
| | | апериодическая широкополосная помеха. |
| | | апериодическая узкополосная помеха. |
| 11. | 11. Излучаемая помеха – это электромагнитная помеха … | создаваемая со временем установления переходного процесса |
| | | распространяющаяся в пространстве. |
| | | распространяющаяся по проводам. |
| | | создаваемая техническими средствами. |
| 12. | 12. Испытания экранированных камер на эффективность экранирования проводят методом сравнения, где сравнивают два последовательных измерения электромагнитного поля – | в частотной и временной областях. |
| | | электрического и магнитного полей. |
| | | затухания за счет тепловых потерь и многократных внутренних переотражений в стенке экрана. |
| | | без экрана и ослабление экраном. |
| 13. | 13. Анализатор помех – это … | измеритель помех, оборудованный устройством временной селекции. |
| | | устройство предназначенное для генерации и передачи в окружающее пространство имитируемых помех. |
| | | устройство позволяющее отобразить помеху. |
| | | измеритель помех, оборудованный устройством частотной селекции. |
| 14. | 14. Кратковременная помеха – это электромагнитная помеха, длительность которой, измеренная в регламентируемых условиях,… | меньше некоторой величины, регламентированной стандартом. |
| | | больше некоторой величины, регламентированной стандартом. |
| | | больше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства. |
| | | меньше некоторой величины, регламентированной для данного технического средства. |
| 15. | 15. Определить тип помехи, если она во временной области имеет математическое описание: $y(t)=\begin{cases}\hat{y}, при 0 \le t < \tau \\ 0, при 2\tau > t \ge \tau \\ \hat{y}, при 3\tau \ge t \ge 2\tau \\ 0, при 3\tau < t \le T\end{cases}$ | апериодическая узкополосная помеха. |
| | | периодическая узкополосная помеха. |
| | | апериодическая широкополосная помеха. |
| | | периодическая широкополосная помеха. |
| 16. | 16. Рецептор – это техническое средство, … | реагирующее на источник излучаемый электромагнитную помеху. |
| | | чувствительное к внешней окружающей среде. |
| | | излучающий электромагнитную помеху в окружающее его пространство. |
| | | реагирующее на электромагнитный сигнал и/или электромагнитную помеху. |

Согласована на портале № 59426

17.

| | |
|---|---|
| 17. Кондуктивная помеха – это электромагнитная помеха … | распространяющаяся в техническом средстве. |
| | помеха наводимая на провода. |
| | распространяющаяся в пространстве. |
| | распространяющаяся по проводам. |

18.

| | |
|---|---|
| 18. Узкополосная помеха – это электромагнитная помеха, ширина спектра которой … | в полосе заграждения рецептора. |
| | меньше или равна ширине полосы пропускания рецептора. |
| | больше или равна ширине полосы пропускания рецептора. |
| | больше полосы пропускания рецептора. |

19.

| | | |
|---|---|---|
| 19. Что такое время радиочастотный шум? Это электромагнитный шум, … | А. | создаваемый ТС. |
| | Б. | спектральные составляющие, которого находятся вне полосы частот ТС |
| | В. | спектральные составляющие, которого находятся в полосе частот ТС |
| | Г. | помеха распространяющаяся в пространстве. |

20.

| | |
|---|---|
| 20. Измеритель помех – это селективный микровольтметр, для которого регламентирована величина отношения синусоидального напряжения к спектральной плотности напряжения импульсов на входе, вызывающих одинаковое показание измерительного прибора, содержащий … | устройство оборудованное временной селекцией. |
| | устройство, предназначенное для генерации и передачи в проводящую среду и (или) окружающее пространство имитируемых помех. |
| | измеритель помех. |
| | инерционные детекторы. |

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Природа электромагнитных помех;
2. Измерение электромагнитных излучений;
3. Методы измерения излучаемых помех;
4. Метод ТЕМ-камеры;
5. Метод с применением клетки Фарадея;
6. Метод прямого введения мощности;
7. Электромагнитные помехи, излучаемые мощными ключевыми интегральными схемами в режиме ШИМ сигнала.
8. Помехи создаваемые коммуникационными интегральными схемами;
9. Камеры поперечных электромагнитных волн;
10. Камеры, переносные экранированные;
11. Камеры безэховые и полубезховые;
12. Камеры реверберационные;
13. Антенные решения для измерений в области электромагнитной совместимости;
14. Имитаторы электростатического разряда;
15. Скалярные и векторные анализаторы цепей и их калибровка;
16. Измерительные приёмники;
17. Генераторы сверхкороткого импульса;
18. Имитаторы нагрузки;
19. Электромагнитная совместимость микроконтроллеров;
20. Основные понятия электромагнитной совместимости;
21. Нормы и стандарты по электромагнитной совместимости;
22. Формы представления сигналов помехи;
23. Уравнения Д.К. Максвелла;
24. Плоская электромагнитная волна;
25. Эффективность электромагнитного экранирования;
26. Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
27. Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
28. Метод поверхностного сканирования;

Согласована на портале № 59426

29. Метод прямого измерения 1/150 Ом;
30. Метод магнитного зонда;
31. Метод инжекции объёмного тока;
32. Модели, используемые при оценке устойчивости интегральных схем к электростатическим разрядам;
33. Помехи создаваемые DC/DC–преобразователями.
34. Измерение восприимчивости и эмиссий электромагнитных полей печатной платы;
35. Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
36. Защита компонентов от электростатических разрядов;
37. Системы компоненты и основные понятия;
38. Электромагнитная связь между источником и рецептором электромагнитного излучения
39. Формы представления сигналов помехи;
40. Методы измерения электромагнитной совместимости для интегральных схем;
41. Метод поверхностного сканирования;
42. Помехи от интегральных схем;
43. Проектирование печатной платы с точки зрения электромагнитной совместимости;
44. Обеспечение электромагнитной совместимости в проводных системах связи;
45. Защита компонентов от электростатических разрядов;
46. Нормы и стандарты электромагнитной совместимости.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Принципы построения и организация испытательной базы для испытания на ЭМС.
2. Измерение в ТЕМ-камере помехоэмиссий и помехоустойчивости сигнальных цепей и цепей земля-питания, интегральной схемы.
3. Воздействие электростатического разряда на кабель. Измерение эффективности экранирования для разных металлов и их сплавов в ТЕМ-камере.

## 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

Согласована на портале № 59426

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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 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 № 59426

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 9 от «10» 12 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТУ | Т.Р. Газизов | Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТУ | Т.Р. Газизов | Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | А.Н. Булдаков | Согласовано, d65c269c-f546-4509-b920-73aeef59fee4 |
| Старший преподаватель, каф. ТУ | А.В. Бусыгина | Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | М.Е. Комнатнов | Разработано, ea7770b4-5518-4d2d-8b0f-320513d0c19f |

Согласована на портале № 59426