МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по учебной работе
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 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: **Радиотехнические системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84766

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Испытания на электромагнитную совместимость радиоэлектронной аппаратуры" 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. Приобретение навыков работы с измерительными приборами и специализированными устройствами применяемых при испытаниях РЭА на ЭМС.
2. Изучение основных методов и способов проведения испытаний РЭА на ЭМС.
3. Изучение требований стандартов по ЭМС при испытаниях РЭА.
4. Освоение основных способов ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных помех.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.07.01.
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 № 84766

ПК-4. Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований	ПК-4.1. Знает методики проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	Применяет различные методики при проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
	ПК-4.2. Умеет эффективно применять современные средства разработки при проектировании радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	Эффективно применяет современные средства разработки при проектировании радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
	ПК-4.3. Владеет современными технологиями проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	Применяет современные подходы при проектировании радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов
ПК-5. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-5.1. Знает теорию эксперимента, способы его организации и планирования и современные средства, и методы проведения экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности	Знает требования к проведению экспериментальных исследований и испытаний на ЭМС радиотехнических устройств и систем
	ПК-5.2. Умеет планировать, организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов	Подбирает и корректно применяет методы и средства для проведения испытаний на ЭМС радиотехнических устройств и систем
	ПК-5.3. Владеет навыками планирования, организации, проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных с применением современных средств и методов	Владеет навыками составления плана экспериментального исследования и программы проведения испытаний на ЭМС радиотехнических устройств и систем, а также проведения исследований и испытаний согласно разработанной программе

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

Согласована на портале № 84766

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	108	108
Подготовка к зачету с оценкой	54	54
Подготовка к тестированию	54	54
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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение в электромагнетизм	2	2	16	20	ПК-4, ПК-5
2 Измерительные приборы, антенны и специализированные устройства	6	6	24	36	ПК-4, ПК-5
3 Испытания на кондуктивные помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	2	2	16	20	ПК-4, ПК-5
4 Испытания на излучаемые помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	2	2	16	20	ПК-4, ПК-5
5 Стандартизация, сертификация и проведение типовых испытаний на соответствие требованиям ЭМС	4	4	20	28	ПК-4, ПК-5
6 Основные методы и способы ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных эмиссии и восприимчивости РЭА	2	2	16	20	ПК-4, ПК-5
Итого за семестр	18	18	108	144	
Итого	18	18	108	144	

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
3 семестр			

Согласована на портале № 84766

1 Введение в электромагнетизм	Историческая справка. Взаимосвязь между электрическими и магнитными полями. Методология испытаний на ЭМС. Синфазный и дифференциальный режим. Статические поля. Обоснованность и достоверность результатов измерений. Методы подавления электромагнитных помех.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
2 Измерительные приборы, антенны и специализированные устройства	Приборы для измерения во временной и частотной областях. Антенны и датчики. Специализированные устройства применяемые при испытаниях на ЭМС. Устройства на основе линий передачи. Открытая испытательная площадка, безэховая и реверберационная камеры.	6	ПК-4, ПК-5
	Итого	6	
3 Испытания на кондуктивные помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Взаимосвязь токов в проводниках. Проведение испытаний на кондуктивные эмиссию и восприимчивость. Кондуктивные помехоэмиссия и помехоустойчивость.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
4 Испытания на излучаемые помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Проведение испытаний на излучаемые эмиссии и восприимчивость. Излучаемые помехоэмиссия и помехоустойчивость.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
5 Стандартизация, сертификация и проведение типовых испытаний на соответствие требованиям ЭМС	Требования стандартов при сертификации РЭА. Типовые испытания на излучаемые эмиссию и восприимчивость. Типовые испытания на кондуктивные эмиссию и восприимчивость. Повторяемость результатов измерения. Подходы по выявлению «слабых» мест РЭА.	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 84766

6 Основные методы и способы ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных эмиссии и восприимчивости РЭА	Анализ и ослабление кондуктивных, излучаемых и перекрёстных помех. Быстрые методы поиска проблемных мест РЭА. Быстрые методы и способы ослабления электромагнитных помех. Альтернативные и специфические методы и способы ослабления электромагнитных помех. Ослабление электромагнитных помех на системном уровне.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
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
3 семестр			
1 Введение в электромагнетизм	Анализ взаимосвязи электрических и магнитных полей. Анализ синфазного и дифференциального режима. Статистическая обработка результатов.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
2 Измерительные приборы, антенны и специализированные устройства	Основы работы, настройка и калибровка приборов и специализированных устройств. Изучение принципов работы и организации испытательной базы с использованием безэховой камеры, TEM/GTEM-камеры, полосковой линии, измерительного приемника, генератора, усилителя мощности, специализированного программного обеспечения, антенны, направленного ответвителя и измерителя мощности.	6	ПК-4, ПК-5
	Итого	6	
3 Испытания на кондуктивные помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к кондуктивным помехам. Изучение типовых схем проведения испытаний на кондуктивные эмиссию и восприимчивость РЭА.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 84766

4 Испытания на излучаемые помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Анализ требований по эмиссиям и устойчивости к излучаемым помехам. Изучение типовых схем проведения испытаний на излучаемые эмиссию и восприимчивость РЭА.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
5 Стандартизация, сертификация и проведение типовых испытаний на соответствие требованиям ЭМС	Изучение требований стандартов для сертификации РЭА. Проведение типовых испытаний на излучаемые эмиссию и восприимчивость РЭА. Проведение типовых испытаний на кондуктивные эмиссию и восприимчивость РЭА. Практические подходы по выявлению «слабых» мест РЭА.	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
6 Основные методы и способы ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных эмиссии и восприимчивости РЭА	Ослабление кондуктивных, излучаемых и перекрёстных помех. Ослабление электромагнитных помех на системном уровне.	2	ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
3 семестр				
1 Введение в электромагнетизм	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	16		

Согласована на портале № 84766

2 Измерительные приборы, антенны и специализированные устройства	Подготовка к зачету с оценкой	12	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	12	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	24		
3 Испытания на кондуктивные помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	16		
4 Испытания на излучаемые помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	16		
5 Стандартизация, сертификация и проведение типовых испытаний на соответствие требованиям ЭМС	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	10	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	20		
6 Основные методы и способы ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных эмиссии и восприимчивости РЭА	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

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.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование
ПК-5	+	+	+	Зачёт с оценкой, 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

Согласована на портале № 84766

3 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	30	30
Тестирование	20	20	30	70
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	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. 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.

3. Седельников, Ю. Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин ; под редакцией Ю. Е. Седельникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 318 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/515886.

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 / Т. Р. Газизов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 65 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8202.

Согласована на портале № 84766

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. Аполлонский, С. М. Электромагнитная и функциональная безопасности в сложных технических системах : учебное пособие для вузов / С. М. Аполлонский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 631 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/509516.

3. 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.;

Согласована на портале № 84766

- 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 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;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. 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.

Согласована на портале № 84766

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 электромагнетизм	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Измерительные приборы, антенны и специализированные устройства	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Испытания на кондуктивные помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Испытания на излучаемые помехоэмиссию и помехоустойчивость РЭА	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Стандартизация, сертификация и проведение типовых испытаний на соответствие требованиям ЭМС	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Основные методы и способы ослабления кондуктивных и излучаемых электромагнитных эмиссии и восприимчивости РЭА	ПК-4, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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

Согласована на портале № 84766

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
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 или 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.

Согласована на портале № 84766

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.

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.

Согласована на портале № 84766

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.
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.

Согласована на портале № 84766

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.
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 вопросов для зачета с оценкой

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;

Согласована на портале № 84766

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;
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.

9.2. 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.

Согласована на портале № 84766

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 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.

Согласована на портале № 84766

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 № 84766

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Жечева	Согласовано, 10222954-0bcd-4026-99f7-5b18919a1928
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135

РАЗРАБОТАНО:

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

Согласована на портале № 84766