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

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника и микропроцессорная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	24	24	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	6	6	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	6	6	часов
Самостоятельная работа	86	86	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	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 № 62740

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение знаний в области обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) электронных устройств радиоэлектронной аппаратуры, как между собой, так и с любыми преобразователями электрической энергии, находящимися в непосредственной близости или подключенными к общему источнику питания.

1.2. Задачи дисциплины

1. – Изучение вопросов обеспечения стойкости устройств к внешним воздействиям наносекундной и микросекундной длительности, а также их стойкости к электростатическим разрядам – Изучение распространения паразитных электромагнитных помех как по цепям питания, управления и нагрузки, так и посредством воздействия электромагнитным полем индукции от преобразователей электрической энергии. – Изучение частотных зависимостей и величины излучаемой энергии базовыми элементами преобразовательных устройств.

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.01.06.
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		
ПКР-1. Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора,изучения и анализа литературных и патентных источников	ПКР-1.1. Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и наноэлектроники.	Знает основные технические требования по выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и наноэлектроники.
	ПКР-1.2. Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и наноэлектроники.	Умеет анализировать литературные, патентные источники, а также требования стандартов при разработке изделий микро- и наноэлектроники.
	ПКР-1.3. Владеет навыками конструирования изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет основными навыками проектирования и конструирования устройств микро- и наноэлектроники.

Согласована на портале № 62740

ПКР-3. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПКР-3.1. Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства.	Знает принципы составления и подготовки технических заданий на электронные устройства
	ПКР-3.2. Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники.	Умеет разрабатывать приборы, устройства и системы электронной техники.
	ПКР-3.3. Владеет навыками разработки рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий микро- и наноэлектроники.	Владеет практическими навыками рабочей топологии и технологией монтажа электронных устройств, а также компонентной базы.
ПКР-4. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	ПКР-4.1. Знает нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации.	Знает нормативные требования к разработке документации на электронные устройства
	ПКР-4.2. Умеет использовать стандарты и нормативные требования при разработке документации.	Умеет использовать и применять государственные стандарты и нормативные требования применительно к электронному устройству при разработке документации.
	ПКР-4.3. Владеет навыками выпуска документации для организации серийного выпуска изделий.	Владеет навыками подготовки и выпуска необходимой документации для организации серийного выпуска изделий и устройств.

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 5 зачетных единиц, 180 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	58	58
Лекционные занятия	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	86	86
Подготовка к тестированию	38	38
Написание реферата	24	24
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Подготовка мультимедийной презентации	8	8
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 62740

Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	2	-	-	4	6	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	4	4	-	4	12	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
3 Распространение электромагнитных помех	4	4	8	20	36	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	2	4	-	4	10	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	2	6	8	22	38	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	4	-	-	12	16	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	2	-	-	12	14	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	2	-	-	4	6	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	2	-	-	4	6	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
Итого за семестр	24	18	16	86	144	
Итого	24	18	16	86	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)

Согласована на портале № 62740

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование по уровням электромагнитных воздействий и по частотным спектрам. Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье и расчет амплитудных коэффициентов Фурье.	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
3 Распространение электромагнитных помех	Распространение электромагнитных помех по портам питания, управления, нагрузок и посредством индукционных наводок через электромагнитное поле Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 62740

5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов. Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	Методики испытаний приборов и комплексов в соответствии с ГОСТ и правилами измерительной техники.	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Способы борьбы с электромагнитными помехами устройств преобразовательной техники и обеспечение их помехоустойчивости Основные виды схем заземления и способы их подключения	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Методики создания экранов и их расчет	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры, фильтры помех	2	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

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			

Согласована на портале № 62740

2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
3 Распространение электромагнитных помех	Распространение электромагнитных помех по портам питания	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств, обоснование параметров и возникновение новых свойств.	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость, основные параметры исследуемых объектов.	6	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	6	
	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
2 семестр			
3 Распространение электромагнитных помех	Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения.	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ЭВМ по цепям питания	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	8	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	8	
	Итого за семестр	16	

Согласована на портале № 62740

	Итого	16	

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 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
3 Распространение электромагнитных помех	Написание реферата	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Реферат
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	20		
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Написание реферата	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Реферат
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	22		

Согласована на портале № 62740

6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	Написание реферата	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Реферат
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	12		
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Подготовка мультимедийной презентации	8	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Мультимедийная презентация
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	12		
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		86		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		122		

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

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

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Согласована на портале № 62740

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	10	10	10	30
Реферат	0	0	10	10
Тестирование	5	10	5	20
Мультимедийная презентация	0	0	10	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	20	35	100
Нарастающим итогом	15	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)
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 радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / А. А. Тихомиров, В. И. Ефанов - 2012. 229 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 62740

1. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники : Учебное пособие / А. Н. Селяев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 245 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 238-245. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.).

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.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Селяев А.Н., Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В. Электромагнитная совместимость электронных устройств. Руководство к организации самостоятельной работы. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 45 с (данные методические указания используются при проведении практических занятий) [Электронныйресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar.

2. Скворцов В.А. Башкиров В.Н. Загородских Е.В. Электромагнитная совместимость электронных устройств. Методические указания к выполнению лабораторных работ 2016 (данные методические указания используются при проведении практических занятий): [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_l.rar.

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, 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 электромагнитной совместимости: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 030 ауд.

Согласована на портале № 62740

Описание имеющегося оборудования:
- Источник постоянного тока 0-30 В, 0-3 А;
- Трансформатор 220-240 В. 16 А, 3000 Вт;
- Осциллограф цифровой Tektronix;
- Испытательный генератор микросекундных импульсных помех;
- Испытательный генератор наносекундных импульсных помех;
- Испытательный генератор электростатических разрядов;
- Радиоизмерительный комплект с антеннами;
- Измеритель импеданса цифровой;
- Персональный компьютер (2 шт.);
- Измеритель LCR (5 шт.);
- Анализатор спектра AgilentTechnologies;
- ВЧ генератор сигналов;
- Источник питания постоянного тока (2 шт.);
- Усилитель широкополосный (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория электромагнитной совместимости: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 030 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Источник постоянного тока 0-30 В, 0-3 А;
- Трансформатор 220-240 В. 16 А, 3000 Вт;
- Осциллограф цифровой Tektronix;
- Испытательный генератор микросекундных импульсных помех;
- Испытательный генератор наносекундных импульсных помех;
- Испытательный генератор электростатических разрядов;
- Радиоизмерительный комплект с антеннами;
- Измеритель импеданса цифровой;
- Персональный компьютер (2 шт.);
- Измеритель LCR (5 шт.);
- Анализатор спектра AgilentTechnologies;
- ВЧ генератор сигналов;
- Источник питания постоянного тока (2 шт.);
- Усилитель широкополосный (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

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.

Согласована на портале № 62740

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 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 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 62740

3 Распространение электромагнитных помех	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Мультимедийная презентация	Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	ПКР-1, ПКР-3, ПКР-4	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

Согласована на портале № 62740

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
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.

Согласована на портале № 62740

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Параметры импульсных сигналов: Варианты ответов
   а). Амплитуда, частота.
   б). Длительность, скважность импульсов.
   в) Относительная длительность импульсов, частота, время фронта
   г). Амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершин
2. Частотный диапазон работы усилителя постоянного тока: Варианты ответов
   а). fн =0, fв =f1
   б). fн=f1, fв=f2.
   в). fн=fв=f.
   г). fн=0, fв=0
3. Задачи, решаемые стабилизатором напряжения: Варианты ответов
   а). Компенсирует выходное напряжение при изменении сопротивления нагрузки
   б). Поддерживает неизменным выходное напряжение при изменении входного
   в). Обеспечивает неизменность выходной мощности
   г). Обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки
4. Свойство избирательного усилителя: Варианты ответов
   а). Усиливает по постоянному току.
   б). Ослабляет сигнал в заданном диапазоне частот.
   в). Обладает коэффициентом усиления на заданной частоте
   г). Повторяет входной сигнал .
5. Частотный диапазон работы избирательного усилителя: Варианты ответов
   а). fн =0 fв =f1
   б). fн=f1 , fв=f2
   в). fн=fв=f
   г). fн=0 , fв=0
6. Параметры обеспечиваемые эквивалентом сети: Варианты ответов
   а).Сопротивление сети
   б).Мощность сети
   в).Импеданс сети
7. Частотный диапазон эквивалента сети NNB-12: Варианты ответов:
   а)50 Гц-150 кГц.
   б)150 кГц-30 МГц
   в)30 МГц-3 ГГц
8. Частотный диапазон работы селективного микро вольтметра SMV - 11: Варианты ответов:
   а)50 Гц-150 кГц.
   б)150 кГц-30 МГц
   в)30 МГц-3 ГГц
   г)9 кГц - 30 МГц
9. Измерительный импеданс эквивалента сети NNB -12: Варианты ответов:
   а)150 Ом
   б) 75 Ом
   в) 50 Ом
10. В каком частотном диапазоне проводится измерение квазипиковых импульсных напряжений радиопомех QPI:
    а)50 Гц-150 кГц.
    б)150 кГц-30 МГц
    в)30 МГц-3 ГГц
    г)10 кГц - 150 кГц
11. В каком частотном диапазоне проводится измерение квазипиковых импульсных напряжений радиопомех QPII :
    а)50 Гц-150 кГц.
    б)150 кГц-30 МГц
    в)30 МГц-3 ГГц
    г)10 кГц - 150 кГц

Согласована на портале № 62740

12. Измерения уровня помехи проводится на всём частотном диапазоне в каких единицах? Варианты ответов
    а). Ом
    б). В
    в). дБ
    г). А
13. Для проведения испытаний на стойкость электронной аппаратуры к электростатическим разрядам используются генераторы, имитирующие высоковольтный электростатический разряд. Варианты ответов
    а). ИГЭ 15.2
    б). SMV 11
    в). NNB-12
    г). ИГМ 4.1
14. Для проведения испытаний на стойкость электронной аппаратуры используются имитационные генераторы высоковольтных импульсных помех, которые обладают возможностью введения кондуктивных помех на порты электропитания. Варианты ответов
    а). ИГЭ 15.2
    б). SMV 11
    в). NNB-12
    г). ИГМ 4.1
15. Устройство необходимое для того, чтобы избежать попадания помех на оборудование, не подлежащее испытаниям, которое может быть подключено к тем же линиям электропитания. Варианты ответов
    а). УСР
    б). ИТС
    в). МИП
    г). ФИ
16. Анализатор качества энергоснабжения МТ-1010 предназначен для измерения мощности, тока, напряжения, частоты, энергии, фазового сдвига, гармонических искажений. Укажите максимальное значение измеряемых гармоник. Варианты ответов
    а). 10
    б). 40
    в). 60
17. Результаты испытаний на стойкость к внешним воздействиям классифицируются, исходя из прекращения выполнения функций или ухудшения качества функционирования в сравнении с установленным уровнем. Укажите самый жесткий критерий качества функционирования -
    а). А
    б). В
    в). С
    г). D
18. Параметры импульсной последовательности: Варианты ответов
    а). Амплитуда, частота.
    б). Длительность, скважность импульсов.
    в) Относительная длительность импульсоыв, частота, время фронта
    г). Амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершин
19. Что за помехи, которые представляют собой токи, текущие по проводящим конструкциям и земле. Варианты ответов:
    а).Кондуктивные помехи
    б).Микросекундные импульсные помехи
    в).Индуктивные помехи
    г).Электромагнитные помехи
20. Что такое коммутационные переходные процессы? Варианты ответов
    а). Переключения в мощных системах электроснабжения
    б). Резонансные колебания в электрических сетях
    в). Дуговые разряды в электрических установках

Согласована на портале № 62740

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Защиты контактов механического ключа для снижения искрения .
2. Что такое индустриальная радиопомеха?
3. Что означает порт между ТС и внешней электромагнитной средой Какими параметрами характеризуется качество электрической энергии?
4. Какая частота является граничной между НЧ и ВЧ помехой?
5. Дать определение нежелательному радиоизлучению.
6. Что такое избирательность радио устройства
7. Что такое фликкер и доза фликкера?
8. Чем отличаются симметричная и несимметричная электромагнитные помехи?
9. Эквивалентная глубина проникновения электромагнитного поля в материал экрана
10. Особенность экранов от магнитных полей низкочастотного диапазона.
11. Типы фильтров от радиопомех.
12. Помехоэмиссия от кабелей питания устройств промышленной электроники.
13. Частотные зависимости модуля и фазы импеданса реальных резисторов.
14. Возникновение ВЧ-помех в транзисторных широтно-импульсных преобразователях.
15. Электрическая (емкостная) связь между системами.
16. Электромагнитная связь через общее сопротивление между системами.
17. Магнитная (индуктивная) связь между системами
18. Фильтр сетевого питания. Что такое синфазный дроссель и для чего он предназначен
19. Диодная защита для индуктивной нагрузки полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
20. Электромагнитная совместимость систем и пути распространения помех между источником и рецептором
21. Волновое сопротивление электромагнитного поля в ближней и дальней зоне излучения.
22. Чем характеризуется высокоомное и низкоомное поле в ближней зоне излучения.
23. Схемы замещения транзисторных широтно-импульсных преобразователей с учетом паразитных параметров
24. Влияние полосы пропускания приемников на измеряемый уровень радиопомех
25. Виды испытаний технических средств на помехоустойчивость.
26. В каких полосах частот измеряются напряжения и токи радиопомех, а в каких напряженности электрической и магнитной составляющих поля радиопомех
27. Что такое безэховая камера и для чего она необходима?
28. Чем характеризуется симметричная полосовая линия и для чего она нужна?
29. Для чего необходим эквивалент сети и какие они бывают.
30. Дать определение электромагнитной совместимости электротехнического оборудования
31. Дать определения квазипикового и пикового детекторов.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения.
2. Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ЭВМ по цепям питания
3. Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности
4. Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов

9.1.4. Примерный перечень тем для рефератов

1. Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости.
2. Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности.
3. Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов
4. Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле

Согласована на портале № 62740

5. Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.
6. Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье

9.1.5. Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций

1. Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.
2. Распространение электромагнитных помех по портам питания Физические основы распостранения помех.
3. Схемы замещения резисторов - базовых компонентов электронных схем .Частотные зависимости резисторов - базовых компонентов электронных схем.
4. Схемы замещения индуктивностей - базовых компонентов электронных схем. Частотные зависимости индуктивностей - базовых компонентов электронных схем
5. Схемы замещения конденсаторов - базовых компонентов электронных схем. Частотные зависимости конденсаторов - базовых компонентов электронных схем .

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 9.2.

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

Согласована на портале № 62740

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 № 62740

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 12 от «14» 12 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	В.Н. Башкиров	Разработано, d915ccac-f16f-44fd-9263-481885eaf50c

Согласована на портале № 62740