МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____Рулевский В.М.
«18» _____02_____ 2022 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 2022 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: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 64617

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.
2. Изучение распространения паразитных электромагнитных помех как по цепям питания, управления и нагрузки, так и посредством воздействия электромагнитным полем индукции от преобразователей электрической энергии.
3. 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 профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.05.
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 № 64617

ПК-3. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-3.1. Знает специфику методологии научных исследований в своей предметной области	Разрабатывает методики научных исследований на ЭМС в соответствии с областью применения электронного устройства.
	ПК-3.2. Умеет осуществлять постановку целей и задач исследования	Осуществляет постановку целей и задач исследования устройств силовой энергетической электроники на ЭМС в соответствии с техническими требованиями.
	ПК-3.3. Владеет опытом системного анализа предмета исследования	Применяет опыт системного анализа и исследования электронных устройств на ЭМС с различными функциональными узлами.
ПК-5. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-5.1. Знает принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение	Применяет принципы планирования и методики автоматизации эксперимента, с использованием информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение
	ПК-5.2. Умеет применять принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационноизмерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение	Планирует эксперимент с применением принципов и методов автоматизации на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение
	ПК-5.3. Владеет навыками измерений в реальном времени	Проводит измерения в реальном времени с применением информационно-измерительных комплексов smv-11, SMV-8.

Согласована на портале № 64617

ПК-6. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-6.1. Знает современные средства и методы организации и проведения экспериментальных исследований	Планирует экспериментальные исследования на базе современных средств и методик организации эксперимента
	ПК-6.2. Умеет организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов	Организовывает и проводит экспериментальные исследования с применением современных средств и методов
	ПК-6.3. Владеет навыками применения современных средств и методов организации и проведения экспериментальных исследований	Применять современные средства и методы организации проведения экспериментальных исследований в области ЭМС

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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
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						

Согласована на портале № 64617

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

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	ПК-3, ПК-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 64617

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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 64617

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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры, фильтры помех	2	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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			
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
3 Распространение электромагнитных помех	Распространение электромагнитных помех по портам питания	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 64617

5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость, основные параметры исследуемых объектов.	6	ПК-3, ПК-5, ПК-6
	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	ПК-5, ПК-6
	Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ЭВМ по цепям питания	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	8	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности	4	ПК-5, ПК-6
	Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
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	ПК-3, ПК-5	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 64617

2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5	Тестирование
	Итого	4		
3 Распространение электромагнитных помех	Написание реферата	8	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Реферат
	Подготовка к тестированию	4	ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-5, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	20		
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Написание реферата	8	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Реферат
	Подготовка к тестированию	6	ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-5, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	22		
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	Написание реферата	8	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Реферат
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Итого	12		
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Подготовка мультимедийной презентации	8	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Мультимедийная презентация
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Итого	12		

Согласована на портале № 64617

8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Подготовка к тестированию	4	ПК-3, ПК-5, ПК-6	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.	
ПК-3	+	+		+	Мультимедийная презентация, Реферат, Тестирование, Экзамен
ПК-5	+	+	+	+	Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Реферат, Тестирование, Экзамен
ПК-6	+	+	+	+	Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Реферат, 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	10	10	10	30
Реферат	0	0	10	10
Тестирование	5	10	5	20
Мультимедийная презентация	0	0	10	10
Экзамен				30

Согласована на портале № 64617

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

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

Согласована на портале № 64617

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.

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;

Согласована на портале № 64617

- 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, 209 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.

Согласована на портале № 64617

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.	ПК-3, ПК-5	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Распространение электромагнитных помех	ПК-3, ПК-5, ПК-6	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)	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 64617

5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	ПК-3, ПК-5, ПК-6	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	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	ПК-3, ПК-5, ПК-6	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.	ПК-3, ПК-5, ПК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	ПК-3, ПК-5, ПК-6	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 № 64617

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. 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). $f_н$ =0, $f_в$ =f1
   б). $f_н$=f1, $f_в$=f2.
   в). $f_н$=$f_в$=f.
   г). $f_н$=0, $f_в$=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

Согласована на портале № 64617

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
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

Согласована на портале № 64617

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). A
    б). B
    в). C
    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

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.

Согласована на портале № 64617

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
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

Согласована на портале № 64617

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
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:

Согласована на портале № 64617

– 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 № 64617

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 15 от «28» 10 2021 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 № 64617