МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ 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: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Самостоятельная работа	64	64	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 25412

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 49 от « 5 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент кафедра "Промышленной электроники" _____ В. А. Скворцов

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры "Промышленной электроники" _____ Н. С. Легостаев

Доцент кафедры "Физической электроники" _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 25412

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

– 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

Дисциплина «Электромагнитная совместимость электронных устройств» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Импульсно-модуляционные системы, Компьютерные сети и системы, Методы математического моделирования, Силовые цепи устройств энергетической электроники, Электропитание ЭВМ.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 готовностью 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 готовностью 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-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-7 готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;

– ПСК-2 способностью к проведению испытаний электронных устройств на электромагнитную совместимость и владение способами борьбы с электромагнитными помехами;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • пути, характер и распространение электромагнитных помех; • способы борьбы с электромагнитными помехами; • способы защиты от электромагнитных помех; • методики и типы испытаний устройств преобразовательной техники на электромагнитную совместимость; • приборы для измерения индустриальных радиопомех;

– **уметь** • локализовать источники электромагнитных помех; • определять спектральный состав электромагнитных помех; • использовать на практике существующие методы борьбы с электромагнитными помехами;

– **владеть** • специализированным оборудованием для измерения и анализа электромагнитных помех; • методами оценки электромагнитной обстановки и способами борьбы с электромагнитными помехами; • нормативной документацией по ЭМС

Согласована на портале № 25412

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Выполнение индивидуальных заданий	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	28	28
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	2	0	0	0	2	ПК-1
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	2	2	0	8	12	ПК-1
3 Распространение электромагнитных помех	2	2	4	10	18	ПК-1, ПК-4
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	2	1	0	8	11	ПК-1
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	2	1	4	10	17	ПК-3

Согласована на портале № 25412

6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	2	0	4	8	14	ПК-7
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	2	2	4	7	15	ПСК-2
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	2	2	0	7	11	ПК-3
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	2	0	0	6	8	ПСК-2
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Предмет, цель и структура курса электромагнитной совместимости.	Основные термины и определения в области электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств	2	ПК-1
	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	2	ПК-1
	Итого	2	
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	2	ПК-4
	Итого	2	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем	.Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 25412

устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)			
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядовИспытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости	2	ПК-3
	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	2	ПК-7
	Итого	2	
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	ПСК-2
	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
	Итого	2	
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры, фильтры помех	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									

Согласована на портале № 25412

1 Импульсно-модуляционные системы		+					+		
2 Компьютерные сети и системы							+	+	
3 Методы математического моделирования	+			+					
4 Силовые цепи устройств энергетической электроники				+		+			+
5 Электропитание ЭВМ			+	+	+				
Последующие дисциплины									
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+					+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-3	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+				Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-7	+		+	+	Отчет по лабораторной работе, Тест
ПСК-2	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 25412

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
3 Распространение электромагнитных помех	Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания	4	ПК-3
	Итого	4	
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности	4	ПК-7
	Итого	4	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов	4	ПСК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Распространение электромагнитных помех	. Распространение электромагнитных помех по портам питания	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Частотные зависимости базовых элементов схем	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств, обоснование параметров и возникновение новых свойств	1	ПК-1

Согласована на портале № 25412

устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Итого	1	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость, основные параметры исследуемых объектов	1	ПК-3
	Итого	1	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Способы борьбы с электромагнитными помехами, по цепям питания	2	ПСК-2
	Итого	2	
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей в заданном диапазоне частот	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
2 Электромагнитная совместимость технических средств и их ранжирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	8		
3 Распространение электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 25412

	лабораторным работам			
	Итого	10		
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	Проработка лекционного материала	4	ПК-7	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
8 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Проработка лекционного материала	1	ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Итого	7		
9 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Проработка лекционного материала	6	ПСК-2	Собеседование, Тест
	Итого	6		
Итого за семестр		64		

Согласована на портале № 25412

Итого	64		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
3 семестр				
Конспект самоподготовки	1	1	2	4
Опрос на занятиях	3	4	2	9
Отчет по индивидуальному заданию			20	20
Отчет по лабораторной работе		10	30	40
Отчет по практическому занятию	2	2	2	6
Собеседование		5	10	15
Тест	3	2	1	6
Итого максимум за период	9	24	67	100
Нарастающим итогом	9	33	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

Согласована на портале № 25412

	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748, дата обращения: 10.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Тальгат Рашитович. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры : Учебное пособие для вузов / Т. Р. Газизов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. - 254[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 244-254. - ISBN 5-91302-018-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Селяев, А. Н. 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 - 80 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar, дата обращения: 10.05.2018.
2. 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] - Режим доступа: http://www.ie.tusur.ru/docs/sva/ems.rar, дата обращения: 10.05.2018.

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информаци-

Согласована на портале № 25412

онно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. 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;
- ВЧ генератор сигналов;
- Источник питания постоянного тока (2 шт.);
- Усилитель широкополосный (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows

13.1.3. 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;

Согласована на портале № 25412

- 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:

– Microsoft Windows

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной

Согласована на портале № 25412

компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Параметры импульсных сигналов:
Варианты ответов-
а). Амплитуда, частота.
б). Длительность, скважность импульсов.
в) Относительная длительность импульсоыв, 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 напряже-

Согласована на портале № 25412

ний радиопомех QPI:

Варианты ответов -

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 :

Варианты ответов -

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 -

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, энер-гии, 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

Согласована на портале № 25412

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
г).Индуктивные помехи
д).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

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Виды испытаний технических средств на помехоустойчивость.
Виды испытаний технических средств на помехоэмиссию.
Схемы замещения транзисторных широтно-импульсных преобразователей с учетом паразитных параметров.
Помехоэмиссия от кабелей питания устройств промышленной электроники.
Схемы замещения базовых радиоэлементов электронных схем.
Способы борьбы с электромагнитными помехами
Влияние полосы пропускания устройств на измеряемый уровень радиопомех.
Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех.
Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие электростатических разрядов.

14.1.3. Темы индивидуальных заданий

Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей.

14.1.4. Вопросы на собеседование

Структура курса электромагнитной совместимости.
Основные термины и определения ЭМС.
Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности.
Сетевые фильтры радиопомех цепей питания устройств преобразовательной техники.
Фильтр ферриты с потерями и их преимущества.
Несущие частоты.
Типы фильтров от радиопомех.
Спектры идеальных и реальных напряжений от преобразователей электрической энергии.
Что такое синфазный дроссель и для чего он предназначен.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье.
Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.
Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле).

Согласована на портале № 25412

Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных помех и электростатических разрядов.

Сетевые фильтры радиопомех цепей питания устройств преобразовательной техники.

Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности.

Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости.

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Несущие частоты и спектры идеальных и реальных преобразователей электрической энергии.

Распространение электромагнитных помех по портам питания.

Физические основы распостранения помех.

Схемы замещения резисторов - базовых компонентов электронных схем

.Частотные зависимости резисторов - базовых компонентов электронных схем.

Схемы замещения индуктивностей - базовых компонентов электронных схем.

Частотные зависимости индуктивностей - базовых компонентов электронных схем.

Схемы замещения конденсаторов - базовых компонентов электронных схем.

Частотные зависимости конденсаторов - базовых компонентов электронных схем.

.Защита контактов механического ключа для снижения искрения.

Снижение уровня излучаемых помех витой пары, путем предварительного скремблирования передаваемых данных в слаботочных линиях связи.

14.1.7. Темы лабораторных работ

Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения.

Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов.

Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности

Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания.

14.1.8. Вопросы дифференцированного зачета

Защиты контактов механического ключа для снижения искрения .

Что такое индустриальная радиопомеха?

Что означает порт между ТС и внешней электромагнитной средой?

Какими параметрами характеризуется качество электрической энергии?

Какая частота является граничной между НЧ и ВЧ помехой?

Дать определение нежелательному радиоизлучению.

Что такое избирательность радио устройства?

Что такое фликкер и доза фликкера?

Чем отличаются симметричная и несимметричная электромагнитные помехи?

Эквивалентная глубина проникновения электромагнитного поля в материал экрана.

Особенность экранов от магнитных полей низкочастотного диапазона.

Типы фильтров от радиопомех.

Помехоэмиссия от кабелей питания устройств промышленной электроники.

Частотные зависимости модуля и фазы импеданса реальных резисторов.

Возникновение ВЧ-помех в транзисторных широтно-импульсных преобразователях.

Электрическая (емкостная) связь между системами.

Электромагнитная связь через общее сопротивление между системами.

Магнитная (индуктивная) связь между системами.

Фильтр сетевого питания.

Что такое синфазный дроссель и для чего он предназначен.

Диодная защита для индуктивной нагрузки полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

Электромагнитная совместимость систем и пути распространения помех между источником и рецептором.

Согласована на портале № 25412

Волновое сопротивление электромагнитного поля в ближней и дальней зоне излучения. Чем характеризуется высокоомное и низкоомное поле в ближней зоне излучения.

Схемы замещения транзисторных широтно-импульсных преобразователей с учетом паразитных параметров.

Влияние полосы пропускания приемников на измеряемый уровень радиопомех.

Виды испытаний технических средств на помехоустойчивость.

В каких полосах частот измеряются напряжения и токи радиопомех, а в каких напряженности электрической и магнитной составляющих поля радиопомех?

Что такое безэховая камера и для чего она необходима?

Чем характеризуется симметричная полосовая линия и для чего она нужна?

Для чего необходим эквивалент сети и какие они бывают.

Дать определение электромагнитной совместимости электротехнического оборудования.

Дать определения квазипикового и пикового детекторов.

14.1.9. Методические рекомендации

Лабораторный практикум необходимо проводить в специализированной лаборатории экранированной от внешних воздействий. Этому требованию отвечает лаборатория электромагнитной совместимости кафедры ПрЭ-030, корпуса ФЭТ.

При выполнении индивидуального задания необходимо пользоваться справочным информационным порталом для выделения необходимых параметров и методик в соответствии с ГОСТ по электромагнитной совместимости.

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 доступ-

Согласована на портале № 25412

ная 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 № 25412