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: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	4	16	часов
2	Практические занятия	10	4	14	часов
3	Лабораторные работы	0	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	22	24	46	часов
5	Самостоятельная работа	14	39	53	часов
6	Всего (без экзамена)	36	63	99	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	36	72	108	часов
				3.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 35552

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 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 ПРЭ _____ В. А. Скворцов

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ) _____ Н. С. Легостаев

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 35552

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: Электромагнитная совместимость электронных устройств.

Последующими дисциплинами являются: Электромагнитная совместимость электронных устройств, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

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 электромагнит-

Согласована на портале № 35552

ных помех; • методами оценки электромагнитной обстановки и способами борьбы с электромагнитными помехами; • нормативной документацией по ЭМС

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	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	22	24
Лекции	16	12	4
Практические занятия	14	10	4
Лабораторные работы	16		16
Самостоятельная работа (всего)	53	14	39
Выполнение расчетных работ	10	0	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	0	16
Проработка лекционного материала	6	6	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	8	4
Выполнение контрольных работ	9	0	9
Всего (без экзамена)	99	36	63
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	108	36	72
Зачетные Единицы	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
4 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	4	8	ПК-1
3 Распространение электромагнитных помех	2	2	0	3	7	ПК-1, ПК-4
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конден-	2	2	0	2	6	ПК-1

Согласована на портале № 35552

саторов, индуктивностей, механических контактов реле)						
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	2	2	0	2	6	ПК-3
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	1	0	0	1	2	ПК-7
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	1	2	0	2	5	ПСК-2
Итого за семестр	12	10	0	14	36	
5 семестр						
8 Распространение электромагнитных помех	1	0	8	8	17	ПК-1, ПК-3, ПК-4
9 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	1	0	8	8	17	ПК-3, ПК-7, ПСК-2
10 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	1	4	0	14	19	ПК-3
11 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	1	0	0	9	10	ПСК-2
Итого за семестр	4	4	16	39	63	
Итого	16	14	16	53	99	

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
4 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.	2	ПК-1

Согласована на портале № 35552

	Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье и расчет амплитудных коэффициентов Фурье		
	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 устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	.Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики	2	ПК-1
	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
	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	1	ПК-7
	Итого	1	
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	1	ПСК-2
	Итого	1	
Итого за семестр		12	
5 семестр			
8 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	1	ПК-4
	Итого	1	

Согласована на портале № 35552

9 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	1	ПК-3
	Итого	1	
10 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Методики создания экранов и их расчет	1	ПК-3
	Итого	1	
11 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Сглаживающие фильтры, фильтры дифференциальных и синфазных составляющих помех, энергетические фильтры, фильтры помех	1	ПСК-2
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
Итого		16	

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	10	11
Предшествующие дисциплины											
1 Электромагнитная совместимость электронных устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины											
1 Электромагнитная совместимость электронных устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты						+					

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.

Согласована на портале № 35552

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, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-3	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест
ПК-4	+			+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-7	+		+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПСК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
8 Распространение электромагнитных помех	Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения	4	ПК-1, ПК-3
	Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания	4	
	Итого	8	
9 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности	4	ПК-7, ПСК-2
	Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов	4	
	Итого	8	

Согласована на портале № 35552

Итого за семестр		16	
Итого		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
4 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 устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Частотные зависимости базовых элементов схем устройств, обоснование параметров и возникновение новых свойств	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость, основные параметры исследуемых объектов	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Способы борьбы с электромагнитными помехами, по цепям питания	2	ПСК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
5 семестр			
10 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	4	ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 35552

Итого за семестр		4	
Итого		14	

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
4 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	2		
	Итого	4		
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	1		
	Итого	3		
4 Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, механических контактов реле)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
5 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3	Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
6 Методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.	Проработка лекционного материала	1	ПК-7	Тест
	Итого	1		

Согласована на портале № 35552

7 Способы борьбы с электромагнитными помехами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-2	Тест
	Проработка лекционного материала	0		
	Итого	2		
Итого за семестр		14		
5 семестр				
8 Распространение электромагнитных помех	Проработка лекционного материала	0	ПК-4, ПК-1	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	8		
9 Испытательное оборудование на электромагнитную совместимость и помехоустойчивость электронных устройств	Проработка лекционного материала	0	ПК-3, ПК-7	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	8		
10 Экранирование магнитных и электрических помеховых полей, а также расчет их эффективности. Экранирование коаксиальных кабелей и их подсоединения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-3	Расчетная работа, Собеседование, Тест
	Выполнение расчетных работ	10		
	Итого	14		
11 Фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств	Выполнение контрольных работ	9	ПСК-2	Контрольная работа, Тест
	Итого	9		
Итого за семестр		39		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		62		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

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: 29.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Тальгат Рашитович. Электромагнитная совместимость и безопасность радио-

Согласована на портале № 35552

электронной 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. 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://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_s.rar (дата обращения: 29.06.2018).

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://ie.tusur.ru/docs/sva/ems_l.rar (дата обращения: 29.06.2018).

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

Согласована на портале № 35552

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;
- 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.;

Согласована на портале № 35552

- 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 компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

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
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
. Задачи, решаемые стабилизатором напряжения:
Варианты ответов-

Согласована на портале № 35552

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
. 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
. 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
.Параметры обеспечиваемые эквивалентом сети:
Варианты ответов-
а).Сопротивление сети
б).Мощность сети
в).Импеданс сети
Частотный диапазон эквивалента сети NNB-12:
Варианты ответов:
а)50 Гц-150 кГц.
б)150 кГц-30 МГц
в)30 МГц-3 ГГц
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
.Измерительный импеданс эквивалента сети NNB -12:
Варианты ответов:
а)150 Ом
б) 75 Ом
в) 50 Ом
.В каком частотном диапазоне проводится измерение квазипиковых импульсных напряжений радиопомех QPI:
Варианты ответов -
а)50 Гц-150 кГц.
б)150 кГц-30 МГц
в)30 МГц-3 ГГц
г)10 кГц - 150 кГц
.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
.Измерения уровня помехи проводится на всём частотном диапазоне в каких единицах?
Варианты ответов -
а). Ом

Согласована на портале № 35552

б). В
в). дБ
г). А

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

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

.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

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

.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

. 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

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

Согласована на портале № 35552

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. Экзаменационные вопросы

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

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.

14.1.3. Темы контрольных работ

Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле).

Сетевые фильтры радиопомех цепей питания устройств преобразовательной техники

Способы борьбы с электромагнитными помехами в устройствах преобразовательной техники малой мощности

14.1.4. Темы опросов на занятиях

.Схемы замещения базовых элементов электронных устройств, их свойства и характеристики

Испытательное оборудование для испытания устройств на воздействие микросекундных

Согласована на портале № 35552

помех и электростатических разрядов. Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости

Способы борьбы с электромагнитными помехами устройств преобразовательной техники и обеспечение их помехоустойчивости Основные виды схем заземления и способы их подключения

14.1.5. Вопросы на собеседование

Структура курса электромагнитной совместимости.

Основные термины и определения ЭМС

Фильтр ферриты с потерями и их преимущества

Несущие частоты

Что такое синфазный дроссель и для чего он предназначен.

Спектры идеальных и реальных напряжений от преобразователей электрической энергии.

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Испытательное оборудование для определение параметров электромагнитной совместимости.

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

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

Частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники (резисторов, конденсаторов индуктивностей, механических контактов реле

Методики и типы испытаний на определение параметров электро-магнитной совместимости и помехо-устойчивости технических средств.

Влияние полосы пропускания на измеряемый уровень радиопомех. Ряды Фурье

14.1.7. 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.

14.1.8. Темы расчетных работ

Расчет эффективности экранирования магнитных и электрических помеховых полей

14.1.9. Темы лабораторных работ

Исследование на эмиссию индустриальных помех электрической машины последовательного возбуждения

Исследование на эмиссию индустриальных помех источника питания ВУ по цепям питания

Испытания устройств электронной техники на устойчивость к импульсным помехам малой длительности

Испытание устройств на воздействие электростатических разрядов

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.

Согласована на портале № 35552

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 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 № 35552