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

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	18	42	часов
2	Практические занятия	24		24	часов
3	Лабораторные работы	8	8	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		18	18	часов
5	Всего аудиторных занятий	56	44	100	часов
6	Из них в интерактивной форме	6	8	14	часов
7	Самостоятельная работа	16	28	44	часов
8	Всего (без экзамена)	72	72	144	часов
9	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
10	Общая трудоемкость	72	108	180	часов
		2.0	3.0	5.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр
Экзамен: 9 семестр
Курсовая работа (проект): 9 семестр

Согласована на портале № 25657

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 16 от «29» 3 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 25657

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. КИПР	_____	А. С. Шостак
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	_____	В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. КИПР	_____	В. М. Карабан

Эксперты:

Профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	Е. В. Масалов
Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 25657

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями требований электромагнитной совместимости при проектировании конструкций современных электронных средств, включая объекты микро и наноэлектроники, при наличии непреднамеренных радиопомех естественного и искусственного происхождения.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов знания основных источников помех естественного и искусственного происхождения, особенностей их влияния на функционирование электронных средств, способов и методы борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость» (Б1.Б.29) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Антенны и устройства сверхвысокой частоты, Прием и обработка сигналов, Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования, Электродинамика и распространение радиоволн.

Последующими дисциплинами являются: Организация воздушного движения, Преддипломная практика, Радиолокационные системы, Радионавигационные системы, Системы связи и телекоммуникаций, Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

– ПК-27 готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** знать основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств.

– **уметь** уметь конструировать и решать задачи по расчёту эффективности экранов и по расчёту фильтров.

– **владеть** владеть методами борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами, методами расчёта различных экранов и фильтров.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	100	56	44
Лекции	42	24	18
Практические занятия	24	24	
Лабораторные работы	16	8	8
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18		18
Из них в интерактивной форме	14	6	8
Самостоятельная работа (всего)	44	16	28

Согласована на портале № 25657

Оформление отчетов по лабораторным работам	11	4	7
Проработка лекционного материала	11	7	4
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	5	17
Всего (без экзамена)	144	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость, ч	180	72	108
Зачетные Единицы	5.0	2.0	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	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр							
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	6	0	0	1	0	7	ОК-1, ПК-27
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	6	0	0	2	0	8	ОК-1, ПК-27
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	6	0	8	6	0	20	ОК-1, ПК-27
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	6	24	0	7	0	37	ОК-1, ПК-27
Итого за семестр	24	24	8	16	0	72	
9 семестр							
5 Экранирование. Виды экранирования.	5	0	0	1	18	6	ОК-1, ПК-27
6 Методы устранения от высокочастотных помех	5	0	8	19		32	ОК-1, ПК-27
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	4	0	0	7		11	ОК-1, ПК-27
8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	4	0	0	1		5	ОК-1, ПК-27
Итого за семестр	18	0	8	28	18	72	
Итого	42	24	16	44	18	144	

Согласована на портале № 25657

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
8 семестр			
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	Применение системного подхода для оценки ЭМС. Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода. Системный - блочно-иерархический подход. Система и подсистемы. Разделение ЭМС РЭС на внешнюю и внутреннюю ЭМС. Уровни разукрупнения РЭС. Принципы системного подхода: взаимозависимость системы и среды; открытость системы; ингерентность; множественность описания; целостность системы на основе частей, несводимость системы к сумме её элементов, целенаправленность системы); наличие в системах технических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.	6	ОК-1, ПК-27
	Итого	6	
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	Особенности измерений и испытаний в области ЭМС: широкий диапазон частот; широкий динамический диапазон уровней сигналов и помех; разнообразие спектров; разнообразие методов и методик измерений; требования к средствам измерения; использования метрологической аттестации; стандартизация методов, средств и методик измерений; широкая сфера методов и средств измерений; специфические средства измерений. Задачи измерений и испытаний в области ЭМС.- Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Портативный измерительный комплекс («НПФ Микран»).	6	ОК-1, ПК-27
	Итого	6	
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами.Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств.	6	ОК-1, ПК-27
	Итого	6	

Согласована на портале № 25657

4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств..Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств.Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность.	6	ОК-1, ПК-27
	Итого	6	
Итого за семестр		24	
9 семестр			
5 Экранирование. Виды экранирования.	Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. Экранирование высокочастотного магнитного поля. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет	5	ОК-1, ПК-27
	Итого	5	
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Устранение высокочастотных помех в цепях питания.Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла.	5	ОК-1, ПК-27
	Итого	5	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания.	4	ОК-1, ПК-27
	Итого	4	
8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	Схема определения местоположения РЭС. Схема углового разноса системы связи с искусственного спутника Земли (ИСЗ) и радиорелейной линии (РРЛ).Использование поляризационных различий. Использование временного фактора. Методы временного бланкирования основаны. Структурная схема устройства защиты приемника от импульсной помехи.	4	ОК-1, ПК-27

Согласована на портале № 25657

	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		42	

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
Предшествующие дисциплины								
1 Антенны и устройства сверхвысокой частоты	+					+		+
2 Прием и обработка сигналов	+				+		+	
3 Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования		+						+
4 Электродинамика и распространение радиоволн			+					+
Последующие дисциплины								
1 Организация воздушного движения	+						+	
2 Преддипломная практика	+					+		+
3 Радиолокационные системы				+			+	
4 Радионавигационные системы			+	+				
5 Системы связи и телекоммуникаций							+	
6 Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения			+					+

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.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 25657

ОК-1	+	+	+			Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-27	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лабораторные занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
8 семестр				
Мозговой штурм	2	2	2	6
Итого за семестр:	2	2	2	6
9 семестр				
Мозговой штурм		4	4	8
Итого за семестр:	0	4	4	8
Итого	2	6	6	14

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
8 семестр			
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта	8	ОК-1, ПК-27
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
9 семестр			
6 Методы устранения от	Компьютерное проектирование активных	8	ОК-1, ПК-

Согласована на портале № 25657

высокочастотных помех	фильтров Баттерворта и Чебышева		27
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
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
8 семестр			
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов	6	ОК-1, ПК-27
	Расчёт активного фильтра нижних частот	6	
	Расчёт высокочастотных фильтров	6	
	Расчёт активного фильтра нижних частот	6	
	Итого	24	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

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
8 семестр				
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	Проработка лекционного материала	1	ПК-27	Опрос на занятиях
	Итого	1		
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	Проработка лекционного материала	2	ПК-27	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на	Проработка лекционного материала	2	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 25657

основе частотных факторов	Итого	6		
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	7		
Итого за семестр		16		
9 семестр				
5 Экранирование. Виды экранирования.	Проработка лекционного материала	1	ПК-27	Опрос на занятиях
	Итого	1		
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Итого	19		
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	Проработка лекционного материала	1	ПК-27	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		28		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		80		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Согласована на портале № 25657

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр		
Анализ технического задания. Подбор необходимой учебно-методической литературы. Проведение предварительных расчетов по теме проекта. Анализ соответствия с техническим заданием. Проведение окончательных расчетов. Формулировка выводов по работе. Оформление пояснительной записки. Подготовка к защите курсового проекта.	18	ПК-27
Итого за семестр	18	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Примерный перечень тем курсовой работы:

–

– 1) Анализ требований, предъявляемых к автономным системам электропитания с учётом ЭМС.

– 2) Особенности электромагнитной обстановки на промышленных объектах.

– 3) Электромагнитная совместимость радиоприемных устройств СВЧ.

– 4) Электромагнитная совместимость в приводной технике.

– 5) Выбор оптимальной структуры сигнала с целью обеспечения электромагнитной совместимости.

– 6) Электромагнитная совместимость сотовых сетей.

– 7)Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания.

– 8) Экранирование для обеспечения электромагнитной совместимости систем управления.

– 9) Электромагнитная совместимость радиорелейных и спутниковых систем связи.

– 10) Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.

– 11) Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.

– 12) Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями.

– 13) Актуальные вопросы радиоконтроля.

– 14) Паразитные процессы в ра¬диоэлектронной аппаратуре.

– 15) Измерения уровня электромагнитных помех.

– 16) Стандарты в области электромагнитной совместимости.

– 17) Использование фильтров для обеспечения электромагнитной совместимости.

– 18) Обеспечение электромагнитной совместимости на подвижных объектах радиосвязи.

– 19)Обеспечение электромагнитной совместимости спутниковых систем связи с наземными системами.

– 20) Нормирование в практике обеспечения электромагнитной совместимости.

– 21) Особенности задач обеспечения электромагнитной совместимости на различных уровнях.

– 22) Обеспечение электромагнитной совместимости на основе пространственных и временных факторов.

– 23) Радиочастотный ресурс и его использование.

– 24) Обеспечение электромагнитной совместимости радиорелейных линий связи.

Согласована на портале № 25657

– 25) Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в условиях непреднамеренных помех.

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
8 семестр				
Конспект самоподготовки	8	8	8	24
Опрос на занятиях	9	9	8	26
Отчет по лабораторной работе	8	8	9	25
Отчет по практическому занятию	8	8	9	25
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100
9 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			7	7
Опрос на занятиях	4	4	6	14
Отчет по курсовой работе	4	4	7	15
Отчет по лабораторной работе	2	7	7	16
Отчет по практическому занятию	4	7	7	18
Итого максимум за период	14	22	34	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	36	70	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

Согласована на портале № 25657

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)
	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 РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277, дата обращения: 17.05.2018.
2. Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Татаринов В. Н., Масалов Е. В., Шостак А. С., Козлов В. Г. - 2012. 171 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1256, дата обращения: 17.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Ефанов В. И. Тихомиров А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: ТУСУР, 2004, 298 с., (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. 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: 17.05.2018.
3. 3. Конструкции СВЧ устройств и экранов. / Под ред. А.М. Чернушенко. М.: Радио и связь, 1983, 400с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электромагнитная совместимость РЭС: Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям, по курсовому проектированию и по самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1704, дата обращения: 17.05.2018.

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.

Согласована на портале № 25657

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Профессиональные базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: 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

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Pentium (10 шт.);
- Стеклянная доска для мела;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Acrobat Reader
- Google Chrome
- MicroCAP
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Согласована на портале № 25657

Описание имеющегося оборудования:
- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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.

Согласована на портале № 25657

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

1. Емкостное сопротивление поглощает сигнал: а) низкой частоты; б) высокой частоты; в) сверхвысокие частоты; г) сигналы радиочастот; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.

2. Причинами ложного отключения выключателя 220 кВ являются: а) перекрытие с ЗУ на цепи постоянного тока; б) импульсные помехи в цепях оперативного тока; в) импульсные помехи в сети постоянного тока более 2 кВ; г) помехи в цепях дискретных сигналов; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.

3. Один непер равен: а) 17,3 дБ; б) 0,115 дБ; в) 2,3 дБ; г) 8,686 дБ; д) все ответы не верны.

4. К мероприятиям по снижению магнитного влияния помехи не относятся: а) снижение до возможных пределов взаимной индуктивности за счет сокращения длины проводников, увеличение расстояния между сетевыми и информационными проводами, уменьшение площади контура, подвергающегося влиянию; б) уменьшение площади контура, подвергающегося влиянию; в) уменьшение скорости изменения магнитного потока при помощи короткозамкнутой петли, расположенной непосредственно у контура; г) расположение контуров ортогонально; д) компенсация индуцированного в контуре напряжения скруткой проводов; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.

5. Эффективность экрана зависит: а) от конфигурации экрана; б) от геометрических размеров экрана; в) от частоты или скорости изменения поля; г) от магнитной проницаемости материала экрана; д) от амплитуды электромагнитного поля; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.

6.Расшифруйте аббревиатуру ЭМС РЭС 7. Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (генерирует- ся большая электромагнитная энергия, принятая энергия приводит к нежелательному поведению приемника, передача энергии очень эффективна, энергия полностью поглощается приемником). 8. Введите подходящее слово. У ЭМС есть три аспект: генерация, _____, прием электромагнитной энергии. 9. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (Своевременный, несвоевременный) учет ЭМС приводит к увеличению (качества, себестоимости) изделия и задержкам в графике его выпуска. 10 Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (позже, раньше) делаются затраты на ЭМС, тем они (меньше, больше) . 11. Выделите одну правильную букву в каждой скобке. Нормативы по ЭМС подразделяют вычислительные устройства на Класс (А, В) - бытовая среда и Класс (А, В) - промышленная среда. 12. Выбрать правильное сочетание вариантов: а, б, в, аб, ав, бв, абв. Система электромагнитно совместима, если она: а) не создает помех другим системам; б) не воспринимает помехи от других систем; в) не создает помех себе. 13. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Электромагнитная совместимость - это способность (отлично, хорошо, удовлетворительно) функционировать и не мешать работе других в данной (финансовой, экологической, электромагнитной, погодной) обстановке. 14. Самый низкий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) компонент; в) стойка; г) элемент. 15. Самый высокий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) система; в) стойка; г) элемент. 16. Координационное расстояние это: а) расстояние между двумя координатами; б) это расстояние координатой и реперной точкой; в) расстояние между двумя радиоустройствами, при котором возможна штатная работа каждого; г) расстояние между двумя точками на карте. 17. В дальней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию 18. В ближней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию. 19. Величина скин слоя зависит от :а) частоты; б) магнитной проницаемости; в)температуры материала; г) от проводимости.

Согласована на портале № 25657

20. Что называют приемлемой помехой: а) помеха принимается рецептором; б) помеха слабая; б) помеха номинальная по величине для данного устройства; г) помеха для данного комплекта аппаратуры, при котором сохраняются заявленные характеристики аппаратуры.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Термины, относящиеся к электромагнитной совместимости (ЭМС). 2. Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода. 3. Пути обеспечения внутренней электромагнитной совместимости. 4. Пути обеспечения внешней электромагнитной совместимости. 5. Решение вопросов обеспечения ЭМС РЭС в различных подразделениях базы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи. 6. Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. 7. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения между¬народными и государственными организациями. 8. Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совмести-мости. 9. Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС. 10. Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые пара¬метры. 11. Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС. 12. Электростатическое экранирование. 13. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнит¬ного поля. 14. Экранирование высокочастотного магнитного поля. 15. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля. 16. Общие сведения о фильтрах. 17. Сглаживающие фильтры и их расчет. 18. Высокочастотные фильтры и их расчет (3 ч). 19. Устранение высокочастотных помех в цепях питания. 20. Заземление. 21. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивле-ния между шинами питания и заземления. 22. Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех. 23. Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. 24. Электромагнитная обстановка вблизи высоковольтных линий пере¬дачи, вбли-зи железнодорожной контактной сети и вблизи высоковольтных установок 25. Обеспечение ЭМС РЭС на основе пространственных и временных факторов. 26. Выбор мощностей передатчиков в группе радиоэлектронных средств. 27. Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой. 28. Какие устройства называют электрическими фильтрами? 29. Какими параметрами описывают АЧХ фильтров? 30. Где используют фильтры? 31. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от частоты про-пускания? 32. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от особенностей реализации? 33. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от элементной базы? 34. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от функционального назначения? 35. В чём отличия АЧХ фильтров Чебышева и Баттерворта? 36. В чём преимущества резистивно-емкостных фильтров перед индуктивно-емкостными фильтрами?

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов

Расчёт активного фильтра нижних частот

Расчёт высокочастотных фильтров

Расчёт активного фильтра нижних частот

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

˜ Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обста-новке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая мол-ния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет

Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и вне-полосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные сви-сты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избира-тельность.

Согласована на портале № 25657

Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослаб-ляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространствен-ной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств

Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Портативный измерительный комплекс («НПФ Микран»).

Уровни разукрупнения РЭС. Принципы системного подхода: взаимозависимость системы и среды; от-крытость системы; ингерентность; множественность описания; целостность системы на основе частей, несводимость системы к сумме её элементов, целенаправленность системы); наличие в системах технических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.

14.1.5. Темы опросов на занятиях

Применение системного подхода для оценки ЭМС. Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода. Системный - блочно-иерархический подход. Система и подсистемы. Разделение ЭМС РЭС на внешнюю и внутреннюю ЭМС. Уровни разукрупнения РЭС. Принципы системного подхода: взаимозависимость системы и среды; открытость системы; ингерентность; множественность описания; целостность системы на основе частей, несводимость системы к сумме её элементов, целенаправленность системы); наличие в системах технических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.

Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами.Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств.

Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств..Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств.Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность.

Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. Экранирование высокочастотного магнитного поля. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет

Устранение высокочастотных помех в цепях питания.Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла.

Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания.

Схема определения местоположения РЭС. Схема углового разноса системы связи с искусственного спутника Земли (ИСЗ) и радиорелейной линии (РРЛ).Использование поляризационных различий. Использование временного фактора. Методы временного бланкирования основаны. Структурная схема устройства защиты приемника от импульсной помехи.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта

Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева

14.1.7. Зачёт

1. Нормируемые параметры радиопередающих устройств.

Согласована на портале № 25657

2.Нормируемые параметры радиоприемных устройств.

3.Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств.

4. Восприимчивость радиоприемного устройства.

5.Каналы приема: основной; неосновной.

6.Неосновные каналы побочные и внеполосные.

7. Комбинационный канал.

8. Прямое прохождение помех.

9. Комбинационные свисты.

10.Интерференционные свисты.

11.Эффекты блокирования или перекрестной модуляции.

12.Интермодуляция.

13.Частотная избирательность.

14.1.8. Темы курсовых проектов (работ)

1) Анализ требований, предъявляемых к автономным системам электропитания с учётом ЭМС.

2) Особенности электромагнитной обстановки на промышленных объектах.

3) Электромагнитная совместимость радиоприемных устройств СВЧ.

4) Электромагнитная совместимость в приводной технике.

5) Выбор оптимальной структуры сигнала с целью обеспечения электромагнитной совместимости.

6) Электромагнитная совместимость сотовых сетей.

7)Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания.

8) Экранирование для обеспечения электромагнитной совместимости систем управления.

9) Электромагнитная совместимость радиорелейных и спутниковых систем связи.

10) Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.

11) Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.

12) Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. 1

3) Актуальные вопросы радиоконтроля.

14) Паразитные процессы в ра¬диоэлектронной аппаратуре.

15) Измерения уровня электромагнитных помех.

16) Стандарты в области электромагнитной совместимости.

17) Использование фильтров для обеспечения электромагнитной совместимости.

18) Обеспечение электромагнитной совместимости на подвижных объектах радиосвязи.

19)Обеспечение электромагнитной совместимости спутниковых систем связи с наземными системами.

20) Нормирование в практике обеспечения электромагнитной совместимости.

21) Особенности задач обеспечения электромагнитной совместимости на различных уровнях.

22) Обеспечение электромагнитной совместимости на основе пространственных и временных факторов.

23) Радиочастотный ресурс и его использование.

24) Обеспечение электромагнитной совместимости радиорелейных линий связи.

25) Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в условиях непреднамеренных помех.

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	Виды дополнительных оценочных	Формы контроля и оценки

Согласована на портале № 25657

обучающихся	материалов	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 № 25657