

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**

Направленность (профиль): **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 занятия	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 / зачета		36	36	часов
10	Общая трудоемкость	72	108	180	часов
		2.0	3.0	5.0	3.Е

Зачет: 8 семестр

Экзамен: 9 семестр

Курсовое проектирование / Курсовая работа: 9 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования, утвержденного 2016-09-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Шостак А. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
КИПР

_____ Карабан В. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КИПР

_____ Карабан В. М.

Эксперты:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Масалов Е. В.

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 следующие дисциплины: Антенны и устройства сверхвысокой частоты, Прием и обработка сигналов, Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования, Электродинамика и распространение радиоволн.

Последующими дисциплинами являются: Организация воздушного движения.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины студент 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 занятия	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
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 / зачета	36		36
Общая трудоемкость час	180	72	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	6	0	0	1	0	7	ПК-27
2	Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	6	0	0	2	0	8	ПК-27
3	Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	6	0	8	6	0	20	ПК-27
4	Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	6	24	0	7	0	37	ПК-27
5	Экранирование. Виды экранирования.	5	0	0	1	0	6	ПК-27
6	Методы устранения от высокочастотных помех	5	0	8	19	0	32	ПК-27
7	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	4	0	0	7	0	11	ПК-27
8	Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	4	0	0	1	0	5	ПК-27
	Итого	42	24	16	44	18	144	

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	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	ПК-27
	Итого	6	
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения.	Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС.	6	ПК-27

Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами. Выбор рабочих частот при разноте 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.		
	Итого	6	
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	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	ПК-27
	Итого	5	
6 Методы устранения от	Устранение высокочастотных помех в	5	ПК-27

высокочастотных помех	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.		
	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	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	ПК-27
	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 представ-лены 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	+						+	

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-27	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в

таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
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. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание 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	ПК-27
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
9 семестр			
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева	8	ПК-27
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на	Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов	6	ПК-27

ЭМС ЭС	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 основе частотных факторов	Проработка лекционного материала	2	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-27	Опрос на занятиях, Отчет по практике
	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	Подготовка к	6	ПК-27	Опрос на занятиях,

высокочастотных помех	практическим занятиям, семинарам			Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	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 практике
	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 к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		80		

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

Содержание курсовой работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
9 семестр		
Курсовая работа, её характеристика.. Содержание курсовой работы:- название;- цель;- реферат по теме курсовой работы;- заключение;- перечень цитируемой литературы.Минимальный объём пояснительной записки курсовой работы 25 страниц машинописного текста. Для написания курсовой работы рекомендуется использовать источники из списка литературы, приведённые в данной программе, имеющиеся в библиотеке ТУСУРа и в городских библиотеках, источники из Интернета и другие источники. В ходе защиты курсовой работы студент выступает с докладом продолжительностью 10 минут и отвечает на вопросы преподавателя и членов учебной группы	18	ПК-27

Итого за семестр	18	
------------------	----	--

10.1 Темы курсовых работ

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 радиоэлектронной 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.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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 практике	8	8	9	25
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100
9 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			10	10
Опрос на занятиях	4	4	6	14
Отчет по курсовой работе	5	6	5	16

Отчет по лабораторной работе	2	7	7	16
Отчет по практике		7	7	14
Итого максимум за период	11	24	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	11	35	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 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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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: 19.01.2017.

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: 19.01.2017.

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: 19.01.2017.

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: 19.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Зал с компьютерной демонстрацией материалов

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс с набором прикладных программ

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Компьютерный класс с набором прикладных программ

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Самостоятельная работа проводится на основе рекомендованной литературы, а также на компьютерах.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов 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 удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электромагнитная совместимость

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**

Направленность (профиль): **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

Разработчики:

– профессор каф. КИПР каф. КИПР Шостак А. С.

Зачет: 8 семестр

Экзамен: 9 семестр

Курсовое проектирование / Курсовая работа: 9 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-27	готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования	Должен знать основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств. ; Должен уметь уметь конструировать и решать задачи по расчёту эффективности экранов и по расчёту фильтров. ; Должен владеть методами борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами, методами расчёта различных экранов и фильтров. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-27

ПК-27: готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Должен знать основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств. Обладать готовностью к участию в выполнении ОКР разработок транспортного радиоэлектронного оборудования.	Должен уметь решать задачи по расчёту эффективности экранов и по расчёту фильтров. Должен уметь применять расчетные материалы в ОКР разработок транспортного радиоэлектронного оборудования	Должен владеть методами борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами, методами расчёта различных экранов и фильтров.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; 	<ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; 	<ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; 	<ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое

	<ul style="list-style-type: none"> Курсовое проектирование / Курсовая работа; 	<ul style="list-style-type: none"> Зачет; Экзамен; Курсовое проектирование / Курсовая работа; 	проектирование / Курсовая работа;
--	--	--	-----------------------------------

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости; 	<ul style="list-style-type: none"> Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; 	<ul style="list-style-type: none"> Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области; 	<ul style="list-style-type: none"> Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ; 	<ul style="list-style-type: none"> Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области; 	<ul style="list-style-type: none"> Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; 	<ul style="list-style-type: none"> Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– □ 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. 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. 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 свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность. 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. Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Портативный измерительный

комплекс («НПФ Микран»). 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.

3.2 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.

3.3 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 совместимости. 9. Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС. 10. Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые параметры. 11. Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС. 12. Электростатическое экранирование. 13. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного 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 сопротивления 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 передачи, вблизи 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 пропускания? 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?

3.4 Тематика практики

- Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов
- Расчёт активного фильтра нижних частот
- Расчёт высокочастотных фильтров
- Расчёт активного фильтра нижних частот

3.5 Темы лабораторных работ

- Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта
- Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева

3.6 Зачёт

– 1. Нормируемые параметры радиопередающих устройств. 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.

3.7 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. 13) Актуальные вопросы

радиоконтроля. 14) Паразитные процессы в радиоэлектронной 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.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1277>, свободный.
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>, свободный.

4.2. 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>, свободный.
3. 3. Конструкции СВЧ устройств и экранов. / Под ред. А.М. Чернушенко. М.: Радио и связь, 1983, 400с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 47 экз.)

4.3. 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>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0