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.

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	З.Е

Зачет: 8 семестр
Экзамен: 9 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 9 семестр

Согласована на портале № 10346

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1/2017 от «19» 1 2017 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 10346

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.

Согласована на портале № 10346

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

Согласована на портале № 10346

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	

Согласована на портале № 10346

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

Согласована на портале № 10346

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 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.		
	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

Согласована на портале № 10346

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		+						+

Согласована на портале № 10346

	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

Согласована на портале № 10346

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

Согласована на портале № 10346

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,

Согласована на портале № 10346

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

Согласована на портале № 10346

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 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.

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

Согласована на портале № 10346

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)
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: 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:

Согласована на портале № 10346

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

Согласована на портале № 10346

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:

Согласована на портале № 10346

– 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.

Согласована на портале № 10346

Приложение 1

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

Согласована на портале № 10346

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 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 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.

Согласована на портале № 10346

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	• 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;	• 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;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Зачет; • Экзамен; • Курсовое

Согласована на портале № 10346

	• Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• 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)	• 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)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• 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 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. 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

Согласована на портале № 10346

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.

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

Согласована на портале № 10346

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?

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. 1 3) Актуальные вопросы

Согласована на портале № 10346

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.

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 фор-мирования 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

Согласована на портале № 10346