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 - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	84	84	часов
5	Самостоятельная работа	96	96	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 10031

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от « 3 » 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор 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 кафедра КИПР	_____	Масалов Е. В.

Согласована на портале № 10031

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.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Интегральные устройства радиоэлектроники, Научно-исследовательская работа, Теоретические основы электротехники.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Техническая электродинамика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

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

– **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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	84	84
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	96	96
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	36	36
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 10031

Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	6.0

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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	4	0	0	2	6	ПК-1
2	Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	4	0	0	6	10	ПК-1
3	Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	4	0	0	6	10	ПК-1
4	Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	4	0	0	2	6	ПК-1
5	Экранирование. Виды экранирования.	6	0	8	18	32	ПК-1
6	Методы устранения от высокочастотных помех	6	12	8	30	56	ПК-1
7	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	3	12	0	14	29	ПК-1
8	Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	3	10	0	18	31	ПК-1
	Итого	34	34	16	96	180	

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
6 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	4	ПК-1

Согласована на портале № 10031

	системного подхода. Системный - блочно-иерархический подход. Система и подсистемы. Разделение ЭМС РЭС на внешнюю и внутреннюю ЭМСУровни 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.		
	Итого	4	
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»).	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами.Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально	4	ПК-1

Согласована на портале № 10031

	разнесенных средств.		
	Итого	4	
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.	4	ПК-1
	Итого	4	
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	6	ПК-1
	Итого	6	
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Устранение высокочастотных помех в цепях питания.Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла.	6	ПК-1
	Итого	6	
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	3	ПК-1

Согласована на портале № 10031

	грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания.		
	Итого	3	
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.	3	ПК-1
	Итого	3	
Итого за семестр		34	

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	Интегральные устройства радиоэлектроники	+					+		
2	Научно-исследовательская работа				+				+
3	Теоретические основы электротехники		+						
Последующие дисциплины									
1	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+			+			
2	Техническая электродинамика	+					+		

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

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

Согласована на портале № 10031

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

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
6 семестр			
5 Экранирование. Виды экранирования.	Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта	8	ПК-1
	Итого	8	
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		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
6 семестр			
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Расчёт эффективности электрических и магнитных экранов экранов	6	ПК-1
	Расчёт активного фильтра нижних частот	6	
	Итого	12	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	Расчёт активного фильтра верхних частот	6	ПК-1
	Расчёт активного полосового фильтра	6	

Согласована на портале № 10031

	Итого	12	
8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	Расчёт сглаживающих фильтров	4	ПК-1
	Расчёт высокочастотных фильтров	6	
	Итого	10	
Итого за семестр		34	

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
6 семестр				
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	2		
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости	Проработка лекционного материала	6	ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	6		
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Проработка лекционного материала	6	ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	6		
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	2		
5 Экранирование. Виды экранирования.	Проработка лекционного материала	6	ПК-1	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	18		
6 Методы устранения от высокочастотных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного	6		

Согласована на портале № 10031

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	30		
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
8 Обеспечение ЭМС на основе различных факторов: частотных, пространственных и временных.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	18		
Итого за семестр		96		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		132		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
6 семестр				
Защита отчета		5	10	15
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	10	15
Собеседование	4	3	3	10
Итого максимум за период	14	23	33	70

Согласована на портале № 10031

Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	37	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]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1277.

2. . Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Козлов В. Г., Масалов Е. В., Шостак А. С., Татаринов В. Н. - Томск, ТУСУР, – 2012. 171 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1256.

12.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Ефанов В. И., Тихомиров А. А. – 2012. 229 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/748.

2. Ефанов В. И. Тихомиров А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: ТУСУР, 2004, 298 с., (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

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-методическое пособие и программное обеспечение

1. Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям, по курсовому проектированию и по самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1704.

Согласована на портале № 10031

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Панорамные измерители КСВН и ослабления типа Р-2 со сменными блоками № 3 (3,2 – 5,6 ГГц), № 4 (5.6 – 8,3 ГГц), №5 (8,15 - 12.05 ГГц);
генератор сигналов высокочастотный (4,5 – 5.6 ГГц);
измерительные линии – Р1-36, Р1 3;
направленные детекторы коаксиальные - (3,2 – 5, 6) ГГц, (4,0 – 12, 05) ГГц;
комплект рупорных антенн;
ферритовые вентили волноводные (5,5 – 8,3) ГГц, коаксиальные (2 – 4 ; 1,5 – 3) ГГц;
комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
аттенюаторы, переходы разъемы и др. пассивные устройства СВЧ.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 10031

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 - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:
- профессор каф. КИПР Шостак А. С.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 10031

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-1	способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования	Должен знать основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств.; Должен 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-1

ПК-1: способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 10031

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	основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств. Знать методы моделирования процессов, используя стандартные пакеты проектирования и исследования.	должен уметь: конструировать и решать задачи по расчёту эффективности экранов и по расчёту фильтров. Уметь моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты программ при решении задач защиты РЭС от воздействия помех.	должен владеть: методами борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами, методами расчёта различных экранов и фильтров. Владеть методами моделирования процессов взаимодействия электромагнитных сигналов в РЭС. Владеть методами защиты радиоэлектронной аппаратуры от воздействия помех, используя стандартные пакеты проектирования и исследования.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем ;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;

Согласована на портале № 10031

	применимости;		
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;

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

– 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 избирательно

3.2 Вопросы на собеседование

– 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.

3.3 Темы опросов на занятиях

– 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»). 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.

Согласована на портале № 10031

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.

3.4 Экзаменационные вопросы

– Билет №1 1 Термины, относящиеся к электромагнитной совместимости (ЭМС). 2 Устранение высокочастотных помех в цепях питания. Билет №2 1 Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода. 2 Заземление. Билет №3 1 Пути обеспечения внутренней электромагнитной совместимости. 2 Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления. Билет №4 1 Пути обеспечения внешней электромагнитной совместимости. 2 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех. Билет №5 1 Решение вопросов обеспечения ЭМС РЭС в различных подразделениях базы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи. 2 Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Билет №6 1 Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. 2 Электромагнитная обстановка вблизи высоковольтных линий передачи, вблизи железнодорожной контактной сети и вблизи высоковольтных установок Билет №7 1 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. 2 Обеспечение ЭМС РЭС на основе пространственных и временных факторов. Билет №8 1 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости. 2 Выбор мощностей передатчиков в группе радиоэлектронных средств. Билет №9 1 Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС. 2 Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой. Билет №10 1 Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые параметры. 2 Какие устройства называют электрическими фильтрами? Билет №11 1 Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС. 2 Какими параметрами описывают АЧХ фильтров? Билет №12 1 Электростатическое экранирование. 2 Где используют фильтры? Билет №13 1 Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. 2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от частоты пропускания? Билет №14 1 Экранирование высокочастотного магнитного поля. 2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от элементной базы? Билет №15 1 Экранирование помехонесущего электромагнитного поля. 2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости отфункционального назначения? Билет №16 1 Общие сведения о фильтрах. 2 Как классифицируют электрические фильтры в зависимости отфункционального назначения? Билет №17 1 Сглаживающие фильтры и их расчет. 2 В чём отличия АЧХ фильтров Чебышева и Баттерворта? Билет №18 1 Высокочастотные фильтры и их расчет (3 ч). 2 В чём преимущества резистивно-емкостных фильтров перед индуктивно-емкостными фильтрами?

Согласована на портале № 10031

3.5 Темы лабораторных работ

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

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]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1277.
2. . Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / Козлов В. Г., Масалов Е. В., Шостак А. С., Татаринов В. Н. - Томск, ТУСУР, – 2012. 171 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1256.

4.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Ефанов В. И., Тихомиров А. А. – 2012. 229 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/748.
2. Ефанов В. И. Тихомиров А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: ТУСУР, 2004, 298 с., (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
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. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям, по курсовому проектированию и по самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1704.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале № 10031