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: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость в конструкциях бортовой космической радиоаппаратуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Из них в интерактивной форме	22	22	часов
6	Самостоятельная работа	28	28	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10687

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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2014-10-30 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 ТУСУР _____ Масалов Е. В.

Согласована на портале № 10687

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

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 в в конструкциях бортовой космической аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в конструкциях бортовой космической радиоаппаратуры» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Комплексная миниатюризация микроволновых устройств бортовой космической радиоаппаратуры, Компьютерные технологии в научных исследованиях, Научно-исследовательская работа (рассред.), Схемотехническое проектирование электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

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** 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 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	8	8
Из них в интерактивной форме	22	22
Самостоятельная работа (всего)	28	28
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	72	72

Согласована на портале № 10687

Общая трудоемкость час	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

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	1	5	ОПК-2
2	Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	2	0	0	1	3	ОПК-2
3	Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	2	0	0	1	3	ОПК-2
4	Нормирование пара-метров радиоизлуче-ний, влияющих на ЭМС ЭС	2	0	0	1	3	ОПК-2
5	Экранирование.	2	0	4	5	11	ОПК-2
6	Устранение высокочастотных помех	2	8	4	9	23	ОПК-2
7	Методы защиты РЭС от мощных электромаг-нитных помех	2	5	0	5	12	ОПК-2
8	Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	2	5	0	5	12	ОПК-2
	Итого	18	18	8	28	72	

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
3 семестр			
1 Пути обеспечения внутренней и	Особенности измерений и испытаний в	4	ОПК-2

Согласована на портале № 10687

внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	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»).		
	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»).	2	ОПК-2
	Итого	2	
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	2	ОПК-2

Согласована на портале № 10687

	радиочастот территориально разнесенных средств.		
	Итого	2	
4 Нормирование пара-метров радиоизлуче-ний, 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.	2	ОПК-2
	Итого	2	
5 Экранирование.	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	2	
	Итого	2	
6 Устранение 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.	2	ОПК-2
	Итого	2	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромаг-нитных помех	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромагнитной	2	ОПК-2

Согласована на портале № 10687

	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.		
	Итого	2	
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	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.	2	ОПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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	Комплексная миниатюризация микроволновых устройств бортовой космической радиоаппаратуры	+			+		+		
2	Компьютерные технологии в научных исследованиях							+	
3	Научно-исследовательская работа (рассред.)								+
4	Схемотехническое проектирование электронных средств								+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 10687

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+		+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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
3 семестр				
Мозговой штурм	8	2	12	22
Итого за семестр:	8	2	12	22
Итого	8	2	12	22

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
3 семестр			
5 Экранирование.	Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта - 4 часа	4	
	Итого	4	
6 Устранение высокочастотных помех	Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева - 4 часа	4	
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 10687

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
6 Устранение высокочастотных помех	Расчёт эффективности экранов	4	ОПК-2
	Расчёт активного фильтра нижних частот	4	
	Итого	8	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромаг-нитных помех	Расчёт активного фильтра верхних частот	2	ОПК-2
	Расчёт активного полосового фильтра	3	
	Итого	5	
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	Расчёт сглаживающих фильтров	2	
	Расчёт высокочастотных фильтров	3	
	Итого	5	
Итого за семестр		18	

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
3 семестр				
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
4 Нормирование пара-	Проработка лекционного	1	ОПК-2	Конспект

Согласована на портале № 10687

метров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	материала			самоподготовки
	Итого	1		
5 Экранирование.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
6 Устранение высокочастотных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		28		
Итого		28		

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Общие сведения о фильтрах. Сглаживаю-щие фильтры и их расчет. Высокочастот-ные фильтры и их расчет

2. 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, целе-направленность системы); наличие в системах тех-нических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.

3. 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 мол-ния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

4. 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 мол-ния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

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

Согласована на портале № 10687

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

7. Восприимчивость радиоприемного устрой-ства. Каналы приема: основной; неоснов-ной. Неосновные каналы побочные и вне-полосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные сви-сты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуля-ции. Интермодуляция. Частотная избира-тельность.

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

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
3 семестр				
Конспект самоподготовки	8	8	8	24
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе		18	18	36
Отчет по практике	8	10	10	28
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	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)

Согласована на портале № 10687

	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: http://edu.tusur.ru/publications/1277, дата обращения: 18.01.2017.
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: http://edu.tusur.ru/publications/1256, дата обращения: 18.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Тихомиров А. А., Ефанов В. И. - 2012. 229 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/748, дата обращения: 18.01.2017.
2. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 18.01.2017.

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: http://edu.tusur.ru/publications/1704, дата обращения: 18.01.2017.
2. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1277, дата обращения: 18.01.2017.
3. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862, дата обращения: 18.01.2017.

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.

Согласована на портале № 10687

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

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.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск,Ленина улица, д. 40, 4 этаж, ауд. 405, 403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск,Ленина улица, д. 40, 4 этаж, ауд. 405, 403. Состав оборудования: Учебная мебель; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233, 403. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Согласована на портале № 10687

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.

Согласована на портале № 10687

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 № 10687

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 в конструкциях бортовой космической радиоаппаратуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- Профессор каф. КИПР Шостак А. С.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10687

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
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать основные источники помех естественного и искусственного происхождения, особенности влияния внешних и внутренних помех разной природы на функционирование электронных средств.; Должен уметь 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 ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 10687

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	Характеристики элементов радиоканала вне основных полос излучения и приема, принципы обеспечения совместной работы РЭС, методы обеспечения электромагнитной совместимости комплекса РЭС, включая конструкционные, схемотехнические и структурно-функциональные в конструкциях бортовой космической аппаратуры.	Формулировать задачу анализа электромагнитной совместимости применительно к конкретному комплексу РЭС, применять методы анализа электромагнитной совместимости, включая аналитические методы, методы имитационного моделирования, экспериментальные методы, осуществлять постановку задач проектирования конструкций бортовой космической аппаратуры.	Методами измерения параметров РЭС, определяющими их электромагнитную совместимость, методами поиска путей воздействия помех, подготавливать технические задания на выполнение проектов средств для конструкций бортовой космической аппаратуры..
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Дифференцированный зачет;

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	• Обладает диапазоном практических умений,	• Контролирует работу, проводит оценку,

Согласована на портале № 10687

	теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости ;	требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	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;

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

– Общие сведения о фильтрах. Сглаживаю-щие фильтры и их расчет. Высокочастот-ные фильтры и их расчет

– 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, целе-направленность системы); наличие в системах тех-нических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.

– 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 мол-ния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

– 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 мол-ния; тихие разряды. Меры защиты от грозовых раз-рядов. Схема защиты источников питания.

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

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

– Восприимчивость радиоприемного устрой-ства. Каналы приема: основной; неоснов-ной. Неосновные каналы побочные и вне-полосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные сви-сты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуля-ции. Интермодуляция. Частотная избира-тельность.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств.. Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных

Согласована на портале № 10687

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.

3.3 Тематика практики

- Расчёт эффективности экранов
- Расчёт активного фильтра нижних частот
- Расчёт активного фильтра верхних частот
- Расчёт активного полосового фильтра
- Расчёт сглаживающих фильтров
- Расчёт высокочастотных фильтров

3.4 Темы лабораторных работ

- Расчет и исследование активных фильтров Баттерворта - 4 часа
- Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева - 4 часа

3.5 Вопросы дифференцированного зачета

- 1. 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 международными 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 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, 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 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 резистивноемкостных фильтров перед индуктивно-емкостными фильтрами?

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.

Согласована на портале № 10687

4.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 147 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://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: http://edu.tusur.ru/publications/1256, свободный.

4.2. Дополнительная литература

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

2. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, свободный.

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: http://edu.tusur.ru/publications/1704, свободный.

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

3. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862, 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 № 10687