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

Математическое моделирование радиоэлектронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические устройства и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Самостоятельная работа	92	92	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22844

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «27» 11 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор кафедры каф. РТС	_____	В. И. Тисленко
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

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

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперт:

профессор кафедры ТУСУР	_____	В. П. Денисов

Согласована на портале № 22844

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

состоит в изучении и освоении методологии математического моделирования радиоэлектронных систем и устройств как основы их компьютерного проектирования и испытания.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение и освоение методов моделирования сигналов и полей с заданными свойствами;

– изучение математических основ моделирования функциональных блоков РЭС различного уровня сложности;

– изучение традиционных методов оптимизации проектных решений;

– получение навыков использования пакетов прикладных программ для оценки критерия эффективности радиоэлектронных средств методом прямого вероятностного моделирования на ЭВМ.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование радиоэлектронных устройств» (Б1.Б.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Теория и техника радиолокации и радионавигации, Теория радиосвязи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ПК-3 способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** • типовые методы построения математических моделей радиоэлектронных устройств и систем; • типовые методы построения математических моделей сигналов и помех; • этапы работы и их содержание при решении задач анализа и синтеза РТС методом прямого вероятностного моделирования на ЭВМ;

– **уметь** • организовать вычислительный процесс (программу) для реализации метода статистических испытаний при оценке величины критерия эффективности РЭС и иметь навыки по ее разработке в среде MathCad (Matlab); • решать типовые задачи теории проверки статистических гипотез при анализе результатов моделирования и испытания РЭС.

– **владеть** профессиональной терминологией в области математического моделирования РЭС и ее элементов ; методологией организации работы при выполнении моделирования РЭС; приемами представления и обработки экспериментальных данных

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
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	18	18

Согласована на портале № 22844

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	92	92
Оформление отчетов по лабораторным работам	22	22
Проработка лекционного материала	31	31
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	39	39
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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 семестр						
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС .	4	2	0	8	14	ОПК-2, ОПК-4, ПК-3
2 Математические модели и моделирование сигналов и помех.	6	8	8	30	52	ОПК-4, ПК-3
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	4	4	8	28	44	ОПК-4, ПК-3
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	4	4	0	26	34	ОПК-4, ПК-3
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	144	

Согласована на портале № 22844

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
1 семестр			
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС .	Модели реальных объектов и моделирование как способ познания мира. Функции и формы моделей. Требования к моделям. Математические модели и их классификация. Общая характеристика задач, связанных с компьютерным проектированием РЭС. Статистический характер критериев эффективности РЭС. Общая характеристика задач статистической теории РТС. Основные этапы и их содержание при решении задачи оценки критерия эффективности РЭС методом прямого вероятностного моделирования на ЭВМ. Общая структура программы для реализации метода статистических испытаний.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	
2 Математические модели и моделирование сигналов и помех.	Алгоритмы моделирования случайных величин с заданными статистическими свойствами. Моделирование случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Математические модели случайных процессов. Марковское свойство случайных процессов. Концепция формирующего фильтра. Дуализм моделей сигналов и систем. Дискретная аппроксимация линейных динамических систем. Задание динамических моделей марковских процессов в форме системы разностных уравнений для переменных состояния. Модели процессов вида скользящего среднего (СС), авторегрессии (АР) и АРСС.Использование пакетов программ MathCad и MatLab (Simulink) в задачах моделирования РЭС.	6	ОПК-4, ПК-3
	Итого	6	
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных	Описание информационных РЭС (примеры). Классификация методов построения математических моделей. Функциональное моделирование.	4	ОПК-4, ПК-3

Согласована на портале № 22844

решений.	Основные принципы упрощения описания РЭС при построении математических моделей. Схемотехнические и системотехнические модели. Математические модели РЭС на несущей частоте. Проблемы моделирования на ЭВМ. Примеры. Метод комплексной огибающей при моделировании устройств обработки сигналов. Примеры. Метод статистических эквивалентов. Идентификация параметров модели РЭС. Особенности моделирования нелинейных динамических систем. Методы оптимизации проектных решений – целевая функция, численные методы поиска безусловного и условного экстремума.		
	Итого	4	
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Оценка качества программных датчиков случайных чисел. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах моделирования и испытания РЭС: критерии Стьюдента, Фишера, Пирсона и Колмогорова - Смирнова в задачах проверки гипотез о совместимости результатов моделирования и натурного эксперимента. Погрешность оценки величины критерия. Методы уменьшения числа испытаний	4	ОПК-4, ПК-3
	Итого	4	
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 представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Последующие дисциплины				
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты			+	+
2 Теория и техника радиолокации и радионавигации		+	+	+
3 Теория радиосвязи		+	+	

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 22844

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 работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+				Опрос на занятиях, Зачет
ОПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Опрос на занятиях, Зачет
ПК-3	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Опрос на занятиях, Зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
2 Математические модели и моделирование сигналов и помех.	Математическое моделирование случайных величин с заданной плотностью распределения вероятностей. Метод функциональных преобразований. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах экспериментальной проверки адекватности математических моделей.	4	ОПК-4, ПК-3
	Математическое моделирование случайных процессов с заданными корреляционными свойствами. Формирующий фильтр.	4	
	Итого	8	
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных	Функциональные модели. Метод комплексной огибающей. Обнаружитель с корреляционной обработкой (фазовый детектор)	4	ОПК-4, ПК-3

Согласована на портале № 22844

решений.	Синтез и моделирование следящей системы с использованием модели дискриминатора в форме статистического эквивалента.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС .	Квадратичная функция потерь. Средний риск. Содержание этапов работы при решении задачи анализа измерительных РЭС методом статистического моделирования на ЭВМ	2	ОПК-4
	Итого	2	
2 Математические модели и моделирование сигналов и помех.	Метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайных величин с заданной плотностью вероятностей. Моделирование случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Модели случайных процессов. Марковское свойство случайных процессов. Концепция формирующего фильтра. Модели процессов вида скользящего среднего (СС), авторегрессии (АР) и АРСС.	8	ОПК-4, ПК-3
	Итого	8	
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Функциональные модели РЭС в форме преобразований комплексной огибающей полезного сигнала. Модель полосового фильтра, модель фазового детектора.	2	ОПК-4, ПК-3
	Математические модели преобразующей части РЭС в форме модели - статистического эквивалента.Моделирование замкнутых следящих систем. Линейный эквивалент.	2	
	Итого	4	
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Методы статистической теории проверки гипотез в задачах моделирования и испытания РЭС: критерии Стьюдента, Фишера, Пирсона и Колмогорова-	4	ОПК-4, ПК-3

Согласована на портале № 22844

	Смирнова в задачах проверки гипотез о совместимости результатов моделирования и натурного эксперимента.		
	Итого	4	
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
1 семестр				
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС .	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-3	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Математические модели и моделирование сигналов и помех.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-4, ПК-3	Зачет, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	30		
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-4, ПК-3	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	28		
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	ОПК-4, ПК-3	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	9		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	26		

Согласована на портале № 22844

Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Типы математический моделей функциональных блоков РЭС , сигналов и помех.
2. Метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайной величины с заданной плотностью распределения вероятностей.
3. Функциональные модели для комплексной огибающей сигнала:
4. узкополосные линейные фильтры; нелинейные блоки с памятью.
5. Математические модели в форме статистических эквивалентов.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Методы статистической теории проверки гипотез в задаче экспериментальной оценкм адекватности математических моделей
2. Математические модели замкнутых следящих систем с нелинейным дискриминатором.
3. Система слежения за временным положением сигнала.
4. Система ФАПЧ.
5. Типы функциональных блоков РЭС и их математические модели.

9.3. Темы лабораторных работ

1. Алгоритмы моделирования случайных величин,
2. Алгоритм моделирования случайного гауссовского вектора в задаче вычисления многомерного интеграла методом Монте Карло.
3. Формирующий фильтр. Моделирование случайных гауссовских сигналов с заданными корреляционными свойствами.
4. Математическая модель обнаружителя корреляционного типа с фазовым детектором.

10. Курсовая работа (проект)

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
1 семестр				
Домашнее задание	11	11	14	36
Опрос на занятиях	10	10	14	34
Итого максимум за период	21	21	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	21	42	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

Согласована на портале № 22844

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. Решетникова Г.Н. Моделирование систем. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2007. – 440 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

2. Черепанов О.И. Моделирование систем. Уч. пособие. Томск: ТУСУР, 2010. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Борисов Ю.П. Математическое моделирование радиосистем. — М.: Сов. радио, 1976. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

2. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике.— М.: Сов. радио, 1961.- 253 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

3. Моделирование в радиолокации./ Под ред. Леонова А.М. — М.: Сов. радио, 1979. – 195 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2119, дата обращения: 06.12.2017.

2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / Тисленко В. И. - 2016. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547, дата обращения: 06.12.2017.

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;

Согласована на портале № 22844

– 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. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций. 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций. 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций. 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу : г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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 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.

Согласована на портале № 22844

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 22844

- 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 № 22844

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

Математическое моделирование радиоэлектронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические устройства и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2018 года

Разработчик:
- профессор кафедры каф. РТС В. И. Тисленко

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22844

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 • типовые методы построения математических моделей радиоэлектронных устройств и систем; • типовые методы построения математических моделей сигналов и помех; • этапы работы и их содержание при решении задач анализа и синтеза РТС методом прямого вероятностного моделирования на ЭВМ; ; Должен уметь • организовать вычислительный процесс (программу) для реализации метода статистических испытаний при оценке величины критерия эффективности РЭС и иметь навыки по ее разработке в среде MathCad (Matlab); • решать типовые задачи теории проверки статистических гипотез при анализе результатов моделирования и испытания РЭС. ; Должен владеть профессиональной терминологией в области математического моделирования РЭС и ее элементов ; методологией организации работы при выполнении моделирования РЭС; приемами представления и обработки экспериментальных данных;
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
ПК-3	способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования	

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

Согласована на портале № 22844

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 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	содержание разделов курса, основные способы и методы разработки алгоритмов математического моделирования РЭУ на ЭВМ	представить постановки задач при разработке математических моделей элементов РЭУ, сигналов и помех	профессиональной терминологией в области математического моделирования РЭУ, содержанием основных способов и принципов построения математических моделей.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Зачет; • 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 системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с понима-нием границ примени-мости;	• Обладает диапазоном практических уме-ний, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых за-дач с элементами исследования;	• Оперирует основными методами решения задач и ис-следований, допускает неточность формулировок;
Удовлетворительно (пороговый	• Обладает знаниями основных понятий на	• Ограниченно обладает умениями, требуемы-	• Работает при прямом наблюдении и контро-

Согласована на портале № 22844

уровень)	уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач ;	ми для выполнения простых типовых задач;	ле ;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы разработки математических моделей РЭУ и их основные виды	формулировать содержание этапов математического моделирования РЭУ на ЭВМ и применить основные методы построения математических моделей для их типовых функциональных элементов	профессиональной терминологией в области решения задач методами математического моделирования РЭУ на ЭВМ ; способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области математического моделирования РЭУ.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с понима-нием границ примени-мости;	• Обладает диапазоном практических уме-ний, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изу-	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых за-дач с элементами исследования;	• Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы;

Согласована на портале № 22844

	чаемой дисциплины;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач;	• Ограниченно обладает умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач;	• Работает при прямом наблюдении и контроле;

2.3 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные языки программирования и пакеты программ для функционального моделирования РЭУ на ЭВМ	разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач	навыками программирования современными языками и применением пакетов программ для моделирования функциональных элементов РЭУ
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических уме-ний, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых за-дач с элементами исследования;	• Оперирует основными методами решения задач и ис-следований, допускает неточность формулировок;

Согласована на портале № 22844

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач;	• Ограниченно обладает умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач ;	• Работает при прямом наблюдении и контроле;

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 Зачёт

– Алгоритмы моделирования случайных величин,

– Алгоритм моделирования случайного гауссовского вектора в задаче вычисления многомерного интеграла методом Монте Карло.

– Формирующий фильтр. Моделирование случайных гауссовских сигналов с заданными корреляционными свойствами.

3.2 Темы домашних заданий

– Что является основой разработки функциональных математических моделей РЭС с использованием метода комплексной огибающей.

– Объясните метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайной величины с заданной плотностью распределения вероятностей

– Объясните метод прямого вероятностного моделирования при решении задачи анализа эффективности РЭС заданной структуры и поясните содержание этапов работы в этой задаче.

– Объясните концепцию формирующего фильтра в задаче моделирования случайных сигналов с заданными статистическими свойствами.

– Объясните свойства марковского случайного сигнала.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы в форме системы разностных уравнений для переменных состояния.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы во временной области.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы в частотной области.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Что является основой разработки функциональных математических моделей РЭС с использованием метода комплексной огибающей.

– Объясните метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайной величины с заданной плотностью распределения вероятностей

– Объясните метод прямого вероятностного моделирования при решении задачи анализа эффективности РЭС заданной структуры и поясните содержание этапов работы в этой задаче.

– Объясните концепцию формирующего фильтра в задаче моделирования случайных сигналов с заданными статистическими свойствами.

– Объясните свойства марковского случайного сигнала.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы в форме системы разностных уравнений для переменных состояния.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы во временной области.

– Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической

Согласована на портале № 22844

системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы в частотной области.

3.4 Экзаменационные вопросы

- Алгоритмы моделирования случайных величин,
- Алгоритм моделирования случайного гауссовского вектора в задаче вычисления многомерного интеграла методом Монте Карло.
- Формирующий фильтр. Моделирование случайных гауссовских сигналов с заданными корреляционными свойствами.
- Математическая модель обнаружителя корреляционного типа с фазовым детектором.
- Математические модели замкнутых следящих систем с нелинейным дискриминатором.
- Система слежения за временным положением сигнала.
- Система ФАПЧ.
- Типы функциональных блоков РЭС и их математические модели.
- Методы статистической теории проверки гипотез в задаче экспериментальной оценкм адекватности математических моделей
- Функциональные модели для комплексной огибающей сигнала:
- узкополосные линейные фильтры; нелинейные блоки с памятью.
-
- Математические модели в форме статистических эквивалентов.
- Метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайной величины с заданной плотностью распределения вероятностей.
- Типы математический моделей функциональных блоков РЭС , сигналов и 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. Решетникова Г.Н. Моделирование систем. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2007. – 440 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Черепанов О.И. Моделирование систем. Уч. пособие. Томск: ТУСУР, 2010. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Борисов Ю.П. Математическое моделирование радиосистем. — М.: Сов. радио, 1976. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
2. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике.— М.: Сов. радио, 1961.- 253 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
3. Моделирование в радиолокации./ Под ред. Леонова А.М. — М.: Сов. радио, 1979. – 195 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2119, свободный.
2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / Тисленко В. И. - 2016. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека ТУСУР

Согласована на портале № 22844

2. Научно-образовательный портал ТУСУР