#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

#### Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	7	<b>УТВЕРЖДАЮ</b>	)	
Пр	орект	ор по учебной	і рабо	эте
		П. Е	E. Tpc	нк
<b>‹</b> ‹			_ 20_	_ г

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника** Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных** 

устройств для радиотехнических систем

Форма обучения: очная

Факультет: ФВС, Факультет вычислительных систем

Кафедра: КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

Курс: **2** Семестр: **3** 

Учебный план набора 2015 года

#### Распределение рабочего времени

No	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	6	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	42	42	часов
5	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
6	Самостоятельная работа	30	30	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	<b>3</b> .E

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Рассмотрена	и одо	брена на зас	седании кас	федры
протокол №	13	от « <u>13</u> »	6	20 <u>17</u> г.

#### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

сти) (	ьного стандарта высшего образования (ФГ 09.04.01 Информатика и вычислительная отрена и утверждена на заседании каф	ребований федерального государственного об ОС ВО) по направлению подготовки (специа. техника, утвержденного 30 октября 2014 едры «» 20 года, про	льно- года,
	Разработчик:		
	доцент каф. ТОР	Р. В. Литвинов	
	Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	А. А. Гельцер	
напра	Рабочая программа согласована с факульт вления подготовки (специальности).	етом, профилирующей и выпускающей кафед	рами
	Декан ФВС	Л. А. Козлова	
	Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю. А. Шурыгин	
	Эксперты:		
	доцент кафедра ТОР	С. И. Богомолов	
	профессор каф. КСУП	В. М. Зюзьков	

#### 1. Цели и задачи дисциплины

#### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение методологии использования математического аппарата при описании сигналов, случайных процессов и полей, устройств и систем. Ре-

шение задач адекватного выбора математических моделей сигналов для радиотехнических систем

различного назначения, анализ и моделирование оптимальных и квазиоптимальных процедур из-

влечения информации из принимаемых сигналов.

#### 1.2. Задачи дисциплины

— В процессе подготовки студент должен сформировать навыки моделирования сигналов, процессов и результатов их преобразования в радиотехнических системах с использованием современного математического аппарата.

#### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.).

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

#### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-6 способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- ПК-5 владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов;
- ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** физические и математические модели и методы моделирования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем.
- **уметь** формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем.
- **владеть -** математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблине 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	42	42
Лекции	6	6
Практические занятия	16	16

Лабораторные работы	20	20
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	30	30
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	5	5
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	13	13
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы	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
	2 000		٦	Ü		
	3 cen	местр				
1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств	1	1	0	4	6	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем.	2	5	0	5	12	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
3 Моделирование радиосигналов и помех.	2	5	8	12	27	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.	1	5	12	9	27	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
Итого за семестр	6	16	20	30	72	
Итого	6	16	20	30	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)

- merrording or a confidence to the confidence to			
Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

	3 семестр		
1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств	Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств. Обобщенная схема. Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования	1	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	1	
2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем.	Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств. Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы.	2	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	2	
3 Моделирование радиосигналов и помех.	Моделирование случайных радиосигналов и помех. Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании. Сравнительный анализ методов моделирования	2	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	2	
4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.	Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы	1	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	1	
Итого за семестр		6	

## 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
Предшествуюц	ие дисципли	ИНЫ		
1 Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле		+		
2 Практика по получению профессиональных	+	+	+	+

умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.)				
Последующие	е дисциплин	Ы		
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+

#### 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 з	анятий		
Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Формы контроля
ОПК-6	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет
ПК-5	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет
ПСК-3	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет

#### 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	Интеракт ивные лекции	Всего
	3 семе	естр		
Мозговой штурм	2		1	3
Работа в команде	1	2	1	4
Исследовательский метод	1	2		3
Итого за семестр:	4	4	2	10
Итого	4	4	2	10

#### 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
	3 семестр		
3 Моделирование радиосигналов и помех.	Моделирование случайных величин с заданнойплотностью распределения вероятностей	4	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ	4	
	Итого	8	
4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.	Вычисление многомерных интегралов методом Монте Карло. Алгоритм имитации п-мерного гауссовского вектора	6	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Моделирование гауссовского стационарного случайного процесса с заданной корреляционной функцией.	6	
	Итого	12	
Итого за семестр		20	

#### 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
	3 семестр		
1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств	Практическое занятия № 1 Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств.	1	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	1	
2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик	Практические занятие № 2 и 3Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств.	5	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
радиосистем.	Итого	5	
3 Моделирование радиосигналов и помех.	Практическое занятие № 4 и 5Моделирование случайных радиосигналов и помех. Расчет математической модели	5	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3

	звена «нелинейный элемент – идеальный полосовой фильтр n-ой спектральной зоны».		
	Итого	5	
4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.	Практическое занятие № 6 и 7Расчет математической модели стационарного нормального случайного процесса с заданным энергетическим спектром. Методы формирования стационарных процессов с произвольным энергетическим спектром.	5	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3
	Итого	5	
Итого за семестр		16	

**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	Грудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
	3 семест	p		
1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3	Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе
устройств	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
2 Базис простейших функциональных элементов при	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3	Дифференцированный зачет
моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем.	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
3 Моделирование радиосигналов и помех.	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	5	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3	Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Оформление отчетов по	3		

	лабораторным работам			
	Итого	12		
4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3	Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе
устройств.	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	9		
Итого за семестр	Итого за семестр			
Итого		30		

#### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- 1. Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств
  - 2. Моделирование случайных радиосигналов и помех
- 3. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ
  - 4. Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.

#### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

- 1. Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании
  - 2. Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.
- 3. Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы.
- 4. Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы

#### 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
	3	семестр		
Дифференцированный зачет	20	10	20	50
Отчет по лабораторной работе	20	10	20	50
Итого максимум за период	40	20	40	100

	Нарастающим итогом	40	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	А (отлично)
	85 - 89	В (очень хорошо)
4 (хорошо) (зачтено)	75 - 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (vyrop gottpopyrtogy yyo)
2 (************************************	65 - 69	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

#### 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1. Основная литература

- 1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. 2012. 257 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 05.06.2017.
- 2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. 2012. 261 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, дата обращения: 05.06.2017.

#### 12.2. Дополнительная литература

- 1. Ганеев Р. М. Математические модели в задачах обработки сигналов : Справочное пособие / Р. М. Ганеев. 2-е изд., испр. и доп. М. : Горячая линия-Телеком, 2004-79 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 50 экз.)
- 2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие / Гельцер А. А. 2013. 99 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2947, дата обращения: 05.06.2017.

#### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- 1. Электротехника и электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов ТУСУР по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Анализ динамических систем», «Теория цепей и сигналов» / Ганджа Т. В., Коваленко В. Е. 2015. 28 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5045, дата обращения: 05.06.2017.
  - 2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методи-

ческое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Гельцер А. А., Абенов Р. Р. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2948, дата обращения: 05.06.2017.

3. Исследование работы фотоприёмного устройства волоконно-оптической системы связи методом математического моделирования: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Шандаров В. М. - 2011. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/85, дата обращения: 05.06.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### Для лиц с нарушениями зрения:

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

#### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

- 1. Сайт кафедры ТОР на образовательном портале ТУСУРа;
- 2. 2. Локальная сеть кафедры TOP: Students\Фамилия преподавателя\ Название файла

#### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплин

#### 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, Вершинина улица, д. 74,3 этаж, ауд.318, 313,314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 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 работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,3 этаж, ауд .318, 313,314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 рогт - 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 Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. 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 информационнообразовательную 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.

#### 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

таолица 14 – дог	полнительные 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 OB3 предусматривается доступная форма предоставления заданий оценоч-

ных средств, а именно:

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

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

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

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

#### Для лиц с нарушениями зрения:

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

#### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

### Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	7	УТВЕРЖДАЮ		
Пр	орект	гор по учебной ра	або	те
		П. Е. Т	po.	ян
<b>‹</b> ‹	<b>&gt;&gt;&gt;</b>	2	0	Γ

#### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника** Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных** 

устройств для радиотехнических систем

Форма обучения: очная

Факультет: ФВС, Факультет вычислительных систем

Кафедра: КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

Курс: **2** Семестр: **3** 

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

- доцент каф. ТОР Р. В. Литвинов

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

#### 1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

100011112011	иолица 1 перелень закрепленных за дисциплинон компетенции				
Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций			
ОПК-6	способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Должен знать - физические и математические модели и методы моделирования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем.;			
ПК-5	владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов	Должен уметь - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотех-			
ПСК-3	умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР	нических устройств и систем.; Должен владеть - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники.;			

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, совер- шенствует действия ра- боты
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 ис- следовании, приспосаб- ливает свое поведение к обстоятельствам в реше- нии проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом на- блюдении

#### 2 Реализация компетенций

#### 2.1 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

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

Габлица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания			
Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание эта-пов	приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Дифференцированный зачет;	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Дифференцированный зачет;</li></ul>	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Дифференцированный зачет;</li></ul>

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

аолица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах			
Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Полностью знает приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	• Умеет свободно анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	• Свободно владеет методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные приемы анализа профессиональной информации,	• Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в	• Свободно владеет основными методами анализа профессиональ-

	способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	ной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• Знает некоторые приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	• Умеет анализировать по шаблонам профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;	• Владеет некоторыми методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;

#### 2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов.

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	существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.	использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.	навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые	• Отчет по лаборатор-	• Отчет по лаборатор-	• Отчет по лаборатор-

средства оценива- ния	ной работе; • Дифференцирован-	ной работе; • Дифференцирован-	ной работе; • Дифференцирован-
	ный зачет;	ный зачет;	ный зачет;

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)	• Знает основные существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Умеет свободно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Умеет самостоятельно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Частично владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• Дает определения существующим методам и алгоритмам решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Показывает неполное, недостаточное умение использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;

#### 2.3 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.

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	основные линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС.	разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС.	навыками разработки линейных и нелинейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.
Виды занятий	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-

	тические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	тические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	тические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная рабобота;
Используемые средства оценивания	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Дифференцированный зачет;</li></ul>	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Дифференцированный зачет;</li></ul>	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Дифференцированный зачет;</li></ul>

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)	• основные линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС.;	• разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС.;	• навыками разработки линейных и нелинейных и нелинейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.;
Хорошо (базовый уровень)	• основные линейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС.;	• разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС.;	• навыками разработки линейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• основные линейные элементов СВЧ МИС.;	• разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать характеристики СВЧ МИС.;	• навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

#### 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 дифференцированного зачета

 Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании

- Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.
- Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы.
- Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы
  - Моделирование случайных радиосигналов и помех
- Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ
  - Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.
- Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств

#### 3.2 Темы лабораторных работ

- Вычисление многомерных интегралов методом Монте Карло. Алгоритм имитации пмерного гауссовского вектора
- Моделирование гауссовского стационарного случайного процесса с заданной корреляционной функцией

#### 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. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. 2012. 257 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, свободный.
- 2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. 2012. 261 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, свободный.

#### 4.2. Дополнительная литература

- 1. Ганеев Р. М. Математические модели в задачах обработки сигналов : Справочное пособие / Р. М. Ганеев. 2-е изд., испр. и доп. М. : Горячая линия-Телеком, 2004-79 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 50 экз.)
- 2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие / Гельцер А. А. 2013. 99 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2947, свободный.

#### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

- 1. Электротехника и электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов ТУСУР по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Анализ динамических систем», «Теория цепей и сигналов» / Ганджа Т. В., Коваленко В. Е. 2015. 28 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5045, свободный.
- 2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Гельцер А. А., Абенов Р. Р. 2013. 21 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2948, свободный.
- 3. Исследование работы фотоприёмного устройства волоконно-оптической системы связи методом математического моделирования: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Шандаров В. М. 2011. 12 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/85, свободный.

#### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

- 1. 1. Сайт кафедры ТОР на образовательном портале ТУСУРа;
- 2. 2. Локальная сеть кафедры TOP: Students\Фамилия преподавателя\ Название файла