

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Мякинников А.В.

подпись ФИО

“ 22 ” апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4Функциональное моделирование

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Радиолокационные системы и комплексы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 108/3
 часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Фадеев Р.С., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 931 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 5 от 12.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 17 марта 2025 г.
№ 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Приблудова Е.Н. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, протокол от 22 апреля 2025 г. № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.05.01-р-34
Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г

Заведующая отделом НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	11
5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1. Учебная литература	15
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	15
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	15
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7.1. Перечень информационных справочных систем	16
7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения.....	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	20
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	20
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	20
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	21
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	21
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета для студентов всех форм обучения.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Функциональное моделирование» являются: формирование компетенций для решения задач анализа, синтеза, математического моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем и комплексов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины «Функциональное моделирование» являются формирование навыков моделирования сигналов, процессов и результатов их преобразования в радиотехнических системах с использованием современного математического аппарата.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Функциональное моделирование» Б1.В.ОД.4 включена в обязательный перечень дисциплин в рамках вариативной части Блока 1 и является обязательной для профиля направления подготовки «Радиоэлектронные системы». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Освоение дисциплины «Функциональное моделирование» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Радиоавтоматика», «Статистическая теория радиотехнических систем». Обучаемый должен иметь представление о теории случайных процессов и теории обработки сигналов в радиотехнических системах, знать основы теории проверки статистических гипотез, теории управления и теории оценивания.

Дисциплина «Функциональное моделирование» связана следующими разделами дисциплины «Радиотехнические системы», изучаемыми в следующих семестрах.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
ПКС-1											
Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы											
Направляющие и колебательные системы СВЧ											
Основы компьютерного проектирования РЭС											
Радиоавтоматика											
Статистическая теория радиотехнических систем											
Функциональное моделирование											
Основы техники радиоприёма											
Радиопередающие устройства											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
Радиотехнические системы											
Электропреобразовательные устройства РЭС											
Электропитание устройств систем телекоммуникаций											
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ											
Электронные СВЧ и квантовые приборы											
Цифровая обработка сигналов											
Микроэлектронные устройства СВЧ											
Интегральная СВЧ схемотехника											
Научно-исследовательская работа											
Телевидение и видеотехника											
Цифровая аудио- и видеотехника											
Лабораторный практикум по проектированию интегральных модулей цифровой обработки											
Программные средства цифровой обработки сигналов											
Современные математические методы обработки сигналов											
Основы теории радиолокационных систем и комплексов											
Основы теории радионавигационных систем и комплексов											
Основы теории радиосистем и комплексов управления											
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы											
Цифровые процессоры и обработка сигналов											
Основы теории радиосистем передачи информации											
Сетевые информационные технологии											
Преддипломная практика											
Выполнение и защита ВКР											

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1.Способен проводить разработку методов, алгоритмов приёма, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Знать: принципы построения функциональных моделей радиолокационных систем и устройств	Уметь: выполнять математическое моделирование радиолокационных систем и устройств в современных пакетах прикладных программ	Владеть: навыками работы в современных пакетах прикладных программ(MATLAB).	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
– Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС <u>06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств»</u>), решает задачи математического моделирования объектов и процессов, и эффективного проведения тестирования работы программного обеспечения						

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		7 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	53	53
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)		

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоёмкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоёмкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
1 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.2	Раздел 1. Моделирование случайных процессов				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2].				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 1.1 Моделирование случайных величин	4			1		Интерактивная лекция		
	Тема 1.2 Моделирование гауссовских случайных процессов	4			1		Интерактивная лекция		
	Тема лабораторной работы: «Моделирование гауссовских случайных процессов»		5		9	Подготовка к л.р.[6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].	Мозговой штурм		
	Работа по освоению 1 раздела:	8	5		11				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 1 разделу	8	5		11				
ПКС-1 ИПКС-1.2	Раздел 2. Математическое моделирование преобразований сигналов и процессов в радиотехнических системах					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2].			
	Тема 2.1 Комплексная огибающая узкополосного колебания и аналитического сигнала	4			1		Интерактивная лекция		
	Тема 2.2 Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата ком-	6			1		Интерактивная лекция		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	плексной огибающей								
	Тема лабораторной работы: «Разработка динамических функциональных моделей элементов радиосистем на основе аппарата комплексной огибающей»		6		8	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].	Мозговой штурм		
	Тема 2.3 Дискретизация узкополосного сигнала	6			1		Интерактивная лекция		
	Тема 2.4 Эффекты квантования в цифровых системах	2			1		Интерактивная лекция		
	Работа по освоению 2 раздела:	18	6		12				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	18	6		12				
ПКС-1 ИПКС-1.2	Раздел 3. Пример функционального моделирования приемного тракта радиолокационной системы					Подготовка к лекциям[6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2],			
	Тема 3.1Общая функциональная схема приемного тракта радиолокационной системы	2			1		Интерактивная лекция		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 3.2.Адаптивная компенсация активной шумовой помехи	2			1		Интерактивная лекция		
	Тема 3.3. Оптимальный обнаружитель простого прямоугольного радиоимпульса	2			1		Интерактивная лекция		
	Тема лабораторной работы: «Исследование характеристик цифровых КИХ и БИХ фильтров при помощи динамических функциональных моделей в среде SIMULINK»		6		8	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].	Мозговой штурм		
	Тема 3.4.Согласованная фильтрация сигнала с линейной частотной модуляцией	2			1		Интерактивная лекция		
	Работа по освоению 3 раздела:	8	6		12				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу	8	6		12				
	Подготовка к зачету				18				
	ИТОГО по дисциплине	34	17		53				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств

Таблица 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1	Моделирование случайных процессов	ПКС-1 ИПКС-1.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Проверка отчета, устный опрос по теоретической части работы	Лабораторная работа: «Моделирование гауссовских случайных процессов»	Устный опрос по результатам самостоятельной работы	Домашние задания
2	Математическое моделирование преобразований сигналов и процессов в радиотехнических системах	ПКС-1 ИПКС-1.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Проверка отчета, устный опрос по теоретической части работы	Лабораторная работа: «Разработка динамических функциональных моделей элементов радиосистем на основе аппарата комплексной огибающей»	Устный опрос по результатам самостоятельной работы	Домашние задания

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3	Пример функционального моделирования приемного тракта радиолокационной системы	ПКС-1 ИПКС-1.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение задания на лабораторную работу. Опрос по теоретической части лабораторной работы.	Лабораторная работа: «Исследование характеристик цифровых КИХ и БИХ фильтров при помощи динамических функциональных моделей в среде SIMULINK»	Устный опрос по результатам самостоятельной работы	Домашние задания

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Функциональное моделирование»	ПКС-1	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету	Устное собеседование по результатам выполнения заданий	Задания к зачету

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1	1-25

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4- При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Зачет
$20 < R \leq 50$	Зачтено
$0 < R \leq 20$	Незачтено

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	
		Оценка «не зачтено» 0-29% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «зачтено» 30-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Не способен разработать функциональный алгоритм и выполнить моделирование его программной реализации в среде Matlab	Способен разработать функциональный алгоритм и выполнить моделирование его программной реализации в среде Matlab

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	оценку « зачтено » заслуживает студент, полностью или частично освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, выполнивший большее число практических учебных заданий
не зачтено	оценку « не зачтено » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, не выполнивший практические учебные задания

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотечке
6.1.1	Математическое моделирование радиотехнических систем: учеб. пособие / А.В. Мякинчиков А.В [и др.]; Нижегородск. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2018. – 202 с.	В библиотеке – 5 экз., на кафедре – 80 экз.
6.1.2	П.А.Бакулев Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2007	2007 г. – 8 экз. 2004 г. – 20 экз. Всего: – 28 экз.
6.1.3	Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2012., 2011	2012 г. – 3 экз. 2007 г. – 9 экз. Всего: – 12 экз
6.1.4	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Б. Сергиенко. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011.	2011 г. – 30 экз. 2006 г. – 21 экз. Всего: – 51 экз.

6.2. Справочно-библиографическая литература

- 6.2.1. В.А.Васин [и др.] Под ред. И.Б. Федорова Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб. пособие. –Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. **В библиотеке - 20 экз.**
- 6.2.2. Дьяконов В.П. Matlab и Simulink для радиоинженеров Пресс – М.: ДМК, 2011. **В библиотеке - 30 экз.**

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии [Журнал "Информационные технологии" \(novtex.ru\)](http://novtex.ru).
- 6.3.2. Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. [Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек \(aselibrary.ru\)](http://aselibrary.ru).
- 6.3.3. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». [Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - Aboutjournal \(jitics.ru\)](http://jitics.ru)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Информационные технологии в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные си-

стемы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

- 6.4.1.** Функциональное моделирование радиосистем: Метод. указания к лабораторным работам для студентов специальности 200700 всех форм обучения/ НГТУ; Сост.: А.В.Мякинков, Е.Н. Приблудова. Н.Новгород, 2005.-16 с.
В библиотеке 5 экз, на кафедре - 15 экз.
- 6.4.2. Функциональное моделирование радиосистем: метод. указания к лаб. работам для студентов специальности 210302.65 всех форм обучения. Ч. 2 / НГТУ; Сост.: А.В.Мякинков, А.Б.Бляхман. Н.Новгород, 2007.-18 с. В библиотеке 5 экз, на кафедре - 15 экз.
- 6.4.3.** Функциональное моделирование радиосистем: метод. указания к лабораторным работам для студентов специальности 210302.65 всех форм обучения. Ч. 3 / НГТУ; Сост.: А.В.Мякинков. Н.Новгород, 2009.-16с.**В библиотеке 2экз, на кафедре - 15 экз.**
- 6.4.4. Сценарии, функции и графические средства среды MATLAB 5.x: Метод.указания к лаб. работе №1 по спецкурсу “Основы работы в системе MATLAB” для студентов спец. 200700 / НГТУ; Сост.: А.А.Кузин, Е.Н.Приблудова. Н.Новгород, 2009. 18 с. **На кафедре - 15 экз.**
- 6.4.5. Создание простых моделей в пакете SIMULINK: Метод. указания к лаб. работе №3 по спецкурсу “Основы работы в системе MATLAB” для студентов спец. 200700 / НГТУ; Сост.: Е.Н.Приблудова. Н.Новгород, 2009. 12с. **На кафедре - 15 экз.**
- 6.4.6. Подсистемы и собственные библиотеки блоков в пакете SIMULINK: Метод. указания к лаб. работе №4 по спецкурсу “Основы работы в системе MATLAB” для студентов специальностей 200700, 071900 всех форм обучения / НГТУ; Сост.: Е.Н.Приблудова, А.А.Кузин.Н.Новгород, 2009. 11 с. **На кафедре - 15 экз.**

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1.Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

7.2.Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа	ПО свободного распространения
1 Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договорот 21.10.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html Zoom для дистанционного обучения, ссылка отправляется преподавателем

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице10указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную. информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Компьютерный класс № 5414 учебно-лабораторного корпуса № 5	1. Персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету 2. Рабочее место студента - 12.	1. Windows 7 Pro SP1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGPot 20.05.2024 до 30.05.2025); 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14). 5. Распространяемое по свободной ли-

			цензии - GNU/Linux Slackware 13.37; - Adobe Acrobat Reader; - Altera Quartus II web edition.
--	--	--	---

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Функциональное моделирование», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе. Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, во-

просами, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.1). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение и защита лабораторных работ для студентов всех форм обучения;
- зачет.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета для студентов всех форм обучения

1. Моделирование сигналов и помех
 - 1.1. Метод нелинейного преобразования, обратной функции распределения
 - 1.2. Метод на основе преобразования нормально распределенных СВ
 - 1.3. Метод Неймана
 - 1.4. Метод кусочной аппроксимации
 - 1.5. Сравнительная характеристика методов моделирования случайных величин
2. Моделирование случайных векторов
 - 2.1 Метод условных распределений
 - 2.2 Метод Неймана, обобщенный на многомерный случай
 - 2.3 Моделирование случайных векторов с заданной корреляционной матрицей
3. Моделирование гауссовских случайных процессов
 - 3.1. Метод скользящего суммирования
 - 3.1.1. Способ нахождения весовых коэффициентов на основе решения нелинейной алгебраической системы уравнений
 - 3.1.2. Способ нахождения весовых коэффициентов на основе разложения спектральной плотности мощности в ряд Фурье
 - 3.1.3. Способ нахождения весовых коэффициентов на основе разложения спектральной плотности мощности процесса на множители
 - 3.2. Метод рекуррентных алгоритмов. Метод факторизации при нахождении параметров рекуррентного алгоритма
4. Моделирование негауссовских случайных процессов
 - 4.1. Общий алгоритм моделирования
 - 4.2. Моделирование рэлеевского случайного процесса
 - 4.3. Моделирование случайного процесса с показательным законом распределения
5. Способы описания функциональных моделей
 - 5.1. Этапы моделирования
 - 5.2. Организация процесса обработки данных
 - 5.3. Стили программирования
6. Принципы интерпретации поведения дискретных устройств средствами моделирования
 - 6.1. Моделирование и реальное время. Сквозное моделирование
 - 6.2. Моделирование и реальное время. Событийное моделирование
7. Событийное моделирование в Matlab
 - 7.1. Использование событийного подхода для моделирования управляющих уст-
 - 7.2. Основные объекты SF-диаграмм
 - 7.3. Пример проектирования простой SF-диаграммы
8. Комплексная огибающая узкополосного колебания и аналитический сигнал

- 8.1. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Преобразование Гильберта
- 8.2. Аналитический сигнал и его свойства
- 8.3. Использование аппарата комплексной огибающей для описания преобразования узкополосных сигналов частотно-селективными устройствами
- 8.4. Квадратурный способ представления комплексной огибающей. Схема получения квадратурных составляющих комплексной огибающей узкополосного сигнала
- 9. Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата комплексной огибающей
 - 9.1. Метод интеграла наложения для комплексных огибающих. Пример модели низкочастотного эквивалента для одноконтурного резонансного усилителя
 - 9.2. Моделирование нелинейных безынерционных преобразований. Общие принципы моделирования нелинейных элементов методом комплексной огибающей.
 - 9.3. Линейное и квадратичное детектирование узкополосного сигнала
 - 9.4. Алгоритм преобразования комплексной огибающей амплитудным ограничителем
 - 9.5. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при фазовом детектировании. Пример моделирования цифрового демодулятора QPSK-сигнала.
 - 9.6. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при моделировании частотного детектора
- 10. Узкополосные случайные процессы
 - 10.1. Аналитический процесс. Корреляционные свойства узкополосного процесса, сопряженного по Гильберту процесса, аналитического процесса.
 - 10.2. Комплексная огибающая узкополосного процесса. Спектральные и корреляционные свойства комплексной огибающей и ее квадратурных составляющих. Огибающая, фаза и мгновенная частота узкополосного процесса
- 11. Пример функционального моделирования приемного тракта РЛС
 - 11.1. Общая функциональная схема приемного тракта РЛС
 - 11.2. Адаптивная компенсация активной шумовой помехи
 - 11.3. Модель цифрового согласованного фильтра КО ЛЧМ-сигнала
 - 11.4. Адаптивная межпериодная компенсация пассивной помехи