

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Учебно-научный
институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ Мякинников А.В.

« 22 » апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.1.1 Случайные процессы в динамических системах
телекоммуникаций**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Электронная техника, радиотехника и связь

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: Электроника и сети ЭВМ (ЭСВМ)

Кафедра разработчик: ЭСВМ

Объем дисциплины: 144/4

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Есипенко В.И., д.ф.-м.н., профессор

Нижний Новгород, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от __22.09.2017__ № __958__ на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от __19.12.2024__ № __7__

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от __13.03.2025__ № __2__

Зав. кафедрой ЭСВМ д.т.н, проф. Бабанов Н.Ю. _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, где реализуется данная программа

Протокол от __22.04.25__ № __3__

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № _____

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.
подпись

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
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	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	18
6.2. Справочно-библиографическая литература	19
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	19
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	20
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	21
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	22
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	22
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	22
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающегося	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ	23
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	23
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена...	23
11.3. Типовые задания для текущего контроля	25
11.4. Типовые задания для расчётной работы.....	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины являются:

- 1) глубокое освоение теории интегральных методов анализа,
- 2) изучение косвенных методов статистического анализа динамических систем с анализом их достоинств и недостатков,
- 3) изучение и освоение многократных функциональных преобразований выборочных значений случайных процессов,
- 4) освоение нового метода прямого статистического анализа динамических систем произвольной сложности,
- 5) применение метода прямого статистического анализа для решения различных задач,
- 6) ознакомление с разработанными программными продуктами по определению плотности распределения вероятности (ПРВ) выходного случайного процесса фильтров нижних частот (ФНЧ) при действии на их входы негауссовских случайных процессов с ПРВ Рэлея и Райса,
- 7) освоение теории и практики построения соответствующих графиков выходных ПРВ случайных процессов динамических систем,
- 8) формирование компетенций в области понимания физических процессов в динамических системах,
- 9) приобретение компетентности при использовании различных методов статистического анализа динамических систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- освоение теоретических материалов и их практическое применение при статистическом анализе динамических систем,
- хорошее понимание применимости методов статистического анализа процессов в динамических системах как во временной, так и в частотной областях,
- формирование навыков и компетенций по применению дисциплины «Случайные процессы в динамических системах» в последующих телекоммуникационных и радиотехнических дисциплинах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Случайные процессы в динамических системах» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОСЗ++, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина «Случайные процессы в динамических системах» базируется на курсах «Математика», «Физика», «Цифровые системы передачи», «Системы сотовой связи», «Нелинейные цепи и цифровые фильтры», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Интегральные методы анализа». Студент должен обладать знаниями интегрального и дифференциального исчисления, действиями с комплексными числами, знаниями физических законов электричества и магнетизма, иметь навыки работы с компьютером.

Освоение дисциплины «Случайные процессы в динамических системах» необходимо для последующего изучения дисциплин «САПР в телекоммуникациях», «Теория построения

инфокоммуникационных сетей и устройств», «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем связи».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.04.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи:

ПКС-1 Способен исследовать физические принципы функционирования радиоэлектронного средства, выбирать способы построения и обработки сигналов.

ПКС-4 Способен проводить экспериментальные исследования радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	1	2	3	4
ПКС-1				
Математический аппарат динамических систем	*			
Случайные процессы в динамических системах	*			
Статистические свойства динамических систем	*			
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)			*	
Научно-исследовательская работа		*		
Научно-исследовательская работа			*	
Преддипломная	*			
Выполнение и защита ВКР				
ПКС-4				
Случайные процессы в динамических системах телекоммуникаций				
Статистические свойства динамических систем				
Научно-исследовательская работа				
Преддипломная				
Выполнение и защита ВКР				

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

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 (дескрипторы)			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен исследовать физические принципы функционирования радиоэлектронного средства, выбирать способы построения и обработки сигналов	ИПКС-1.2 Знаком с современной микроэлектронной технологией производства в радиоэлектронной отрасли ИПКС-1.3 Имеет знания по методам анализа сигналов и их обработки	Знать: -Основы математического аппарата динамических систем.	Уметь: - Анализировать динамическое поведение в оборудованных связях.	Владеть: - Методами анализа динамических систем.	Вопросы для письменного опроса, выполнение и защита расчётных работ.	Вопросы для устного экзамена: билеты.
ПКС-4 Способен проводить экспериментальные исследования радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях	ИПКС-4.2 Умеет проводить экспериментальные исследования в области радиоэлектронных средств	Знать: - Основы математического аппарата динамических систем.	Уметь: - Производить анализ динамических систем оборудования связи	Владеть: - Методами анализа динамических систем		

В рамках дисциплины «Случайные процессы в динамических системах телекоммуникаций» частично формируются трудовые знания в области архитектуры, устройства и функционирования инфокоммуникационных сетей и систем в рамках трудовой функции 06.048

G/02.7 «Разработка принципов функционирования и технических решений по созданию инновационных радиоэлектронных средств» профессионального стандарта 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций»

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины¹ по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час. Очная	В т.ч. по семестрам № 1
Формат изучения дисциплины	с использованием компьютерных презентаций	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	40	40
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) ²		
текущий контроль, консультации по дисциплине ³	6	6
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	32	32
реферат/эссе (подготовка) ⁴		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	15	15
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.)	17	17
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36

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

¹ Шаблон таблицы для двух семестровой дисциплины. : -/- соответственно для очной, заочной форм обучения

² При наличии в учебном плане. Для ППС: 3ч. на КП; 2ч. на К.Р., - на каждого студена

³ Консультации 4 часа на группу (на дисциплину)

⁴ Реферат/эссе, РГР, контрольная работа указываются при наличии в учебном плане

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
3 семестр								
ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.2	Раздел 1. Косвенные методы статистического анализа динамических систем							
	Тема 1.1. Метод моментных функций.	1,0			1,0	Подготовка к практическим занятиям [1.1].	Домашняя самоподготовка; общение и консультации по электронной почте.	Конспекты лекций для дистанционного обучения.
	Практические занятия 1. 1. Постановка задачи прямого статистического анализа (ПСА) типового нелинейного радиотехнического звена (ТНРЗ) при действии на его вход суммы гармонического сигнала и гауссовского шума.			1,0	1,0	Подготовка к практическим занятиям.	Использование для расчетов и построения графиков программного продукта.	
	Тема 1.2. Метод квази моментных функций.	1.0			1,0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям.	Задания по изучению переходных процессов.	
	Практические занятия 1.2. Уточнение и разъяснение задачи прямого статистического анализа (ПСА) типового нелинейного радиотехнического звена (ТНРЗ) при действии на его вход суммы			1.0	1,0	Подготовка к практическим занятиям.	Аналитическое решение и построение графиков.	Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	гармонического сигнала и гауссовского шума.							
	Тема 1.3. Метод кумулянтных функций.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям.	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
	Практическая работа 1.3. Определение параметров отдельных звеньев ТНРЗ.			1,0				
	Тема 1.4. Метод полигауссовских представлений случайных процессов	1.0						
	Практическая работа 1.4. Уточнение параметров отдельных звеньев ТНРЗ.			1.0	1,0	Подготовка к практическим работам.		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.
	Тема 1.5. Метод ортогональных разложений ядра интегрального уравнения	1.0						
	Практическая работа 1.5. Теоретическое освоение необходимого программного продукта для статистического анализа ТНРЗ.			1.0	1.0	Подготовка к практическим работам.		
	Тема 1.6. Метод дифференциальных уравнений	1.0						

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	Тема 1.6.1. Непрерывный марковский случайный процесс							
	Тема 1.6.2. Многомерный марковский случайный процесс							
	Практическая работа 1.6.3 Продолжение теоретического освоения необходимого программного продукта.			1.0	1.0	Подготовка к лекциям.	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
	Тема 1.7. Метод статистических испытаний (Метод Монте-Карло)	0,5						
	Итого по 1 разделу	6.5		6.0	7.0			
ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.2	Раздел 2. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем с постоянными и переменными параметрами							
	Тема 2.1. Общие положения							
	Тема 2.2. Анализ линейных динамических систем с постоянными параметрами (переходный режим, нулевые начальные условия).	0.5			1.0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям.	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.
	Тема 2.2.1. Импульсные характеристики не содержат дельта-функцию.						Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
	Тема 2.2.2. Импульсные характеристики содержат дельта-функцию.							

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
								Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.
	Тема 2.3. Анализ линейных динамических систем с постоянными параметрами (переходный режим, ненулевые начальные условия).	0.5			4,0	Подготовка к практическим работам.	Методические указания к расчётным работам.	
	Тема 2.3.1. Импульсные характеристики не содержат дельта-функцию.							
	Тема 2.3.2. Импульсные характеристики содержат дельта-функцию.							
	Тема 2.4. Анализ линейных динамических систем с переменными детерминированными параметрами (переходный режим, нулевые начальные условия).							
	Тема 2.4.1. Импульсные характеристики не содержат дельта-функцию.							
Тема 2.4.2. Импульсные характеристики содержат дельта-функцию.								
Тема 2.5. Анализ линейных динамических систем с переменными детерминированными параметрами (переходный режим, ненулевые	0.5							

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	начальные условия).							
	Тема 2.5.1. Импульсные характеристики не содержат дельта-функцию.							
	Тема 2.5.2. Импульсные характеристики содержат дельта-функцию.							
	Практические занятия 4.1. Пробное решение рассматриваемой задачи.			2,5	3.0			
	Итого по 2 разделу	1.5		2.5	8.0			
	ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.2	Раздел 3. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем со случайными параметрами						
Тема 3.1.. Многомерная плотность распределения вероятностей импульсной характеристики.		0.5						
Тема 3.2. Анализ систем в переходном режиме при нулевых начальных условиях.		0.5					Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
Тема 3.2.1. Импульсные характеристики не содержат дельта-функции.					2.0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям.		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.
Тема 3.2.2. Импульсные характеристики содержат дельта-функции.					2.0	Подготовка к практическим занятиям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	Тема 3.3. Анализ систем в переходном режиме при ненулевых начальных условиях.	1.0			2.0	Подготовка к практическим занятиям	Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
	Тема 3.3.1. Многомерная плотность распределения вероятностей собственного движения линейной системы						Методические указания к расчётным работам.	
	Тема 3.3.2. Импульсные характеристики не содержат дельта-функции.							
	Тема 3.3.3. Импульсные характеристики содержат дельта-функцию.						Задания для аудиторных и самостоятельных решений.	
	Практические занятия 4.2. Продолжение решения рассматриваемой задачи.			2.5	1.0	Подготовка к практическим занятиям		
	Итого по 3 разделу	2.0		2.5	7.0			
	Раздел 4. Прямой статистический анализ динамических систем класса Гаммерштейна							
ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.2	Тема 4.1. Общие положения.							
	Тема 4.2. Прямой статистический анализ типового радиотехнического звена (ТРЗ).	2.0			1.0	Подготовка к выполнению практической работы		
	Тема 4.2.1. ТРЗ с широкополосной				1.0	Подготовка к		

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	входной линейной динамической системой					практическим работам		
	Тема 4.2.2. ТРЗ с узкополосной входной линейной динамической системой				1.0	Подготовка к выполнению практической работы		
	Тема 4.3. Прямой статистический анализ произведения двух случайных процессов.				1.0	Подготовка к практическим работам		
	Практические занятия 4.3. Построение графиков ПРВ.			3.0				
	Итого по 4 разделу	2.0		3.0	4.0			
	ПКС-1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.2	Раздел 5. Применения метода прямого статистического анализа динамических систем						
Тема 5.1. Доказательство возможности уменьшения интервала интегрирования до величины $\Delta t_{ef,max}$		0.5			1.0	Подготовка к лекциям.		
Тема 5.2. Методика интегрирования по переменным, являющимися аргументами дельта-функции.		0.5			1.0	Подготовка к практическим занятиям		
Тема 5.3. Многомерная ПРВ мгновенных значений импульсной характеристики RC-фильтра со случайными гауссовскими параметрами.		0.5			1.0	Подготовка к практическим занятиям.		
Тема 5.4. Прямой статистический		1.0			1.0	Подготовка к		Дополнительные

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	анализ гауссовского фильтра нижних частот в переходном режиме при нулевых начальных условиях и входных случайных воздействиях с ПРВ Рэля и Райса.					практическим работам.		материалы, рассылаемые по электронной почте.
	Тема 5.4.1. Общие положения	0.5						
	Тема 5.4.2. Параметры постоянные.	0.5						
	Тема 5.4.3. Параметры переменные.	1.0			1.0	Подготовка к лекциям.		
	Практические занятия 5. Оценка точности вычисления искомой Плотности распределения вероятностей. Оформление отчёта.			3.0	1.0	Подготовка к практическим занятиям.		
	Итого по разделу	4.5		3.0	6.0			
	Итого за семестр	17		17	32			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам работ и примеры заданий для домашних и контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Электроника и сети ЭВМ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех бальной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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 «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен исследовать физические принципы функционирования радиоэлектронного средства, выбирать способы построения и обработки сигналов	ИПКС-1.2 Знаком с современной микроэлектронной технологией производства в радиоэлектронной отрасли ИПКС-1.3 Имеет знания по методам анализа сигналов и их обработки	Не знает основные физические законы поведения токов и напряжений во временной и частотной областях. Не имеет навыков проведения экспериментальных исследований и не владеет анализом происходящих процессов в цепях.	Знает основные аналитические выражения для токов и напряжений в цепи, но затрудняется объяснять их физическую сущность. Умеет проводить эксперименты по лабораторным работам, но слабо понимает суть исследуемых процессов.	Знает принципы анализа процессов в электрических цепях во временной и частотной областях. Способен аргументированно объяснять теоретические и экспериментальные закономерности поведения токов и напряжений в цепях..	Умеет уверенно и правильно выбрать методику и проводить теоретические и экспериментальные испытания. Уверенно пользуется моделированием и измерениями. Грамотно оформляет результаты с соблюдением нормативных документов..
ПКС-4 Способен проводить экспериментальные исследования радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях	ИПКС-4.2 Умеет проводить экспериментальные исследования в области радиоэлектронных средств	Не знаком со стандартными пакетами программ и не умеет использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Не умеет логически объяснить получаемые в исследованиях результаты..	Способен производить исследования по лабораторным работам с использованием пакета специализированных программ, но не может уверенно проанализировать суть происходящих физических процессов..	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований с применением теоретических, программных и инструментальных методов. Владеет навыками оформления результатов исследований. Испытывает затруднения в объяснении исследуемых процессов.	Уверенно использует аналитические, программные и инструментальные методы при проведении экспериментальных работ. Умеет анализировать и обосновывать получаемые результаты. Умеет оформлять результат работ в соответствии с требованиями.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил в неполном объеме, практические навыки недостаточно сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Есипенко В.И.	Случайные процессы в динамических системах	НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020	Учебное пособие	50
6.1.2.	Есипенко В.И.	Прямой статистический анализ каскадных Гаммерштейновских систем	Москва, Книга по требованию, 2014	Монография.	Кафедра, 6
6.1.3.	Тихонов В.И.	Статистическая радиотехника	М.: Сов. Радио, 1982	Учебное пособие	51
6.1.4.	Левин Б.Р.	Теоретические основы статистической радиотехники	М.: Сов. Радио, 1966-1989	Учебное пособие	32
6.1.5.	Малахов А.Н.	Кумулянтный анализ Случайных негауссовых процессов и их преобразований	М.: Сов. Радио, 1978	Монография	Кафедра, 1

6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н.	Радиотехнические цепи и сигналы.	-СПб.: Петербург 2014	Учебник	51

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Случайные процессы в динамических системах» находятся на кафедре «Электроника и сети ЭВМ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Случайные процессы в динамических системах».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Случайные процессы в динамических системах».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Случайные процессы в динамических системах».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Научно-техническая библиотека НГТУ <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>.
Электронные библиотечные системы. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>.
9. Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>
10. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - 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 РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 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.nntu.ru/sveden/accenv/>

На сайте НГТУ размещены в формате PDF материалы, разработанные по курсу «Случайные процессы в динамических системах».

Таблица 10 - 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

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- специализированная аудитория 5427 с проектором и доступом в Интернет для проведения лекций, семинаров и презентаций.

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.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

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

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ЭСВМ», также размещен на сайте НГТУ и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам приобретать навыки выполнения работ в коллективе, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, 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 компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой (на 3-м семестре) экзамена (4 семестр) 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 задачами, вопросами и другими видами заданий, 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 стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, 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). 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 практическим занятиям / 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

Лабораторные работы не запланированы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.5. 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 (указано в таблице 11). 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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по расчётным работам;
- экзамен.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Лабораторные работы не запланированы.

11.2. Типовые вопросы для аттестации в форме экзамена.

1. Метод моментных функций. Определение моментных функций. Связь моментных и характеристических функций.
2. Метод моментных функций. Определение моментных функций на выходе ЛДС.
3. Метод моментных функций. Общая схема отыскания многомерной ПРВ на выходе ЛДС. Достоинства и недостатки метода.
4. Метод квазимоментных функций. Определение квазимоментных функций. Одномерный случай.
5. Метод квазимоментных функций. Общая схема отыскания многомерной ПРВ на выходе ЛДС. Достоинства и недостатки метода.
6. Метод кумулянтных функций. Определение кумулянтных функций. Связь кумулянтных и характеристических функций.

7. Метод кумулянтных функций. Определение кумулянтных функций на выходе ЛДС. Достоинство и недостатки метода.
8. Метод кумулянтных функций. Связь кумулянтных и характеристических функций.
9. Метод кумулянтных функций. Общая схема отыскания многомерной ПРВ на выходе ЛДС.
10. Метод полигауссовых представлений. Суть метода. Достоинство.
11. Метод полигауссовых представлений. Полигауссово представление произвольной ПРВ.
12. Метод дифференциальных уравнений. Одномерное уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка.
13. Метод дифференциальных уравнений. Многомерное уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка.
14. Метод дифференциальных уравнений. Достоинство и недостатки.
15. Метод ортогональных разложений. Ядро интегрального преобразования, симметричные ядра.
16. Условия применения метода ортогональных разложений.
17. Метод ортогональных разложений. Какой класс задач может быть решён данным методом.
18. Метод ортогональных разложений. Достоинства и недостатки метода.
19. Цель применения метода ортогональных разложений.
20. Метод статистических испытаний. Достоинства и недостатки метода.
21. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Эффективная длительность импульсной характеристики без дельта-функции при нулевых начальных условиях.
22. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Определение многомерной ПРВ импульсной характеристики ЛДС с детерминированными параметрами (нулевые начальные условия, без дельта-функции).
23. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Функциональное преобразование случайных процессов.
24. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Какие функциональные преобразования нужно выполнить для получения многомерной ПРВ выходного случайного процесса?
25. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Достоинства и недостатки метода.
26. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Выражение для многомерной ПРВ выходного случайного процесса (импульсная характеристика не содержит дельта-функцию, начальные условия нулевые).
26. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС):
импульсная характеристика содержит дельта-функцию, начальные условия нулевые.
27. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Расширенная система класса Гаммерштейна с широкополосной входной линейной системой (импульсная характеристика содержит дельта-функцию, начальные условия нулевые).
28. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Условие согласованности многомерной ПРВ.
29. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Применение принципа сжатых отображений.
30. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Функциональное преобразование случайных процессов. Одномерный случай.
31. Метод прямого статистического анализа линейных динамических систем (ЛДС).
Итерированные ядра. Их применение.

11.3. Типовые задания для текущего контроля

Опрос по пройденному теоретическому материалу.

11.4. Типовые задания для расчётной работы

Содержание задания

Темы и задания на расчётную работу выдаются каждому студенту индивидуально.

В задании приведены схемы цепи и указано назначение этой цепи (фильтр нижних частот, полосовой фильтр, нелинейный функциональный преобразователь или другая нелинейная цепь, согласующая цепь и т.п.). Все параметры цепей заданы и фиксированы.

Входной процесс задан суммой гармонического колебания и гауссовского случайного процесса с трёхмерной плотностью распределения вероятностей (ПРВ) и дисперсией.

Требуется:

- 1) определить одномерную ПРВ на выходе цепи и построить её график,
- 2) проверить выполнимость условия нормировки полученной ПРВ.