

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 27.04.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Управление и информатика в технических системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 129,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Проверочная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,50 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филаретов Г.Ф.
	Идентификатор	R73474c6e-FilaretovGF-583724c4

(подпись)

Г.Ф. Филаретов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучении основных особенностей, методов и алгоритмов первичной и вторичной обработки и анализа случайных процессов

### Задачи дисциплины

- изучение основных элементов теории случайных процессов, понятий и характеристик, описывающих их свойства;
- освоение наиболее распространенных методов оценивания основных характеристик случайных процессов;
- изучение методов построения параметрических моделей временных рядов и вопросов их применения;
- получение навыков практического применения различных методов анализа случайных процессов на компьютере, в том числе при решении реальных прикладных задач.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Демонстрирует знание законов, естественно-научных и математических методов для использования в профессиональной деятельности в области управления в технических системах	знать: - основные вероятностные характеристики случайных процессов и способы их задания.  уметь: - проводить предварительный анализ временного ряда и выделение его отдельных компонент.
ОПК-9 Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> Демонстрирует знание методов планирования эксперимента на действующих объектах, обработки и анализа данных, включая интеллектуальные информационные технологии	знать: - основные методы непараметрического и параметрического анализа случайного процесса.  уметь: - планировать эксперименты по исследованию случайных процессов, обеспечивающие необходимую точность получения конечных результатов.
ОПК-9 Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ИД-2 <sub>ОПК-9</sub> Может разрабатывать методики проведения экспериментов на действующих объектах и реализовывать их с обработкой результатов методами современных информационных технологий	знать: - способы корректной интерпретации результатов анализа свойств и вероятностных характеристик временного ряда.  уметь: - правильно принимать решения о модификации хода исследования по промежуточным результатам проведенных расчетов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление и информатика в технических системах (далее – ОПОП), направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение. Основные понятия и определения	14.0	1	2.0	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Основные понятия и определения"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение. Основные понятия и определения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 142 - 159 [4], стр. 6 -19</p>	
1.1	Введение. Элементы теории стохастических процессов, их основные характеристики и разновидности	3.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
1.2	Классификация стохастических процессов	3.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
1.3	Стационарные и эргодические случайные процессы	3.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
1.4	Классификация сигналов в зависимости от корреляционно-спектральных свойств	3.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
2	Основные этапы анализа стохастических процессов	20		4	4	-	-	-	-	-	-	-	12		-
2.1	Особенности вероятностного описания	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные этапы анализа стохастических процессов"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	

2.2	Основные этапы анализа стохастических процессов и их назначение	5	1	1	-	-	-	-	-	-	3	-	"Основные этапы анализа стохастических процессов" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №1 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основные этапы анализа стохастических процессов" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 24 – 25
2.3	Роль цифровых методов анализа	5	1	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
2.4	Представление сигналов в цифровой форме: процедуры дискретизации во времени и квантования по уровню	5	1	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
3	Предварительная обработка реализаций стохастического процесса	16	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Предварительная обработка реализаций стохастического процесса" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Предварительная обработка реализаций стохастического процесса" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Предварительная обработка реализаций стохастического процесса" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 28 – 30
3.1	Задачи предварительной обработки	4	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
3.2	Цифровая фильтрация	4	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
3.3	Методы выделения аномальных измерений для дискретных процессов типа белого шума и для коррелированных процессов	4	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
3.4	Критерии выявления аномальных наблюдений	4	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
4	Анализ стационарности процессов	20.0	4.0	4.0	-	-	-	-	-	-	12.0	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ стационарности процессов"
4.1	Классификация	3.0	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-	

	трендов												<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Анализ стационарности процессов"
4.2	Способы описания и выделения аддитивного тренда	3.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	2.5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 339 – 341; 416 - 438 [4], стр. 33 - 48
4.3	Параметрический метод выделения тренда	4.5	1	1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	
4.4	Использование методов скользящего среднего и переменных разностей в задаче выделения и устранения локального тренда	4.5	1	1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	
4.5	Задача построения оптимального цифрового фильтра для выделения локального тренда	4.5	1	1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	
5	Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов	16	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов"
5.1	Непараметрические методы анализа: общая схема анализа, методика оценивания, особенности оценивания статистических характеристик случайных процессов цифровыми методами	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №3 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов" материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов"
5.2	Понятие базовой оценочной структурной схемы произвольного статистического	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

	анализатора (алгоритма оценивания)												[1], стр. 119 - 128 [4], стр. 48 - 52 [6], стр. 28 - 35
5.3	Основные соотношения для определения смещения и дисперсии базовой оценки в случаях непрерывного и дискретного вариантов оценивания	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
6	Оценивание характеристик первого и второго порядков	28.0	6.0	4.0	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценивание характеристик первого и второго порядков"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 52 – 76</p>
6.1	Непараметрические оценки математического ожидания, дисперсии, моментных характеристик 3-го и 4-го порядков, интегральной и дифференциальной функций распределения вероятностей (аналоговый и цифровой алгоритмы)	4.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-	3	-	
6.2	Алгоритмы корреляционно-спектрального анализа	4.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-	3	-	
6.3	Влияние дискретизации во времени и ограниченности длины реализации в задачах, связанных с	6	1	1	-	-	-	-	-	-	4	-	



	преобразованием Фурье												
6.4	Проблема разрешающей способности и статистической устойчивости оценок	6.5	1.5	1	-	-	-	-	-	-	4	-	
6.5	Базовые оценки взаимно-корреляционной функции, функции взаимной плотности мощности и функции когерентности, особенности их оценивания	6.5	1.5	1	-	-	-	-	-	-	4	-	
7	Параметрические методы статистического анализа	22	6	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Параметрические методы статистического анализа"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе №4 необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Параметрические методы статистического анализа" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр. 820 - 846</p> <p>[3], стр. 164 - 166</p> <p>[4], стр. 76 – 111</p> <p>[5], стр. 7 – 19</p>
7.1	Основные типы динамических моделей, используемые в анализе: регрессионные линейные и нелинейные по параметрам, лаговые модели, модели типа АР(p), СС(q), АРСС(p,q), АРПСС(p,d,q), сезонные модели	11	3	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
7.2	Модели прогнозирования	11	3	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
8	Практические аспекты анализа случайных процессов	8.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

8.1	Планирование эксперимента при решении задачи анализа случайных процессов	2.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	"Практические аспекты анализа случайных процессов" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Практические аспекты анализа случайных процессов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 111 - 114
8.2	Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов	2.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
8.3	Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>32.0</b>	<b>16.0</b>	-	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.50</b>	<b>96.0</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>32.0</b>	<b>16.0</b>	-	<b>2</b>	-	-	-	<b>0.50</b>	<b>129.5</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Введение. Основные понятия и определения

1.1. Введение. Элементы теории стохастических процессов, их основные характеристики и разновидности

Классификация сигналов в зависимости от корреляционно-спектральных свойств.

1.2. Классификация стохастических процессов

Введение. Элементы теории стохастических процессов, их основные характеристики и разновидности.

1.3. Стационарные и эргодические случайные процессы

Классификация стохастических процессов.

1.4. Классификация сигналов в зависимости от корреляционно-спектральных свойств

Стационарные и эргодические случайные процессы.

### 2. Основные этапы анализа стохастических процессов

2.1. Особенности вероятностного описания

Представление сигналов в цифровой форме: процедуры дискретизации во времени и квантования по уровню.

2.2. Основные этапы анализа стохастических процессов и их назначение

Особенности вероятностного описания.

2.3. Роль цифровых методов анализа

Основные этапы анализа стохастических процессов и их назначение.

2.4. Представление сигналов в цифровой форме: процедуры дискретизации во времени и

квантования по уровню

Роль цифровых методов анализа.

### 3. Предварительная обработка реализаций стохастического процесса

3.1. Задачи предварительной обработки

Критерии выявления аномальных наблюдений.

3.2. Цифровая фильтрация

Задачи предварительной обработки.

3.3. Методы выделения аномальных измерений для дискретных процессов типа белого шума и для коррелированных процессов

Цифровая фильтрация.

3.4. Критерии выявления аномальных наблюдений

Методы выделения аномальных измерений для дискретных процессов типа белого шума и для коррелированных процессов.

#### 4. Анализ стационарности процессов

##### 4.1. Классификация трендов

Задача построения оптимального цифрового фильтра для выделения локального тренда.

##### 4.2. Способы описания и выделения аддитивного тренда

Классификация трендов.

##### 4.3. Параметрический метод выделения тренда

Способы описания и выделения аддитивного тренда.

4.4. Использование методов скользящего среднего и переменных разностей в задаче выделения и устранения локального тренда

Параметрический метод выделения тренда.

4.5. Задача построения оптимального цифрового фильтра для выделения локального тренда

Использование методов скользящего среднего и переменных разностей в задаче выделения и устранения локального тренда.

#### 5. Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов

5.1. Непараметрические методы анализа: общая схема анализа, методика оценивания, особенности оценивания статистических характеристик случайных процессов цифровыми методами

Основные соотношения для определения смещения и дисперсии базовой оценки в случаях непрерывного и дискретного вариантов оценивания.

5.2. Понятие базовой оценки. Обобщенная структурная схема произвольного статистического анализатора (алгоритма оценивания)

Непараметрические методы анализа: общая схема анализа, методика оценивания, особенности оценивания статистических характеристик случайных процессов цифровыми методами.

5.3. Основные соотношения для определения смещения и дисперсии базовой оценки в случаях непрерывного и дискретного вариантов оценивания

Понятие базовой оценки. Обобщенная структурная схема произвольного статистического анализатора (алгоритма оценивания).

#### 6. Оценивание характеристик первого и второго порядков

6.1. Непараметрические оценки математического ожидания, дисперсии, моментных характеристик 3-го и 4-го порядков, интегральной и дифференциальной функций распределения вероятностей (аналоговый и цифровой алгоритмы)

Базовые оценки взаимно-корреляционной функции, функции взаимной плотности мощности и функции когерентности, особенности их оценивания.

6.2. Алгоритмы корреляционно-спектрального анализа

Непараметрические оценки математического ожидания, дисперсии, моментных характеристик 3-го и 4-го порядков, интегральной и дифференциальной функций распределения вероятностей (аналоговый и цифровой алгоритмы).

6.3. Влияние дискретизации во времени и ограниченности длины реализации в задачах, связанных с преобразованием Фурье

Алгоритмы корреляционно-спектрального анализа.

6.4. Проблема разрешающей способности и статистической устойчивости оценок

Влияние дискретизации во времени и ограниченности длины реализации в задачах, связанных с преобразованием Фурье.

6.5. Базовые оценки взаимно-корреляционной функции, функции взаимной плотности мощности и функции когерентности, особенности их оценивания

Проблема разрешающей способности и статистической устойчивости оценок.

### 7. Параметрические методы статистического анализа

7.1. Основные типы динамических моделей, используемые в анализе: регрессионные линейные и нелинейные по параметрам, лаговые модели, модели типа  $AR(p)$ ,  $CC(q)$ ,  $ARCC(p,q)$ ,  $ARПСС(p,d,q)$ , сезонные модели

Модели прогнозирования.

7.2. Модели прогнозирования

Основные типы динамических моделей, используемые в анализе: регрессионные линейные и нелинейные по параметрам, лаговые модели, модели типа  $AR(p)$ ,  $CC(q)$ ,  $ARCC(p,q)$ ,  $ARПСС(p,d,q)$ , сезонные модели.

### 8. Практические аспекты анализа случайных процессов

8.1. Планирование эксперимента при решении задачи анализа случайных процессов  
Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов.

8.2. Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов  
Планирование эксперимента при решении задачи анализа случайных процессов.

8.3. Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов  
Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Предварительная обработка реализаций временных рядов. Обнаружение наличия тренда. Параметрический и непараметрический метод выделения тренда;
2. Оценивание автокорреляционной функции стационарного эргодического случайного процесса по выборке заданного объема;
3. Изучение непараметрических методов оценивания спектральной плотности временного ряда и свойств цифровых оценок;

4. Изучение методов построения параметрических моделей временных рядов.

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Основные понятия и определения"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные этапы анализа стохастических процессов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Предварительная обработка реализаций стохастического процесса"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ стационарности процессов"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оценивание характеристик первого и второго порядков"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Параметрические методы статистического анализа"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Практические аспекты анализа случайных процессов"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
основные вероятностные характеристики случайных процессов и способы их задания	ИД-1опк-1	+	+								Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 2 Проверочная работа/Тест по темам 1 и 2 (Тест 1)
основные методы непараметрического и параметрического анализа случайного процесса	ИД-1опк-9			+							Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 1 Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 3
способы корректной интерпретации результатов анализа свойств и вероятностных характеристик временного ряда	ИД-2опк-9				+						Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 4 Проверочная работа/Тест по теме 4 (Тест 2)
<b>Уметь:</b>											
проводить предварительный анализ временного ряда и выделение его отдельных компонент	ИД-1опк-1					+					Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 2 Проверочная работа/Тест по темам 1 и 2 (Тест 1)
планировать эксперименты по исследованию случайных процессов, обеспечивающие необходимую точность получения конечных результатов	ИД-1опк-9							+			Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 1

										Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 3
правильно принимать решения о модификации хода исследования по промежуточным результатам проведенных расчетов	ИД-2опк-9							+	+	Лабораторная работа/Выполнение и защита лабораторной работы № 4 Проверочная работа/Тест по теме 4 (Тест 2)



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Выполнение и защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)
2. Выполнение и защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)
3. Выполнение и защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
4. Выполнение и защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест по темам 1 и 2 (Тест 1) (Проверочная работа)
2. Тест по теме 4 (Тест 2) (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных : пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол . – М. : Мир, 1989 . – 540 с.;
2. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики : учебник для экономических специальностей вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян, Гос. ун-т - Высшая школа экономики . – М. : Юнити, 1998 . – 1022 с. - ISBN 5-238-00013-8 .;
3. Марпл-мл, С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения : пер. с англ. / С. Л. Марпл-мл . – М. : Мир, 1990 . – 584 с. - ISBN 5-03-001191-9 .;
4. Виноградова, Н. А. Анализ стохастических процессов : учебное пособие по курсам "Анализ стохастических процессов" и "Методы анализа данных" по направлению "Автоматизация и управление" / Н. А. Виноградова, Г. Ф. Филаретов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 116 с. - ISBN 978-5-383-00035-9 .;
5. Виноградова, Н. А. Цифровые методы статистической обработки сигналов : Методические указания к лабораторным работам по курсам "Анализ стохастических процессов" и "Цифровая обработка сигналов" по направлению "Автоматизация и управление" / Н. А. Виноградова, Г. Ф. Филаретов . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 28 с.;
6. В. В. Рыжаков, М. В. Рыжаков- "Стохастические методы идентификации и оценивания характеристик средств измерения", Издательство: "Физматлит", Москва, 2015 - (141 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468774>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Statistica.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>

9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-311/2, Лаборатория информационных технологий	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для	НТБ-303, Компьютерный	стол компьютерный, стул, стол

самостоятельной работы	читальный зал	письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-308, Научная группа моделирования и информационной поддержки процессов управления в сложных организационно-технических и экономических процессах	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	М-302/2, Научная группа нейросетевых, статистических и фрактальных методов обработки информации	стол, стул
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Анализ стохастических процессов

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест по темам 1 и 2 (Тест 1) (Проверочная работа)
- КМ-2 Выполнение и защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Тест по теме 4 (Тест 2) (Проверочная работа)
- КМ-4 Выполнение и защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Выполнение и защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Выполнение и защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	15	4	8
1	Введение. Основные понятия и определения							
1.1	Введение. Элементы теории стохастических процессов, их основные характеристики и разновидности		+			+		
1.2	Классификация стохастических процессов		+			+		
1.3	Стационарные и эргодические случайные процессы		+			+		
1.4	Классификация сигналов в зависимости от корреляционно-спектральных свойств		+			+		
2	Основные этапы анализа стохастических процессов							
2.1	Особенности вероятностного описания		+			+		
2.2	Основные этапы анализа стохастических процессов и их назначение		+			+		
2.3	Роль цифровых методов анализа		+			+		
2.4	Представление сигналов в цифровой форме: процедуры дискретизации во времени и квантования по уровню		+			+		
3	Предварительная обработка реализаций стохастического процесса							
3.1	Задачи предварительной обработки			+			+	
3.2	Цифровая фильтрация			+			+	

3.3	Методы выделения аномальных измерений для дискретных процессов типа белого шума и для коррелированных процессов		+			+	
3.4	Критерии выявления аномальных наблюдений		+			+	
4	Анализ стационарности процессов						
4.1	Классификация трендов			+			+
4.2	Способы описания и выделения аддитивного тренда			+			+
4.3	Параметрический метод выделения тренда			+			+
4.4	Использование методов скользящего среднего и переменных разностей в задаче выделения и устранения локального тренда			+			+
4.5	Задача построения оптимального цифрового фильтра для выделения локального тренда			+			+
5	Общие вопросы оценивания характеристик стохастических процессов						
5.1	Непараметрические методы анализа: общая схема анализа, методика оценивания, особенности оценивания статистических характеристик случайных процессов цифровыми методами	+				+	
5.2	Понятие базовой оценки. Обобщенная структурная схема произвольного статистического анализатора (алгоритма оценивания)	+				+	
5.3	Основные соотношения для определения смещения и дисперсии базовой оценки в случаях непрерывного и дискретного вариантов оценивания	+				+	
6	Оценивание характеристик первого и второго порядков						
6.1	Непараметрические оценки математического ожидания, дисперсии, моментных характеристик 3-го и 4-го порядков, интегральной и дифференциальной функций распределения вероятностей (аналоговый и цифровой алгоритмы)			+			+
6.2	Алгоритмы корреляционно-спектрального анализа			+			+
6.3	Влияние дискретизации во времени и ограниченности длины реализации в задачах, связанных с преобразованием Фурье			+			+
6.4	Проблема разрешающей способности и статистической устойчивости оценок			+			+

6.5	Базовые оценки взаимно-корреляционной функции, функции взаимной плотности мощности и функции когерентности, особенности их оценивания		+			+	
7	Параметрические методы статистического анализа						
7.1	Основные типы динамических моделей, используемые в анализе: регрессионные линейные и нелинейные по параметрам, лаговые модели, модели типа АР(p), СС(q), АРСС(p,q), АРПСС(p,d,q), сезонные модели			+			+
7.2	Модели прогнозирования			+			+
8	Практические аспекты анализа случайных процессов						
8.1	Планирование эксперимента при решении задачи анализа случайных процессов			+			+
8.2	Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов			+			+
8.3	Инструментальные программные средства анализа стохастических процессов			+			+
Вес КМ, %:		15	20	20	20	10	15