

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: Директор департамента образования  
Дата подписания: 13.09.2021 19:57:32  
Уникальный программный ключ:  
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e39811c668ec8658b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

С.А. Галунин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«СТАТИСТИКА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»

для подготовки магистров

по направлению

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

по программе

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин»

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

доцент, к.ф.-м.наук, доцент

 С.В. Малов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ  
10.03.2021, протокол № 6

Заведующий кафедрой АМ  
д.пед.н., доцент

 С.Н. Поздняков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 25.03.2021, протокол № 2

Председатель УМК ФКТИ  
доцент, к.т.н.

 В.С. Андреев

**Согласовано:**

Начальник ОМОЛА

 О.В. Загороднюк

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

|   |      |
|---|------|
| Обеспечивающий факультет  | ФКТИ |
| Обеспечивающая кафедра  | АМ   |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ)  | 4    |
| Курс  | 1    |
| Семестр   | 2    |
| <b>Виды занятий</b>   |      |
| Лекции (академ. часов)  | 17   |
| Практические занятия (академ. часов)                                | 34   |
| Иная контактная работа (академ. часов)                              | 1    |
| Все контактные часы (академ. часов)                                 | 52   |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль<br>(академ. часов) | 92   |
| Всего (академ. часов)   | 144  |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>                                 |      |
| Экзамен (курс)  | 1    |

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«СТАТИСТИКА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»**

Изучаются теоретические основы случайных процессов, исследуются различные типы случайных процессов. Исследуемые процессы рассматриваются как математические модели явлений, встречающихся при решении прикладных инженерных задач. Для некоторых типов процессов применяются статистические методы их обработки и исследуются алгоритмы решения инженерных задач в рамках предложенных математических моделей.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«STATISTICS OF RANDOM PROCESSES»**

This course examines the theoretical foundations of stochastic processes used by the following different types of random processes. The test processes are considered as mathematical models of phenomena encountered in solving practical engineering problems. For some types of processes used statistical methods to process and investigate algorithms for solving the engineering problems in the framework of the proposed mathematical models.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Теория случайных процессов, включая знания областей применения статистических методов к случайным процессам.

2. Формирование навыков работы со случайными моделями в прикладных задачах, применения статистических методов для оценивания характеристик случайных процессов, построения стохастических моделей и проведения соответствующих расчетов.

3. -знать методы исследования, свойства и область приложения основных типов случайных процессов, а также методы статистического анализа случайных процессов;

-уметь применять статистические методы к математическим моделям явлений, описываемых случайными процессами; строить вероятностные модели прикладных задач в виде определенных случайных процессов.

-владеть навыками использования статистических методов при решении прикладных задач, статистическими понятиями, связанными со случайными процессами.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Математические модели в экономике»

2. «Численные методы решения прикладных задач»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

| <b>Код компетенции/<br/>индикатора<br/>компетенции</b> | <b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>  |
|--|---|
| ОПК-2  | Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач                      |
| <i>ОПК-2.1</i>   | <i>Знает современные математические методы решения прикладных задач</i>   |
| <i>ОПК-2.2</i>   | <i>Умеет обосновывать выбор либо необходимость реализации новых математических методов решения прикладных задач</i> |
| <i>ОПК-2.3</i>   | <i>Имеет навыки разработки новых математических методов решения прикладных задач</i>                                |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

| № п/п | Наименование темы дисциплины  | Лек, ач | Пр, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|---|---------|--------|---------|--------|
| 1     | Введение  | 1       |        |         | 6      |
| 2     | Основные модели случайных процессов и способы их описания.  | 4       | 6      |         | 20     |
| 3     | Элементы спектральной теории случайных процессов с элементами оценивания характеристик процессов. | 4       | 10     |         | 20     |
| 4     | Стохастический интеграл и диффузионные процессы.  | 3       | 10     | 1       | 20     |
| 5     | Методы моделирования траекторий случайных процессов.  | 4       | 8      |         | 20     |
| 6     | Заключение.   | 1       |        |         | 6      |
|       | Итого, ач   | 17      | 34     | 1       | 92     |
|       | Из них ач на контроль   | 0       | 0      | 0       | 35     |
|       | Общая трудоемкость освоения, ач/зе  | 144/4   |        |         |        |

#### 4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины  | Содержание   |
|-------|---|--|
| 1     | Введение  | Теория случайных процессов. Исторический обзор   |
| 2     | Основные модели случайных процессов и способы их описания.  | Роль вероятностно-статистических методов в математических и естественнонаучных исследованиях. История развития теории случайных процессов. Задание распределения случайного процесса конечномерными распределениями.   |
| 3     | Элементы спектральной теории случайных процессов с элементами оценивания характеристик процессов. | Стохастический интеграл от неслучайной функции. Спектральное представление. Разложение Вольда. Экстраполяция, интерполяция, фильтрация. Статистическое оценивание среднего ковариационной функции и спектральной плотности случайного процесса. Периодограмма. Задача фильтрации в гауссовском случае, линейный фильтр Кальмана-Бьюси.         |
| 4     | Стохастический интеграл и диффузионные процессы.  | Общее определение стохастического интеграла по Винеровскому процессу. Определение и свойства интеграла Ито. Стохастический интеграл, как функция верхнего предела. Замена переменной в стохастическом интеграле, формула Ито. Стохастические дифференциальные уравнения. Теорема существования и единственности решения. Диффузионный процесс. |

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование темы дисциплины</b>                  | <b>Содержание</b>   |
|--------------|--|---|
| 5            | Методы моделирования траекторий случайных процессов. | Моделирование марковских последовательностей. Моделирование винеровского процесса. Моделирование гауссовских стационарных процессов. Моделирование процесса Пуассона. Моделирование точечных пуассоновских процессов. |
| 6            | Заключение.  | Современные области применения статистических методов к случайным процессам.  |

#### **4.2 Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### **4.3 Перечень практических занятий**

| <b>Наименование практических занятий</b>             | <b>Количество ауд. часов</b> |
|--|------------------------------|
| 1. Случайные процессы и конечномерные распределения. | 4                            |
| 2. Классические случайные процессы                   | 8                            |
| 3. Статистическое оценивание                         | 8                            |
| 4. Стохастические дифференциальные уравнения.        | 8                            |
| 5. Моделирование марковских последовательностей      | 6                            |
| Итого  | 34                           |

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.



## 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

## 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| Текущая СРС   | Примерная трудоемкость, ач |
|---|----------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой                                       | 20                         |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 10                         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 10                         |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ                                     | 20                         |

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                                    | 20                                    |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 0                                     |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                                     |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 0                                     |
| Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме   | 0                                     |
| Работа над междисциплинарным проектом   | 0                                     |
| Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных | 0                                     |
| Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену   | 12                                    |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>92</b>                             |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № п/п                     | Название, библиографическое описание   | К-во экз. в библ. |
|---------------------------|--|-------------------|
| Основная литература       |  |                   |
| 1                         | Бородин, Андрей Николаевич. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики [Текст] : Учеб. пособие для вузов по нематематическим специальностям / А.Н.Бородин, 2002. -254 с.  | 181               |
| 2                         | Егоров, Владимир Алексеевич. Статистика случайных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Егоров, 2014. -62 с.   | 15                |
| 3                         | Анализ однородных статистических данных [Текст] : учеб. пособие / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2005. -56 с.             | 200               |
| 4                         | Малов, Сергей Васильевич. Регрессионный анализ: теоретические основы и практические рекомендации [Текст] / С. В. Малов, 2013. -275 с.  | 3                 |
| Дополнительная литература |  |                   |
| 1                         | Вероятность и математическая статистика [Текст] : Энцикл. / Российский фонд фундаментальных исследований, 1999. -910 с.  | 4                 |
| 2                         | Вентцель, Елена Сергеевна. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров, 1991. -383 с.  | 79                |
| 3                         | Вентцель, Елена Сергеевна. Прикладные задачи теории вероятностей [Текст] : монография / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров, 1983. -416 с.   | 28                |
| 4                         | Булинский, Александр Вадимович. Теория случайных процессов [Текст] : учебное пособие / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев, 2003. -399 с.  | 1                 |
| 5                         | Розанов, Юрий Анатольевич. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика [Текст] : учеб. для вузов по специальностям "Математика" и "Физика" / Ю.А. Розанов, 1985. -320 с. | 74                |
| 6                         | Егоров, Александр Иванович. Основы теории управления [Текст] / А.И. Егоров, 2007. -502 с.  | 2                 |

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

| № п/п | Электронный адрес   |
|-------|---|
| 1     | Гринь А. Г. Вероятность и статистика: учебное пособие. Омск, 2013. 304 стр. [Электронный ресурс]: - <a href="http://www.knigafund.ru/books/178178">http://www.knigafund.ru/books/178178</a> |
| 2     | База данных The Zentralblatt MATH - <a href="http://www.zentralblatt-math.org">http://www.zentralblatt-math.org</a>   |

| <b>№ п/п</b> | <b>Электронный адрес</b>   |
|--------------|--|
| 3            | Специализированный портал The Derivatives Software - <a href="http://www.derivagem.com">http://www.derivagem.com</a> |
| 4            | Система вычислений Wolfram mathematica - <a href="http://www.wolfram.com">http://www.wolfram.com</a>                 |
| 5            | Общероссийский портал Math-Net.Ru - <a href="http://www.mathnet.ru">http://www.mathnet.ru</a>                        |

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7342>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Статистика случайных процессов» формой промежуточной аттестации является экзамен.

#### Экзамен

| <b>Оценка</b>       | <b>Описание</b>   |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины                  |
| Удовлетворительно   | Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем          |
| Хорошо              | Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи                       |
| Отлично             | Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. |

## Особенности допуска

Допуск осуществляется по результатам практических работ. Пока есть работа с неудовлетворительным результатом, студент до экзамена не допускается.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Примерные вопросы к экзамену

| № п/п | Описание  |
|-------|---|
| 1     | Стационарные в узком и широком смысле процессы.   |
| 2     | Гауссовские процессы.   |
| 3     | Процессы с независимыми приращениями.   |
| 4     | Винеровский процесс.  |
| 5     | Пуассоновский процесс.  |
| 6     | Точечные процессы.  |
| 7     | Точечный пуассоновский процесс.   |
| 8     | Некоторые предельные теоремы для случайных процессов.   |
| 9     | Марковские процессы.  |
| 10    | Стохастический интеграл от неслучайной функции.   |
| 11    | Спектральное представление.   |
| 12    | Разложение Вольда.  |
| 13    | Экстраполяция, интерполяция, фильтрация.  |
| 14    | Статистическое оценивание среднего ковариационной функции и спектральной плотности случайного процесса. |
| 15    | Периодограмма.  |
| 16    | Задача фильтрации в гауссовском случае, линейный фильтр Кальмана-Бьюси.                                 |
| 17    | Общее определение стохастического интеграла по Винеровскому процессу.                                   |
| 18    | Определение и свойства интеграла Ито.   |
| 19    | Стохастический интеграл, как функция верхнего предела.  |
| 20    | Замена переменной в стохастическом интеграле, формула Ито.  |
| 21    | Стохастические дифференциальные уравнения.  |
| 22    | Теорема существования и единственности решения.   |
| 23    | Диффузионный процесс.   |
| 24    | Моделирование марковских последовательностей.   |
| 25    | Моделирование винеровского процесса.  |
| 26    | Моделирование гауссовских стационарных процессов.   |
| 27    | Моделирование процесса Пуассона.  |
| 28    | Моделирование точечных пуассоновских процессов.   |

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Статистика случайных процессов ФКТИ

1. Точечный пуассоновский процесс.
2. Замена переменной в стохастическом интеграле, формула Ито.
3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.Н.Поздняков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

| Неделя | Темы занятий  | Вид контроля        |
|--------|---|---------------------|
| 1      | Основные модели случайных процессов и способы их описания.  |                     |
| 2      |   |                     |
| 3      |   |                     |
| 4      |   | Практическая работа |
| 5      | Элементы спектральной теории случайных процессов с элементами оценивания характеристик процессов. |                     |
| 6      |   |                     |
| 7      |   |                     |
| 8      |   | Практическая работа |
| 9      | Стохастический интеграл и диффузионные процессы.  |                     |
| 10     |   |                     |
| 11     |   |                     |
| 12     |   | Практическая работа |
| 13     | Методы моделирования траекторий случайных процессов.  |                     |
| 14     |   |                     |
| 15     |   |                     |
| 16     |   |                     |
| 17     |   | Практическая работа |

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

#### самостоятельной работы студентов



Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

| Тип занятий            | Тип помещения                        | Требования к помещению   | Требования к программному обеспечению                    |
|------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Лекция                 | Лекционная аудитория                 | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска   |  |
| Практические занятия   | Аудитория                            | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска   |  |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы | Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше |

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Дата</b> | <b>Изменение</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания УМК</b> | <b>Автор</b> | <b>Начальник<br/>ОМОЛА</b> |
|------------------|-------------|------------------|---|--------------|----------------------------|
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |