

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: Директор департамента образования  
Дата подписания: 20.10.2021 14:55:49  
Уникальный программный ключ:  
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e3965cc668ec8658b

Приложение к ОПОП  
«Семантические технологии и  
многоагентные системы»



**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»)»**

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«СТАТИСТИКА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»**

для подготовки магистров

по направлению

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

по программе

**«Семантические технологии и многоагентные системы»**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.наук, доцент Малов С.В.

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

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

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА

## 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 (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. Приобретение знаний о теории случайных процессов, включая знания областей применения статистических методов к случайным процессам.

2. Приобретение знаний о методах исследования, свойствах и области приложения основных типов случайных процессов, а также методах статистического анализа случайных процессов.

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

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

Приобретение навыков использования статистических методов при решении прикладных задач, статистических понятий, связанными со случайными процессами.

3. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести знания: статистические понятия, связанные со случайными процессами, методы исследования, свойства и область приложения основных типов случайных процессов; методы статистического анализа случайных процессов.

4. В результате изучения дисциплины у студента должны сформироваться умения: применять статистические методы к математическим моделям явлений, описываемых случайными процессами; строить вероятностные модели прикладных задач в виде определенных случайных процессов.

5. В результате изучения дисциплины студенты должны овладеть навыками ис-

пользования статистических методов при решении прикладных задач.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Непрерывные математические модели»
2. «Анализ распределенных данных»
3. «Учебная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)»
4. «Алгоритмы компьютерной математики»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Глубокое обучение»
2. «Обработка естественных языков»
3. «Представление знаний в системах искусственного интеллекта»
4. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»

### 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/ индикатора 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>Знает принципы и основные современные методы решения задач управления в технических системах</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	15
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	12

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
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	35
<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	Егоров, Владимир Алексеевич. Статистика случайных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Егоров, 2014. -62 с.	15
2	Вентцель, Елена Сергеевна. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров, 1991. -383 с.	79
3	Егоров, Владимир Алексеевич. Статистика случайных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Егоров, 2014. -62 с.	15
Дополнительная литература		
1	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

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

№ п/п	Электронный адрес
1	База данных The Zentralblatt MATH - <a href="http://www.zentralblatt-math.org">http://www.zentralblatt-math.org</a>
2	Специализированный портал The Derivatives Software - <a href="http://www.derivagem.com">http://www.derivagem.com</a>
3	Система вычислений Wolfram mathematica - <a href="http://www.wolfram.com">http://www.wolfram.com</a>
4	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

По результатам текущего контроля (выполнения всех параметров более чем на 50 % (баллы)) студент получает допуск на экзамен.

## 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		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		Коллоквиум
16	Методы моделирования траекторий случайных процессов.	
17		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

**на лекционных занятиях** текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не более 20% (баллы) от общего объема оценивания текущей аттестации);
- контроль активности студентов. В ходе проведения практических занятий происходит привлечение студентов к активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов учитывается преподавателем, как один из параметров текущего контроля на практических занятиях (не более 10% от общего объема текущей аттестации).

**на практических (семинарских) занятиях** текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не более 20% (баллы) от общего объема оценивания текущей аттестации);



- контроль активности студентов. В ходе проведения практических занятий происходит привлечение студентов к активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов учитывается преподавателем, как один из параметров текущего контроля на практических занятиях (не более 10% от общего объема текущей аттестации);
- обобщающие коллоквиумы (не более 40% от общего объема текущей аттестации за оба коллоквиума). Каждый студент получает для самостоятельной подготовки вопрос по теоретическому моделированию, относящейся к моделированию марковских последовательностей, винеровского процесса, гауссовских стационарных процессов, процесса Пуассона, точечных пуассоновских процессов. При ответе студент должен показать: понимание модели моделирования и знание особенностей её применения, возможные области их применения и т.д.

По результатам текущего контроля (выполнения всех параметров более чем на 50 % (баллы)) студент получает допуск на экзамен.

### **самостоятельной работы студентов**

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

Коллоквиум проводится на основе вопросов к экзамену, изученных до момента проведения коллоквиума.

Критерии оценивания ответов:

- ответ дан без ошибок, обоснован теоретически и проиллюстрирован примерами - оценка ”отлично”;

- ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но обоснования не всегда полны - оценка ”хорошо”;

- ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но не все обосно-

вания приведены корректно - оценка "удовлетворительно";

- в ответе есть ошибки, либо студент не видит связи между приводимыми формулами и утверждениями, не понимает их смысла оценка "неудовлетворительно".

## 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; 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

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Рук-тель ОПОП	Нач. ОМОЛА
1	23.12.2021	Внесены изменения в компетентностную модель образовательной программы, на основании письма Минобрнауки России от 21.12.2021 № МН-5/22720	23.12.2021 №9		