

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра высшей математики ФФ**

академик РАН



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФФ

А. Е. Бондарь

2020 г.

Рабочая программа дисциплины

СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ

направление подготовки: **03.03.02 Физика, Курс 3, семестр 6**
направленность (профиль): **все профили**

Форма обучения

Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36	20	8		6			2		
Итого	36	20	8		6			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 30 часов - в интерактивных формах 8 часов										
Компетенции ОПК-2										

Разработчик:

к.ф.-м.н.

Зав. кафедрой ВМ ФФ НГУ

PhD

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

Н. С. Аркашов

А. П. Ульянов

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

Содержание	
Аннотация	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	6
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Случайные процессы»
Направление: **03.03.02 Физика**
Направленность (профиль): Все профили

Программа курса «Случайные процессы» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки **03.03.02 Физика**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой высшей математики физического факультета. Дисциплина изучается факультативно студентами третьего курса физического факультета.

Цели курса – познакомить обучающихся с основными понятиями и методами теории случайных процессов вообще и марковских процессов в частности, а также с их применениями в физике, в частности – в изучении броуновского движения. Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций:

ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные понятия математической статистики, такие как пуассоновское распределение, однородный поток событий, время ожидания, пуассоновский процесс, цепь Маркова.
- **Уметь:** находить распределения вероятностей, характеристические функции, время ожидания.

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **36** академических часов / **1** зачетную единицу.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Курс «Случайные процессы» имеет своей целью познакомить обучающихся с основными понятиями и методами теории случайных процессов вообще и марковских процессов в частности, а также с их применениями в физике, в частности – в изучении броуновского движения.

Общепрофессиональная компетенция ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Студенты активно участвуют в аудиторной работе: поощряется желание задать вопрос, высказать собственную точку зрения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**
 - основные понятия математической статистики, такие как пуассоновское распределение, однородный поток событий, время ожидания, пуассоновский процесс, цепь Маркова (ОПК 2.1).
- **Уметь:**
 - находить распределения вероятностей, характеристические функции, время ожидания (ОПК 2.2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Курс «Случайные процессы» предназначен для тех студентов, кто стремится узнать о более широком, чем в обязательном курсе “Теория вероятностей и математическая статистика”, круге математических и физических задач, при решении которых существенным образом используются методы теории вероятностей, а также стремится узнать, как вероятностные и статистические методы применяются в физике.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36	20	8		6			2		
Итого	36	20	8		6			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 30 часов - в интерактивных формах 8 часов										
Компетенции ОПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы;
- промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- занятия лекционного типа – 20 часов;
- практические занятия – 8 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 6 часов;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, зачёт) составляет 30 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 8 часов (практические занятия).

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пуассоновский процесс	2	2	2					
2	Броуновское движение	3-5	8	6	2				
3	Распределения вероятностей и характеристические функции	6-7	4	2	2				
4	Цепи Маркова	8-10	6	4	2				
5	Ветвящиеся процессы	11	2	2					
6	Стационарные случайные процессы, стохастический интеграл	12-14	6	4	2				
7	Самостоятельная подготовка обучающегося к зачёту	15-16	6			6			
8	Зачёт		2						2
Всего			36	20	8	6			2

Программа и основное содержание лекций (20 часов)

1. Пуассоновское распределение. Однородный поток событий и время ожидания. Пуассоновский процесс. (2 часа)
2. Броуновское движение и связанные с ним распределения вероятностей. Процесс броуновского движения. Распределения вероятностей максимума и момента его достижения. (2 часа)
3. Фрактальное броуновское движение. Понятие о детерминированных и случайных фракталах. Хаусдорфова размерность и размерность Минковского фрактального множества. (4 часа)
4. Распределения вероятностей и характеристические функции (2 часа).
5. Цепи Маркова. Классификация состояний. Стационарные распределения. (2 часа)

6. Цепи Маркова в непрерывном времени. Дифференциальные уравнения для переходных вероятностей. (2 часа)
7. Ветвящиеся процессы. Дифференциальное уравнение для производящей функции. Эффекты вырождения и взрыва. (2 часа)
8. Стационарные случайные процессы. Спектральное представление стационарных процессов и преобразование Фурье. (2 часа)
9. Стохастический интеграл. Сходимость к стационарному процессу. (2 часа)

Программа практических занятий (8 часов)

- 1 занятие. Броуновское движение (2 часа).
- 2 занятие. Распределения вероятностей (2 часа).
- 3 занятие. Цепи Маркова (2 часа).
- 4 занятие. Стационарные случайные процессы (2 часа).

Самостоятельная работа студентов (6 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к зачёту	6

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Коршунов Д. А., Фосс С. Г. Сборник задач и упражнений по теории вероятностей. — Новосибирск: НГУ, 2003.

5.2. Дополнительная литература

2. Розанов Ю. А. Случайные процессы. — М.: Наука, 1971.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими электронными ресурсами:

3. Розанов Ю. А. Случайные процессы. — М.: Наука, 1971.
4. Коршунов Д. А., Фосс С. Г. Сборник задач и упражнений по теории вероятностей. — Новосибирск: НГУ, 2003.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции по двухбалльной шкале. Положительная оценка “зачёт” выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-2 сформирована в части формирования способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, рассмотренных в рамках данной дисциплины. Решение о сформированности компетенции принимается преподавателем в ходе зачёта по результатам ответов на контрольные вопросы.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Случайные процессы».

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ОПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ОПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примерный список вопросов к зачёту

1. Пуассоновское распределение. Однородный поток событий и время ожидания. Пуассоновский процесс.
2. Броуновское движение и связанные с ним распределения вероятностей. Процесс броуновского движения. Распределения вероятностей максимума и момента его достижения.
3. Фрактальное броуновское движение. Понятие о детерминированных и случайных фракталах. Хаусдорфова размерность и размерность Минковского фрактального множества.
4. Распределения вероятностей и характеристические функции.
5. Цепи Маркова. Классификация состояний. Стационарные распределения.
6. Цепи Маркова в непрерывном времени. Дифференциальные уравнения для переходных вероятностей.
7. Ветвящиеся процессы. Дифференциальное уравнение для производящей функции. Эффекты вырождения и взрыва.
8. Стационарные случайные процессы. Спектральное представление стационарных процессов и преобразование Фурье.
9. Стохастический интеграл. Сходимость к стационарному процессу.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Случайные процессы»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профили: все профили**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного