

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям



О.И.Чуприс

(подпись)

5.04.2018

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-5662/уч.

ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск 2018

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 08-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов №G31-144/уч., №G31и-178/уч. от 30.05. 2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.В. Жерело – доцент кафедры компьютерного моделирования Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерного моделирования
физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 23 мая 2018 г.);

Советом физического факультета
Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 28 июня 2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа дисциплины специализации «Теория случайных процессов» разработана для специальности 1-31 04 08 «Компьютерная физика», специализации 1-31 04 08 03 «Компьютерное моделирование физических процессов».

При моделировании физических процессов часто нельзя сформулировать задачу в детерминированной форме. Для учета влияющих на результат эффектов необходимо прибегнуть к вероятностному описанию элементов модели. Данный курс посвящен стохастическим методам описания моделей, знакомит студентов с некоторыми подходами к моделированию систем такого рода и является важным для подготовки специалистов в области компьютерного моделирования физических процессов, осуществляемых кафедрами.

Целью учебной дисциплины «Теория случайных процессов» является развитие компетенций студентов в овладении стохастического анализа.

Задачи учебной дисциплины – познакомить с мартингальными случайными процессами, в том числе, заданными в виде решения СДУ и методами решения таких СДУ.

Материал дисциплины основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в циклах дисциплин по физике, математике и математическому моделированию.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- распределения основных случайных величин;
- свойства условного математического ожидания;
- свойства мартингала;
- основные свойства интеграла Ито.

уметь:

- вычислять значения стохастических интегралов;
- преобразовывать стохастические процессы и вычислять или оценивать их основные моменты.

владеть:

- навыками вычисления математических ожиданий случайных величин с заданным распределением;
- Способами численного решения СДУ в смысле Ито.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.

- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, научно-технической и патентной литературой.
- Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования.
- Применять знания физических основ современных технологий, методы внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов – 50 (1,5 зачетных единиц); аудиторное количество часов — 30, из них: лекции — 24, управляемая самостоятельная работа — 6.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Текущий контроль знаний при выполнении управляемой самостоятельной работы (УСР) осуществляется в форме устного опроса, коллоквиумов. Система оценивания – рейтинговая.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

- 1. Элементы теории меры.** Определение некоторых основных понятий из теории меры, необходимых для дальнейшего изложения материала: понятия сигма алгебры, метрики, меры, измеримости и т.д.
- 2. Предварительные сведения из теории вероятностей.** Понятие вероятности. Определение случайной величины. Независимость случайных величин. Функция распределения и плотность случайной величины. Примеры и свойства основных распределений. Характеристики случайной величины.
- 3. Условная вероятность.** Условное математическое ожидание и его свойства. Формула условной вероятности. Формула Байеса. Формула полной вероятности. Условное математическое ожидание.
- 4. Понятие случайного процесса. Мартингалы.** Процессы с дискретным и непрерывным временем. Траектории случайного процесса. Случайные процессы с независимыми приращениями. Стационарные процессы. Марковские процессы. Мартингалы.
- 5. Броуновское движение и его свойства.** Процесс Винера и его свойства.
- 6. Лемма Ито.** Условия и правило дифференцируемости функций от винеровского процесса.
- 7. Стохастический интеграл Ито.** Предсказуемые процессы. Определение интеграла Ито по броуновскому движению. Интеграл Ито по мартингалам. Свойства интеграла Ито.
- 8. Стохастическое дифференциальное уравнение.** Процессы Ито. Решение линейного дифференциального стохастического уравнения.
- 9. Формула Фейнмана-Каца.** Связь стохастических дифференциальных уравнений с уравнениями в частных производных.
- 10. Теорема Гирсанова.** Идея замены меры и для случая процесса Ито.
- 11. Численные методы моделирования случайных процессов.** Моделирование случайных процессов. Элементы метода Монте-Карло. Сильные и слабые аппроксимации. Численные методы решения уравнений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	9	
1	Элементы теории меры	2						Устный опрос
2	Предварительные сведения	2						Устный

	из теории вероятностей							опрос
3	Условная вероятность. Условное математическое ожидание и его свойства	2						Устный опрос
4	Понятие случайного процесса. Мартингалы.	2						Устный опрос.
5	Броуновское движение и его свойства	2						Устный опрос
6	Лемма Ито	2						Устный опрос
7	Стохастический интеграл Ито	2				2		Коллоквиум
8	Стохастическое дифференциальное уравнение	2				2		Коллоквиум
9	Формула Фейнмана-Каца	2						Устный опрос
10	Теорема Гирсанова	2						Устный опрос
11	Численные методы моделирования случайных процессов	4				2		Коллоквиум
	Всего	24				6		Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Ватанабэ, С. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы / С. Ватанабэ, Н. Икэда. — М.:Наука, 1986.
2. Булинский, А.В. Теория случайных процессов / А.Н. Ширяев. М.: — Физматлиб, 2005
3. Гардинер, К.В. Стохастические методы в естественных науках / К.В. Гардинер. — М.:Мир, 1986.
4. Kloeden, P.E. Numerical Solution of Stochastic Differential Equations / P.E. Kloeden, E.Platten — Springer, 1992

Перечень дополнительной литературы

1. Гихман, И.И. Введение в теорию случайных процессов / И.И. Гихман, А.В. Скороход. — М.:Наука, 1977.
2. Кляцкин, В.И. Стохастические уравнения и волны в случайно-неоднородных средах / В.И. Кляцкин — М.:Наука, 1980.
3. Øksendal, B. Applied Stochastic Control of Jump Diffusions / B. Øksendal, A. Sulem.— Springer, 2009.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устный опрос
2. Коллоквиумы

Рекомендуемые темы для устного опроса

1. Условное математическое ожидание
2. Интеграл Ито
3. Методы моделирования СДУ

Примерный перечень заданий по управляемой самостоятельной работе студентов

1. Моделирование процесса Броуновского движения.
2. Решение линейного СДУ специального вида.
3. Решение уравнения в частных производных связанного с СДУ специального вида.
4. Реализация метод Эйлера для решения СДУ.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по дисциплине является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа дисциплины с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения экзамена.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 №382-ОД);

3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Компьютерное моделирование в физике твердого тела	Кафедра компьютерного моделирования	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №12 от 23.05.2018)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Компьютерного моделирования
(протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой
компьютерного моделирования
к.ф.-м.н., доцент

_____ О.Г. Романов

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета БГУ
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик