МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет   
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | В.П. Гергель |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| Случайные процессы |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **баклавриат** |

Направление подготовки

|  |
| --- |
| **01.03.03** «Механика и математическое моделирование» |

Профиль подготовки

|  |
| --- |
| Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг |

Квалификация выпускника

|  |
| --- |
| **бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Случайные процессы» относится к базовой части «Дисциплины, модули» ОПОП по направлению подготовки 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» (Б1.Б.28 – базовая часть). Дисциплина обязательна для освоения в 6 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Случайные процессы», согласно учебному плану, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Теория вероятностей» и «Математическая статистика».

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области теории множеств, теория функций, линейная алгебра.

Целями освоения дисциплины «Случайные процессы» являются овладение известными идеями и методами разработки вероятностных моделей, алгоритмами математического и численного анализа эволюционных случайных экспериментов.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-2* ***готовность использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механики, механики сплошной среды, математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, и, дифференциальных уравнений, численных методов, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов в будущей профессиональной деятельности***  *Базовый этап* | ***ЗНАТЬ***  *З1(ОПК-2) Студент должен знать:*  *1) понятие случайного процесса*  *2) понятие конечномерного распределения случайного процесса*  *3) числовые характеристики случайных процессов*  *4) аналитические свойства траекторий случайных процессов*  *5) интегрирование случайных процессов*  ***УМЕТЬ***  *У1(ОПК-2) Уметь использовать фундаментальные знания в области математического анализа, дискретной математики для анализа вероятностных моделей реальных случайных эволюционных экспериментов.* |
| *ПК1*  ***способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области***  *Базовый этап* | ***ЗНАТЬ***  *З1(ПК1) Фундаментальную роль понятия статистически устойчивого случайного эксперимента* |
| *ПК4*  ***Готовность использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира***  *Базовый этап* | ***УМЕТЬ***  *У1(ПК4) Уметь: строить вероятностные модели реальных случайных эволюционных экспериментов* |

1. **Структура и содержание дисциплины «Случайные процессы»**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часов, из которых 33 часа составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

32 часов занятия лекционного типа,

1 час промежуточной аттестации

39 часов самостоятельной работы студентов.

Содержание дисциплины

| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | **Самостоятельная**  **работа студента**  **часы** | | |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Лабораторные работы** | **Консультации индивидуальные** | **Всего**  **контактных часов** | **СРС** | **Мероприятия контроля СРС** | **Всего**  **СРС** |
| Классы моделей процессов. Стационарные, гауссовские, с независимыми приращениями, мартингалы, марковские процессы. | 10 | 4 |  |  |  | 4 | 6 |  | 6 |
| Непрерывность и дифференцируемость траекторий случайных процессов. Критерии таких свойств. Примеры. | 14 | 6 |  |  |  | 6 | 8 |  | 8 |
| Интегрирование в среднем квадратическом случайных процессов . Критерий существования интегралов от случайных процессов. Примеры применения Разложение в среднем квадр. Процессов. Интегрирование по процессам с ортогональными приращениями. Спектральное представление стационарных процессов. | 22 | 10 |  |  |  | 10 | 12 |  | 12 |
| Интеграл Ито, дифференциал Ито. Формула замены переменных Ито. Понятие и примеры стохастических дифференциальных уравнений Ито. Примеры применений уравнений Ито. Понятие о фильтрации Каллмана – Бьюси, применение интегралов в задачах финансовой математики. | 18 | 8 |  |  |  | 8 | 10 |  | 10 |
| Применения и некоторые свойства мартингалов. | 7 | 4 |  |  |  | 4 | 3 |  | 3 |
| В т.ч. текущий контроль | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация - зачет** | | | | | | | | | |

1. **Образовательные технологии**

Основной формой обучения является лекционная. При самостоятельной работе и подготовке к зачету студенты имеют доступ к материалам курса (библиотечные ресурсы).

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**
   1. **Виды самостоятельной работы студентов:**– проработка лекционного материала;  
      – выполнение домашних заданий.  
      – подготовка к промежуточной аттестации.
   2. **Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов  
      Литература:**
2. Федоткин М.А. Основы прикладной теории вероятностей и статистики: Учебник /М.А. Федоткин.- М.: Высш. Шк.,2006.-308 с.
3. Булинский А., Ширяев А.Н. Случайные процессы. М.: Наук, 2011.-530с
4. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

*Оценка уровня формирования компетенции ОПК‐2*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| Знать:  З1(ОПК-2)  Уметь:  У1(ОПК-2) | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач. | Плохой уровень формирования компетенции.  «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач. | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.  «неудовлетворительно» |
| **Знать** некоторые основные понятия и свойства важнейших изучаемых методов теории вероятностей. **Уметь** У1 с погрешностями.. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  «Удовлетворительно» |
| **Знать** большинство изучаемых основных понятий и свойств теории вероятностей.  **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. | Хороший уровень  формирования компетенции.  «Хорошо» |
| **Знать** понятия и свойства изучаемых идей, понятий и методов теории вероятностей.  **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. | Очень хороший уровень  формирования компетенции  «Очень хорошо» |
| **Знать** основные методы и алгоритмы, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. | Отличный уровень  формирования компетенции  «Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей.  **Уметь** У1 в полном объеме. | Превосходный уровень  формирования компетенции  «Превосходно» |

*Оценка уровня формирования компетенции ПК‐1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| Знать: З1(ПК-1) | Отсутствие знаний материала, | Плохой уровень формирования компетенции.  «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.  «неудовлетворительно» |
| **Знать** некоторые основные понятия и свойства важнейших изучаемых методов теории вероятностей. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  «Удовлетворительно» |
| **Знать** большинство изучаемых основных понятий и свойств теории вероятностей. | Хороший уровень  формирования компетенции.  «Хорошо» |
| **Знать** понятия и свойства изучаемых идей, понятий и методов теории вероятностей. | Очень хороший уровень  формирования компетенции  «Очень хорошо» |
| **Знать** основные методы и алгоритмы, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. | Отличный уровень  формирования компетенции  «Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. | Превосходный уровень  формирования компетенции  «Превосходно» |

*Оценка уровня формирования компетенции ПК‐4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| Уметь  У1(ПК-4) | Отсутствует способность решения стандартных задач | Плохой уровень формирования компетенции.  «Плохо» |
| Наличие при решении стандартных задач | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.  «неудовлетворительно» |
| **Уметь** У1 с погрешностями.  . | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  «Удовлетворительно» |
| **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. | Хороший уровень  формирования компетенции.  «Хорошо» |
| **Уметь** У1 в полном объеме. | Отличный уровень  формирования компетенции  «Отлично» |
|  |

**Карта компетенций для оценивания умений и навыков**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Умения  У1(ОПК2), У1(ПК4) | отсутствует способность решения стандартных задач | наличие грубых ошибок при решении стандартных задач | способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками | способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями | способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей | Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач | способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач |
| Навыки  В1(ПК9) | полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией | отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией | наличие минимально необходимого множества навыков | наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях | наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях |

* 1. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов «Случайные процессы» учебной деятельности студентов при изучении дисциплины используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- собеседование

- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- задачи (практические задания);

- решение практических задач экзаменационного билета.

* 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

**6.4.1. Примеры домашних заданий для оценки компетенции ОПК-2, ПК-4, ПК-9**

*Задача 1*. При передаче сообщения вероятность искажения одного знака равна 1/10. Каковы вероятности того что сообщение из 10 знаков *а*) не будет искажено; *б*) содержит ровно 3 искажения; *в*) содержит не более трех искажений.

*Задача 2*. Найти вероятность того что в 2*n* испытаниях схемы Бернулли с вероятностью успеха *p* и неудачи *q*  1  *p* появятся *m**n* успехов и все испытания с четными номерами закончатся успехом.

*Задача 3*. Пусть **E**(*X*(*t*1) – **E***X*(*t*1)) (*X*(*t*2) – **E***X*(*t*2)) = (1 + (*t*1 – *t*2)2)–1. Найти ковариационную функцию процесса *Y*(*t*) = exp{–*t*2}*X*(*t*) + sin(2*t*).

*Задача 4.* Для Пуассоновского однородного процесса *N*(*t*) с **E***N*(*t*) = λ*t* найти ковариационную функцию *K*(*t*, *s*) = **E**(*X*(*t*) – **E***X*(*t*)) (*X*(*s*) – **E***X*(*s*)), где *X*(*t*) = (–1)*N*(*t*).

Задача 5. На пяти карточках написаны цифры от 1 до 5. Опыт состоит в случайном выборе трех карточек и раскладывании их в порядке появления в ряд слева направо. Найти вероятности следующих событий: A = {появится число 123}, B ={появится число, не содержащее цифры 3}.

**6.4.2. Вопросы к зачету**

1. Случайные процесс и его конечномерные распределения. Теорема Колмогорова
2. Стационарные, гауссовские, с независимыми приращениями, мартингалы, марковские процессы
3. Непрерывность траекторий случайного процесса. Критерии, примеры
4. Дифференцируемость траектории случайного процесса. Критерии, примеры.
5. Интегрирование в среднем квадратичном случайного процесса. Критерии интегрируемости. Примеры
6. Интегрирование по процессам с ортогональными приращениями. Спектральное представление случайных процессов
7. Определение и свойства интеграла Ито
8. Понятие и примеры стохастических дифференциальных уравнений Ито

**Критерии оценок при проверке решений практических задач**

|  |  |
| --- | --- |
| **Зачтено** | Большинство задач решено, возможно, с использованием наводящих указаний преподавателя |
| **Не зачтено** | Не смотря на наводящие указания преподавателя, большинство задач не решено или решено неверно |

**Критерии оценок:**

|  |  |
| --- | --- |
| Зачтено | Знание теоретического курса в минимальном объеме, с умением решать задачи |
| Незачтено | Незнание основных теоретических фактов и методов решения задач. Необходима существенная дополнительная подготовка |

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014. <http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf>

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Федоткин М.А. Основы прикладной теории вероятностей и статистики: Учебник /М.А. Федоткин.- М.: Высш. Шк.,2006.-308 с. (185 экз.)

2. А. Булинский, А.Ширяев, Теория случайных процессов. – М.:Физматлит, 2003.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2125>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

б) дополнительная литература:

1. Ширяев А. Н. Вероятность, – М.: Наука. 1989 (90 экз.).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой (компьютер, проектор, экран), для проведения занятий лекционного и семинарского типа. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» (профиль «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг»).

Автор к. ф. – м. наук, доцент В.А. Зорин

Программа одобрена на заседании кафедры программной инженерии института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.П. Гергель

Программа одобрена методической комиссией института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.