**Приложение 5**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

|  |
| --- |
|  |

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

Уровень высшего образования

***Подготовка кадров высшей квалификации***

Направление подготовки

**01.06.01 – Математика и механика**

Направленность образовательной программы

**Теория вероятностей и математическая статистика (01.01.05)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

|  |
| --- |
| Введение в общие цепи Маркова |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Введение в общие цепи Маркова» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении следующих курсов: вероятностные модели, теория вероятностей и математическая статистика, математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного. Также необходимо освоение общеобразовательного курса «Математические основания теории вероятностей».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *У1 Уметь* *анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов*  *У2 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений*  *В1 Владеть* *навыками*  *анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *В2 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях* |
| *ПК-1* | *З1 Знать современные математические основания теории вероятностей и математической статистики*  *У1 Уметь* п*ри решении исследовательских и приклад­­­ных задач в области теории вероятностей и математической статистики уметь отыскивать пути решения*  *В1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач теории вероятностей и математической статистики* |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часа занятия лекционного типа, 18 часов практические занятия), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Цепи Маркова как матема-тические модели. Обзор по счетным цепям Маркова:

Примеры стохастических моделей реальных процессов и явлений в виде цепей Маркова. Классификация состояний счетной цепи. Предельные свойства распределений вероятностей счетной цепи Маркова.

*Общие цепи Маркова*:

Стохастические переходные ядра. Марковское и строго марковское свойство. Неприводимые цепи. Минорантные множества и цикличность. Возвратность и невозвратность. Инвариантные и стационарные распределения. Эргодические распределения.

*Применение общих цепей Маркова к задачам управления*:

Задача об обслуживании конфликтных потоков в классе циклических алгоритмов. Анализ предельных свойств длин очередей.

**Формы промежуточного контроля.**

Устный опрос по теме. Проверка выполнения домашних заданий

|  |
| --- |
| **Математические основания теории вероятностей** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Математические основания теории вероятностей относится к числу общепрофессиональных дисциплин, является обязательной дисциплиной и изучается на 2 году обучения, в 3 и 4 семестрах.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении следующих курсов: вероятностные модели, теория вероятностей и математическая статистика, математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *У1 Уметь* *анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов*  *У2 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений*  *В1 Владеть* *навыками*  *анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *В2 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях* |
| *ПК-1* | *З1 Знать современные математические основания теории вероятностей и математической статистики*  *У1 Уметь* п*ри решении исследовательских и приклад­­­ных задач в области теории вероятностей и математической статистики уметь отыскивать пути решения*  *В1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач теории вероятностей и математической статистики* |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 108 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (72 часа занятия лекционного типа, 36 часов научно-практические занятия семинарского типа), 144 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

**Измеримые пространства и вероятностные меры**

Аксиомы и свойства вероятности. Теорема о конечно-аддитивной вероятностной мере. Алгебры, σ-алгебры и монотонные классы. Основные измеримые пространства и способы зада­ния вероятностных мер на них. Винеровская мера

**Случайные элементы**

Леммы об измеримости. Независимость. Случайные величины, случайные последо­ва­тель­ности и случайные процессы. Построение процесса с заданными конечномерными рас­пре­делениями.

**Интеграл Лебега. Математическое ожидание**

Определение и свойства. Преде­ль­ный переход под знаком интеграла Лебега. Основные не­ра­ве­н­ства. Теорема Радо­на – Никодима. Теорема о замене пе­ременных под знаком ин­те­грала Лебега. Теорема Фу­бини. Производящие функции. Преобразования Лапласа. Ха­рак­теристические функции.

**Условные вероятности и условные математические ожидания относительно -алгебр.**

Основные определения. Свойства условных математических ожиданий. Теоремы о схо­ди­мости под знаком условного математического ожидания. Теорема Леви. Регулярные услов­ные вероятности относительно σ-алгебр.

**Основы теории случайных процессов**

Определение и классификация случайных процессов. Процесс броуновского движения. Уравнение Фоккера–Планка. Пуассоновский процесс и его свойства. Процессы гибели и размножения. Гауссовские процессы. Марковские процессы. Уравнение Колмогорова – Чеп­мена. Марковские моменты. Строго марковское свойство. Мартингалы и родственные по­нятия. Теорема Ду­­ба о сходимости. Разложения Дуба для субмартингалов. Стоха­сти­ческие интегралы. Формула Ито.

**Формы промежуточного контроля.**

Устный опрос по теме. Проверка выполнения домашних заданий

|  |
| --- |
| **Применения вероятностных метрик** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Применения вероятностных метрик» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении следующих курсов: вероятностные модели, теория вероятностей и математическая статистика, математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного. Также необходимо освоение общеобразовательного курса «Математические основания теории вероятностей».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *У1 Уметь* *анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов*  *У2 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений*  *В1 Владеть* *навыками*  *анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *В2 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях* |
| *ПК-1* | *З1 Знать современные математические основания теории вероятностей и математической статистики*  *У1 Уметь* п*ри решении исследовательских и приклад­­­ных задач в области теории вероятностей и математической статистики уметь отыскивать пути решения*  *В1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач теории вероятностей и математической статистики* |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часа занятия лекционного типа, 18 часов практические занятия), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

**Вероятностные метрики и их свойства**

Определение вероятностной метрики. Простые и сложные метрики. Минимальные и протоминимальные метрики. Идеальные метрики.

**Характеризация свойств распределений**

Характеризация пуассоновского потока свойством старения. Характеризация пуассоновского потока свойством отсутствия последействия.

**Метрические оценки распределения моментов отказа**

Понятие регенерирующего процесса. Момент отказа. Неравномерные оценки момента отказа. Равномерные оценки момента отказа. Метрические оценки распределения момента отказа.

**Метрическая оценка устойчивости моделей обслуживания**

Модели обслуживания и их формализация. Понятие о непрерывности модели обслуживания. Непрерывность на конченых промежутках времени. Оценки для последовательностей, порожденных кусочно-линейными преобразованиями.

**Формы промежуточного контроля.**

Устный опрос по теме. Проверка выполнения домашних заданий

|  |
| --- |
| **Статистические проблемы имитационного моделирования** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Статистические проблемы имитационного моделирования» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 3 году обучения, в 6 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении следующих курсов: вероятностные модели, теория вероятностей и математическая статистика, математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного. Также необходимо освоение общеобразовательных курсов «Математические основания теории вероятностей» и «Современные проблемы математической статистики».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1* | *З1 Знать основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математики*  *У1 Уметь* *анализировать примеры, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты*  *В1 Владеть* *навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информации* |
| *ПК-2* | *З1 Знать* *современные математические основания статистического анализа выходных характеристик имитационных стохастических моделей*  *У1 Уметь* *подбирать методы решения и программные инструменты исследовательских и прикладных задач в теории вероятностей, в приложениях теории случайных процессов и прикладного статистического анализа*  *В1 Владеть навыками решения нестандартных прикладных задач теории вероятностей, математической статистики с привлечением информационных технологий* |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часа занятия лекционного типа, 18 часов практические занятия), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

**Моделирование случайных величин и векторов с произвольным законом распределения**

Генераторы псевдослучайных чисел. Методы получения псевдослучайных последовательностей с равномерным распределением для параллельных вычислений. Моделирование случайных векторов методом функциональных преобразований. Моделирование случайных векторов методом цепей Маркова.

**Реализации метода Монте-Карло для параллельных вычислений**

Вычисление интеграла: точность оценки, методы уменьшения дисперсии, возможные способы распределения вычислительной нагрузки. Имитационное моделирование: метод «черного ящика», метод дискретных событий, метод на основе представления в виде управляющей системы. Статистические оценки на основе циклов регенерации. Способы выделения переходных процессов. Оценивание в квазистационарном режиме

**Применение общих цепей Маркова к задачам управления**

Постановка задачи. Метод существенной выборки.

**Формы промежуточного контроля.**

Отчет по лабораторной работе

|  |
| --- |
| **Стохастические дифференциальные уравнения** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Стохастические дифференциальные уравнения» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной по выбору и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении следующих курсов: вероятностные модели, теория вероятностей и математическая статистика, математический анализ, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного. Также необходимо освоение общеобразовательного курса «Математические основания теории вероятностей».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *У1 Уметь* *анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов*  *У2 Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений*  *В1 Владеть* *навыками*  *анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях*  *В2 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях* |
| *ПК-1* | *З1 Знать современные математические основания теории вероятностей и математической статистики*  *У1 Уметь* п*ри решении исследовательских и приклад­­­ных задач в области теории вероятностей и математической статистики уметь отыскивать пути решения*  *В1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач теории вероятностей и математической статистики* |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часа занятия лекционного типа, 18 часов практические занятия), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

*Процессы Ито и формула Ито*

Определение процесса Ито. Формула Ито для скалярных процессов. Формула Ито для векторных процессов. Теорема о представлении мартингала.

*Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы*

Задачи, приводящие к математическим моделям в виде СДУ (фильтрация, стохастическое управление, финансовая математика и др.). Уравнение Ланжевена и его математическая интерпретация. Построение интеграла Ито. Теорема существования и единственности решения СДУ Ито. Слабые и сильные решения СДУ. Некоторые приемы нахождения решения конкретных стохастических дифференциальных уравнений Ито. Определение диффузионного процесса Ито. Марковское свойство диффузионных процессов. Производящий дифференциальный оператор диффузионного процесса Ито. Формула Ито-Дынкина.

*Оптимальная линейная фильтрация и Стохастическое оптимальное управление*

Постановка задачи оптимальной фильтрации – предварительные результаты. Теория фильтрации Калмана – Бьюси. Одномерная задача фильтрации. Вывод уравнений фильтрации: линейные и измеримые оценки, инновационный (обновляющий) процесс, инновационный процесс и винеровский процесс, стохастическое дифференциальное уравнение для оценки. Постановки задач оптимального управления при случайных возмущениях. Оптимальное управление линейными системами с обратной связью по состоянию. Задача стабилизации. Стохастическая функция Ляпунова-Беллмана. Постановка задачи управления на основе оценки состояния. Стохастический линейно-квадратический регулятор с обратной связью по выходу. Теорема разделения.

*Численное решение стохастических дифференциальных уравнений*

Численное моделирование винеровского процесса. Решение СДУ методами Эйлера и Рунге – Кутта. Слабые и сильные аппроксимации. Схемы Тейлора различных порядков. Схема Мильштейна. Численная устойчивость и точность методов.

**Формы промежуточного контроля.**

Устный опрос по теме, проверка выполнения домашнего задания