**Программа утверждена на заседании кафедры теории вероятностей**

**Протокол № 6 от 18 ноября 2015 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Код и наименование дисциплины (модуля): Стохастические модели в экономике.

2. Уровень высшего образования – специалитет.

3. Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика. Специализация: Фундаментальная математика.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (спецкурсом) для студентов 3-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, спецкурсом по выбору студента.

Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин образовательной программы: курсовая работа, научно-исследовательская практика, преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.

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

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 5зачетных единицы, всего 180 часов, из которых 70 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (62 часа занятия лекционного типа, 8 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации),110 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен

1. освоить следующие дисциплины образовательной программы: математический анализ, линейную алгебру и геометрию, действительный анализ, теорию вероятностей, математическую статистику, теорию случайных процессов, комплексный анализ, функциональный анализ.
2. обладать следующими компетенциями:

Знать: основные направления, проблемы, теории и методы современной математики.

Уметь: решать стандартные задачи математического анализа, линейной алгебры и геометрии, действительного анализа, теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов, комплексного анализа, функционального анализа, и применять идеи, использованные в их решениях, для решения аналогичных задач.

Владеть: основными понятиями и теоремами из этих разделов математики.

8. Формат обучения.

Очная форма обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам\* (Перечень тем см. Приложения).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы**) | В том числе | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы**  из них | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | **Всего** | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератовит.п.. | **Всего** |
| Тема 1 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 2 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 3 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 4 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 5 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 6 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 7 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 8 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 9 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 10 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 11 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 12 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 13 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 14 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 15 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 16 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 17 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 18 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 19 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 20 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 21 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 22 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 23 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 24 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 25 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 26 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 27 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 28 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 29 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 30 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 31 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 32 | 2 |  |  |  |  |  | 0 | 2 |  | 2 |
| Промежуточная аттестация  *экзамен*  *зачет* | 24 |  |  |  |  | 2 | 2 | 22 |  | 22 |
| **Итого** | 180 | 62 |  |  |  | 8 | 70 | 110 |  | 110 |

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю):

Конспекты лекций, списки задач к лекциям, основная и дополнительная учебная литература.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

* Перечень компетенций:
* Описание шкал оценивания*:*

*экзамен с оценкой по пятибалльной шкале*

*зачет («зачтено» или «незачтено»)*

* Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.
* Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.См. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложение

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: см. Приложения.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ.«Управляемые системы массового обслуживания в экономике»
2. Преподаватель - проф. В.А. Каштанов
3. Аннотация курса: курс посвящен управляемым системам в теории массового обслуживания и теории надежности, рассматриваются задачи управления для марковских и полумарковских систем.
4. Тематическое содержание курса

|  |  |
| --- | --- |
| Тема 1 | Системы и модели массового обслуживания. |
| Тема 2 | Проблема управления |
| Тема 3 | Полумарковские процессы |
| Тема 4 | Полумарковское ядро, его свойства |
| Тема 5 | Управляемые полумарковские процессы |
| Тема 6 | Характеристики, определяющие управляемый полумарковский процесс |
| Тема 7 | Постановка задачи управления. |
| Тема 8 | Стратегии управления и их свойства |
| Тема 9 | Построение на траекториях управляемого полумарковского процесса целевого функционала |
| Тема 10 | Функционал накопления и функционал достижения |
| Тема 11 | Теоремы о структуре целевых функционалов |
| Тема 12 | Дробно-линейные функционалы относительно вероятностных мер, определяющих марковскую рандомизированную стратегию |
| Тема 13 | Проблема поиска экстремума целевого функционала |
| Тема 14 | Сведение поиска экстремума дробно-линейного функционала к поиску специально подобранного линейного функционала |
| Тема 15 | Теорема о структуре экстремальных функций для дробно-линейного функционала |
| Тема 16 | Модели управления структурой для Марковской системы массового обслуживания |
| Тема 17 | Модели управления структурой для полумарковской системы массового обслуживания |
| Тема 18 | Модель управления длительностью обслуживания в полумарковской системе массового обслуживания |
| Тема 19 | Модель управления входным потоком в полумарковской системе массового обслуживания |
| Тема 20 | Управляемые модели математической теории надежности |
| Тема 21 | Оптимизация периодичности проведения предупредительных восстановительных работ по экономическим критериям |
| Тема 22 | Проблема определения исходных данных при анализе моделей массового обслуживания и математической теории надежности |
| Тема 23 | Постановка задачи управления полумарковским процессом при неполной информации |
| Тема 24 | Теоремы о структуре экстремальных функций для дробно-линейных функционалов при наличии ограничений |
| Тема 25 | Минимаксный подход при анализе управления в моделях массового обслуживания |
| Тема 26 | Минимаксный подход при анализе управления в моделях математической теории надежности |
| Тема 27 | Леммы о достаточных условиях достижения экстремумов дробно-линейных функционалов на мажорирующих распределениях |
| Тема 28 | Примеры решения проблемы управления при неполной информации для моделей математической теории надежности |
| Тема 29 | Управление полумарковским процессом при ошибках наблюдения за состояниями процесса |
| Тема 30 | Теорема о структуре целевого функционала |
| Тема 31 | Управление полумарковским процессом при неполной информации |
| Тема 32 | Проблема моментов Маркова |

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

*Программа экзамена*

1. Системы и модели массового обслуживания. Проблема управления, экономический смысл показателей, характеризующих качество управления.
2. Определение полумарковского процесса. Полумарковское ядро, его свойства.
3. Определение управляемого полумарковского процесса. Характеристики, определяющие управляемый полумарковский процесс, и их свойства.
4. Постановка задачи управления. Стратегии управления и их свойства. Построение на траекториях управляемого полумарковского процесса целевого функционала (функционал накопления и функционал достижения).
5. Теоремы о структуре целевых функционалов (дробно-линейные функционалы, относительно вероятностных мер, определяющих Марковскую, однородную, рандомизированную стратегию).
6. Проблема поиска экстремума целевого функционала (сведение поиска экстремума дробно-линейного функционала к поиску специально подобранного линейного функционала, теорема о структуре экстремальных функций для дробно-линейного функционала).
7. Модели управления структурой для Марковской и полумарковской систем массового обслуживания.
8. Модель управления длительностью обслуживания в полумарковской системе массового обслуживания.
9. Модель управления входным потоком в полумарковской системе массового обслуживания.
10. Управляемые модели математической теории надежности. Оптимизация периодичности проведения предупредительных восстановительных работ по экономическим критериям.
11. Проблема определения исходных данных при анализе моделей массового обслуживания и математической теории надежности. Постановка задачи управления полумарковским процессом при неполной информации.
12. Теоремы о структуре экстремальных функций для дробно-линейных функционалов при наличии ограничений.
13. Минимаксный подход при анализе управления в моделях массового обслуживания и математической теории надежности.
14. Леммы о достаточных условиях достижения экстремумов дробно-линейных функционалов на мажорирующих распределениях.
15. Примеры решения проблемы управления при неполной информации для моделей математической теории надежности.
16. Управление полумарковским процессом при ошибках наблюдения за состояниями процесса. Теорема о структуре целевого функционала.
17. Управление полумарковским процессом при неполной информации и проблема моментов Маркова.

*Экзаменационные билеты формируются в виде двух вопросов (А и Б) из указанного списка.*

Образцы билетов.

Билет №1.

А. Определение полумарковского процесса. Полумарковское ядро, его свойства.

Б. Управление полумарковским процессом при ошибках наблюдения за состояниями процесса. Теорема о структуре целевого функционала.

Билет №2.

А. Теоремы о структуре целевых функционалов (дробно-линейные функционалы, относительно вероятностных мер, определяющих Марковскую, однородную, рандомизированную стратегию).

Б. Минимаксный подход при анализе управления в моделях массового обслуживания и математической теории надежности.

Билет №3

А. Определение управляемого полумарковского процесса. Характеристики, определяющие управляемый полумарковский процесс, и их свойства.

Б. Модель управления входным потоком в полумарковской системе массового обслуживания.

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Основная литература:

1. Каштанов В.А., Медведев А.И., *Теория надежности сложных систем*, 2-е изд., Москва, Физматлит, 2010.

Дополнительная литература:

1. В.С. Королюк, А.Ф. Турбин, Полумарковские процессы и их приложения, Киев, Вища школа, 1976.

2. Е.Ю. Барзилович, Ю.К. Беляев, В.А. Каштанов и др., Вопросы математической теории надежности (под ред. Гнеденко Б.В.), М.: Радио и связь, 1983.

3. Х. Майн, С. Осаки, Марковские процессы принятия решений, Москва, Наука, 1977.

4. Д.С. Сильвестров, Полумарковские процессы с дискретным множеством состояний, Москва, "Советское радио", 1980.

5. В.С. Джевелл, ``Управляемые полумарковские процессы'', Киберн. сб., новая серия, М.: Мир, 1967, №4.

6. Е.Ю. Барзилович, В.А. Каштанов, Некоторые математические вопросы теории обслуживания сложных систем, Москва, Советское радио, 1971.

7. Е.Ю. Барзилович, В.А. Каштанов, Организация обслуживания при ограниченной информации о надежности системы, М.: Советское радио, 1975.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://lib.mexmat.ru/

<http://elibrary.ru/>

<http://www.mathnet.ru/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.ams.org/mathscinet/>

http://new.math.msu.su/department/probab/index-k.html