

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.3 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Математическое и компьютерное моделирование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.3 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 8 от "5" 02 2024г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры


подпись

Н.П. Фот
расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ММиМЭ
должность


подпись

О.С. Чудинова
расшифровка подписи

должность

подпись

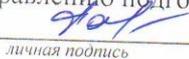
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

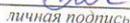
01.03.04 Прикладная математика

код наименование


личная подпись

Н.П. Фот
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов


личная подпись

С.А. Бектимирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

И.В. Крючкова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Чудинова О.С., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: формирование теоретических знаний о математических методах описания и исследования стохастических динамических систем и практических навыков использования прикладного программного обеспечения для их решения.

Задачи:

- освоить способы описания случайных процессов;
- изучить основные типы случайных процессов (по свойствам), некоторые виды случайных процессов и их свойства;
- изучить методы исследования дискретных и непрерывных цепей Маркова;
- освоить методы моделирования простейших марковских систем массового обслуживания (СМО);
- освоить методы моделирования динамики стохастических систем в формах Стратоновича и Ито;
- освоить инструментальные и программные средства решения поставленных задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Физика, Б1.Д.Б.18 Специальные разделы прикладной математики, Б1.Д.Б.19 Дифференциальные и разностные уравнения, Б1.Д.Б.20 Численные методы, Б1.Д.Б.21 Математические методы и модели исследования операций, Б1.Д.Б.23 Теория вероятностей и случайных процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.1.2 Стохастический анализ в экономике финансов и страхования, Б1.Д.В.Э.3.1 Имитационное моделирование, Б2.П.В.П.1 Проектно-технологическая практика, Б2.П.В.П.2 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен переходить от содержательной постановки проблемы к математически формализованному описанию, проводить исследования на основе построенной модели, содержательно анализировать результаты	ПК*-1-В-1 Применяет математический инструментарий для описания процессов и систем в форме математических моделей, их последующего исследования и выработки решений ПК*-1-В-2 Осуществляет формализованное описание процессов и систем в терминах	Знать: основные характеристики случайных процессов; Стохастические модели состояния; линейные преобразования случайных процессов и их свойства; методы моделирования и анализа дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО. Уметь: применять перечисленный выше инструментарий для описания стохастических процессов и систем, их последующего исследования и выработки решений Владеть: навыками применения перечисленного выше инструментария для описания стохастических процессов

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	стохастического моделирования, проводит на их основе количественный и качественный анализ	и систем, их последующего исследования и выработки решений
ПК*-2 Способен осуществлять математическое и компьютерное моделирование для анализа рисков и выработки оптимальных решений в различных отраслях	<p>ПК*-2-В-2 Применяет современные математические и инструментальные средства для моделирования, анализа рисков и выработки решений по оптимизации социальных, экономических, производственных процессов и систем</p> <p>ПК*-2-В-3 Разрабатывает и/или применяет детерминированные и стохастические модели для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях</p>	<p>Знать: методы оценки характеристик случайных процессов, методы моделирования и анализа дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО и инструментальные средства для их построения и анализа</p> <p>Уметь: применять современные математические и инструментальные средства для моделирования и анализа дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО, стохастических социальных, экономических, производственных процессов и систем, и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях</p> <p>Владеть навыками применения современных математических и инструментальных средств для моделирования и анализа дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО, стохастических социальных, экономических, производственных процессов и систем, и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях</p>
ПК*-4 Способен использовать знания современных языков программирования, стандартных пакетов прикладных программ, информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", инструментальных средств анализа данных при решении практических задач управления информацией	ПК*-4-В-2 Применяет знания стандартных и специализированных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий для решения практических задач анализа данных, математического и компьютерного моделирования процессов и систем	<p>Знать: знает научные пакеты прикладных программ и ИКТ, имеет собственные программные наработки и знает как их использовать при исследовании дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО, стохастических моделей процессов и систем</p> <p>Уметь: умеет использовать научные пакеты прикладных программ и ИКТ, собственные программные наработки при исследовании дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО, стохастических моделей процессов и систем</p> <p>Владеть: владеет навыками использования научных пакетов прикладных программ и ИКТ, собственных программных наработок при исследовании дискретных и непрерывных цепей Маркова, СМО, стохастических моделей процессов и систем</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	216	216
Контактная работа:	66,25	66,25
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального задания; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям).	149,75	149,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Непрерывные цепи Маркова	40	6	4	4	26
2	Моделирование Марковских систем массового обслуживания (СМО)	48	6	4	12	26
3	Элементы стохастического анализа случайных процессов	28	4	-	-	24
4	Стохастические модели состояния	34	8	2	-	24
5	Линейные преобразования случайных процессов	32	6	2	-	24
6	Марковские процессы с непрерывным множеством состояний, полумарковские СМО	34	4	4		26
	Итого:	216	34	16	16	150
	Всего:	216	34	16	16	150

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Дискретные и непрерывные цепи Маркова

Непрерывные цепи Маркова: Основные понятия. Система уравнений Колмогорова. Решение задачи Коши в случае: неоднородной цепи Маркова, свойства решения; однородных цепей Маркова, свойства решения. Предельные вероятности состояний и их моделирование. Процессы гибели-размножения, циклические процессы.

Раздел № 2 Моделирование Марковских систем массового обслуживания (СМО)

Процессы массового обслуживания: основные понятия, классификации СМО. Поток событий: стационарный (однородный), ординарный, без последствия, простейший, пуассоновский.

СМО типа М/М/1 с отказами: модель, расчет характеристик. Другие типы СМО. Обзор подходов к их анализу.

Раздел № 3 Стохастические модели состояния

Эволюция моделей динамики: от детерминированной к стохастической. Стохастические интегралы и дифференциалы. Интеграл от винеровского процесса, по винеровскому; свойства. Стохастический дифференциал в форме Ито и Стратоновича. Правило дифференцирования Ито.

Раздел № 4 Линейные преобразования случайных процессов

Линейные преобразования случайных процессов, свойства, характеристики. Преобразования дискретных и непрерывных случайных процессов операторами свертки, свойства, характеристики. Условия стационарности преобразованных случайных процессов. Спектральные функции. Формирующие фильтры

Раздел № 5 Марковские процессы с непрерывным множеством состояний

Уравнение Маркова-Смолуховского-Чепмена-Колмогорова. Уравнения Колмогорова. Стохастические модели состояния и уравнения Колмогорова. Характерные задачи теории марковских случайных процессов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Расчет характеристик непрерывных цепей Маркова	4
2	2	Моделирование СМО	8
3	2	Расчет характеристик СМО	4
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Непрерывные цепи Маркова, характеристики	2
2	1	Процессы гибели-размножения, циклические процессы.	2
3-4	2	СМО типа М/М/1, М/М/м, М/М/м/п: модели, расчет характеристик.	4
5	4	Стохастические интегралы и дифференциалы. Правило дифференцирования Ито	2
6	5	Спектральные функции	2
7-8	6	Характерные задачи теории марковских случайных процессов.	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Волков, И.К. Случайные процессы: учеб. для вузов / И.К. Волков, С.М. Зуев, Г.М. Цветкова; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко.- 3-е изд., испр. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, 2006. - 448 с.

2. Свешников, А.А. Прикладные методы теории случайных функций: учеб. пособие для вузов / А.А. Свешников.- 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 464 с.

3. Теория систем массового обслуживания : учебное пособие : [16+] / сост. А. В. Шапошников, В. В. Бережной, А. М. Лягин, А. А. Плетухина. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 134 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483842>

4. Печинкин, А. В. Системы массового обслуживания в дискретном времени : учебное пособие / А. В. Печинкин, Р. В. Разумчик. – Москва : Физматлит, 2018. – 430 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612807>

5.2 Дополнительная литература

1. Чураков, Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике: учеб. пособие / Е.П. Чураков. - М.: Финансы и статистика, 2004
2. Кузнецов, Д.Ф. Стохастические дифференциальные уравнения: теория и практика численного решения: монография / Д.Ф. Кузнецов. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. - 778 с.
3. Соловьев, В.И. Стохастические методы в экономике и финансах / В.И. Соловьев. - М.: ГУУ, 2000. - 50с.
4. Ширяев, А.Н. Основы стохастической финансовой математики / А.Н. Ширяев. Т.1, 2. – М.: Фазис, 1998.
5. Дж. Кемени Конечные цепи Маркова / Дж. Кемени, Дж. Снелл – М.: Наука, 1970. - 270с.
6. Модели массового обслуживания в информационных системах : учебное пособие / авт.-сост. В. П. Мочалов, Н. Ю. Братченко ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 126 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459106>

5.3 Периодические издания

1. Математическое моделирование : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2024.
2. Информационные технологии: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://bourabai.ru/cm/smo.htm> - Моделирование систем массового обслуживания (курс лекций к.т.н. К.А. Хайдарова)
2. <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/Proba.htm> Хачатурова С.М. Электронный учебник по дисциплине "Математические модели системного анализа" (<http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/glava5/glava5.htm> - Раздел 5. Основы теории систем массового обслуживания)
3. <http://modelirovanie2009.narod.ru/> - лекции по моделированию систем
4. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам: по теме «Случайные процессы»
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=случайные+процессы
по теме «Системы массового обслуживания»
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=системы+массового+обслуживания

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.
5. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2024]. – Режим доступа в сети ОГУ <http://garant.net.osu.ru>
6. Python 3.* - язык программирования с открытым исходным кодом. Доступен бесплатно. Режим доступа: <https://www.python.org/downloads/>
7. Дистрибутив Anaconda. Доступен бесплатно. Режим доступа: <https://www.anaconda.com/products/distribution>

Программные средства, разработанные на кафедре ММиМЭ, зарегистрированные в университетском фонде электронных ресурсов (УФЭР):

1. Программный комплекс решения задач "Автоматизированный программный комплекс для исследования цепей Маркова и систем массового обслуживания"

Авторы: Пономарев Дмитрий Викторович, Константинов Виталий Николаевич, Яркова Ольга Николаевна

Информационная карточка в УФЭР:

http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id

=216

2. Электронный курс лекций "Случайные процессы"

Авторы: Реннер Александр Георгиевич, Яркова Ольга Николаевна, Стебунова Ольга Ивановна

Информационная карточка в УФЭР:

http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id

=586.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, с подключением к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.