Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

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 2026

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 № 11 от "03" марта 2026г.

Заведующий кафедрой
Кафедра математических методов и моделей в экономике — подпись — Н.П. Фот
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ММиМЭ — подпись — О.С. Чудинова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика — личная подпись — Н.П. Фот
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф — личная подпись — Г.Е. Гасанлиме
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИМИТ
личная подпись — С.Н. Морозова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Чудинова О.С., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: формирование теоретических знаний и практических навыков моделировании марковских систем массового обслуживания.

Задачи:

- изучение дискретных марковских процессов с дискретным и непрерывным временем;
- изучение теории массового обслуживания;
- приобретение навыков моделирования систем массового обслуживания и интерпретации результатов.

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 стохастического моделирования, проводит на их основе количественный и качественный анализ	**Знать:** методы моделирования и анализа дискретных марковских процессов и марковских систем массового обслуживания. **Уметь:** осуществлять моделирование случайных процессов и систем и проводить анализ полученных результатов. **Владеть:** навыками применения математических моделей для описания стохастических процессов и систем, их последующего исследования и выработки решений.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен осуществлять математическое и компьютерное моделирование для анализа рисков и выработки оптимальных решений в различных отраслях	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 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	**Знать:** методы оценки характеристик случайных процессов, методы моделирования и анализа дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО. **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. **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.
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	**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. **Уметь:** умеет использовать научные пакеты прикладных программ и ИКТ, собственные программные наработки при исследовании дискретных и непрерывных цепей Маркова и СМО. **Владеть:** владеет навыками использования научных пакетов прикладных программ и ИКТ, собственных программных наработок при исследовании дискретных и непрерывных цепей Маркова, СМО.

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**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
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	Понятие и классификация марковских случайных процессов	26	2	2	-	22
2	Дискретные марковские процессы с дискретным временем	38	8	4	4	22
3	Дискретный марковский случайный процесс с непрерывным временем	36	8	2	4	22
4	Пуассоновский поток событий	32	6	2	2	22
5	Понятие и классификация систем массового обслуживания	28	2	2	2	22
6	Некоторые схемы марковских процессов с непрерывным временем	34	6	2	4	22
7	Потоки Пальма и Эрланга	22	2	2	-	18
	Итого:	216	34	16	16	150
	Всего:	216	34	16	16	150

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Понятие и классификация марковских случайных процессов

Понятия случайного процесса, системы, дискретного случайного процесса, марковского случайного процесса. Классификация случайных процессов в зависимости от времени и природы множества состояний системы. Граф состояния системы.

Раздел № 2 Дискретные марковские процессы с дискретным временем

Цепь Маркова: понятие, вероятности состояний, переходные вероятности. Марковская однородная цепь. Вектор начального распределения вероятностей. Вероятности состояний на k-ом шаге. Марковская неоднородная цепь. Финальные вероятности однородной марковской цепи. Основные характеристики цепи Маркова.

Раздел № 3 Дискретный марковский случайный процесс с непрерывным временем

Понятие и особенности дискретного марковского процесса с непрерывным временем. Плотность вероятности перехода. Однородный марковский процесс с непрерывным временем. Размеченный граф состояний. Система дифференциальных уравнений Колмогорова и правила её составления.

Задача Коши для системы дифференциальных уравнений Колмогорова. Нахождение финальных вероятностей состояний системы.

Раздел № 4 Пуассоновский поток событий

Определения потока событий, потока однородных событий, регулярного потока, потока без последействия, ординарного потока, стационарного потока, пуассоновского потока. Простейший поток событий и его свойства. Пуассоновский нестационарный поток событий. Связь пуассоновских потоков событий с дискретными марковскими процессами с непрерывным временем.

Раздел № 5 Понятие и классификация систем массового обслуживания

Общая характеристика процессов массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Основные характеристики эффективности функционирования систем массового обслуживания.

Раздел №6 Некоторые схемы марковских процессов с непрерывным временем

Процесс гибели и размножения. Процесс гибели и размножения в системах с n «узлами». Циклические процессы. Ветвящиеся циклические процессы.

Раздел №7 Потоки Пальма и Эрланга

Поток с ограниченным последействием. Поток Пальма. Поток Эрлагна k-го порядка. Нормированный поток Эрланга. Замена немарковских процессов марковскими методом псевдосостояний.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1-2	2	Расчет характеристик цепи Маркова	4
3-4	3	Моделирование дискретного марковского случайный процесс с непрерывным временем	4
5	4	Пуассоновский поток событий	2
6	5	Теоретическое описание системы массового обслуживания	2
7-8	6	Моделирование системы массового обслуживания	4
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Понятие и классификация марковских случайных процессов	2
2-3	2	Расчет характеристик цепи Маркова	4
4	3	Моделирование дискретного марковского случайный процесс с непрерывным временем	2
5	4	Пуассоновский поток событий	2
6	5	Теоретическое описание системы массового обслуживания	2
7	6	Моделирование системы массового обслуживания	2
8	7	Потоки Пальма и Эрланга	2
		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. 240 с.
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. – 50 с.
4. Дж. Кемени Конечные цепи Маркова / Дж. Кемени, Дж. Снелл – М.: Наука, 1970. – 270 с.
5. 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

Методические указания

Яркова, О. Н. Цепи Маркова и системы массового обслуживания / О. Н. Яркова, Н. П. Фот, А. В. Ерофеев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. мат. методов и моделей в экономике. - Ч. 1. Цепи Маркова с дискретным множеством состояний и дискретным временем. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2006.

5.3 Периодические издания

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

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://modelirovanie2009.narod.ru/ - лекции по моделированию систем
2. https://stepik.org/course/61480/promo?search=6856485763 - Stepik, онлайн-курс «Компьютерное моделирование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.
6. Платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU»)
7. Веб-браузер Яндекс (https://yandex.ru/)
7. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (http://moodle.osu.ru)

8. Университетская платформа для сопровождения процедуры проведения экзаменационных испытаний с использованием дистанционных образовательных технологий (https://exam.osu.ru/)

9. Python 3.* - язык программирования с открытым исходным кодом. Доступен бесплатно. Режим доступа: https://www.python.org/downloads/

10. Дистрибутив Anaconda. Доступен бесплатно. Режим доступа: https://www.anaconda.com/products/distribution

11. MathCAD 14.0

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.