Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____А. В. Фомина
«08» февраля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

К.М.03.01 Дискретные и вероятностные математические модели

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки

Математическое моделирование

Программа
магистратуры

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Год набора 2024

Новокузнецк 2024

Оглавление

1 Цель дисциплины. 3

Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки 3

Место дисциплины 4

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации. 4

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. 4

3.1 Учебно-тематический план 4

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. 6

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. 7

5.1 Учебная литература 7

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины. 7

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. 8

6 Иные сведения и (или) материалы. 8

6.1. Темы письменных учебных работ 8

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации . 9

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы магистратуры (далее - ОПОП):

ОПК-3- Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК 3.1. Анализирует концептуальные и теоретические модели, применяемые при решении задач в области профессиональной деятельности ОПК 3.2. Разрабатывает и исследует свойства математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности	**Знать:** – принципы выбора методов и средств анализа дискретных и вероятностных математических моделей; – концептуальные и теоретические дискретные и вероятностные модели, применяемые для решения задач в области профессиональной деятельности. **Уметь:** – разрабатывать концептуальные модели для решения прикладных задач в различных предметных областях; – на основе концептуальных моделей строить теоретические дискретные и вероятностные модели для решения прикладных задач в различных предметных областях; – использовать дискретное и вероятностное математическое моделирование для решения задач в области профессиональной деятельности. **Владеть:** – навыками исследования предметной области и составления концептуальных и теоретических дискретных и вероятностных моделей; – навыками анализа концептуальных и теоретических дискретных и вероятностных моделей. – навыками использования методов дискретного и вероятностного математического моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности.

Место дисциплины

Дисциплина включена в модуль «Математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности» ОПОП ВО, обязательная часть. Дисциплина осваивается на 1 курсе в 1-2 семестрах.

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения		
	ОФО	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	216		
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	66		
Аудиторная работа (всего):	64		
в том числе:			
лекции	32		
практические занятия, семинары	32		
в интерактивной форме			
в электронной форме			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	80		
4 Промежуточная аттестация обучающегося – экзамен (1 семестр) экзамен (2 семестр) и объём часов, выделенный на промежуточную аттестацию:	72		

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		
1-4	1. Математические модели и математическое моделирование	12	4	-	8	Индивидуальное задание №1
	1.1 Классификации моделей	6	2		4	
	1.2 Этапы моделирования.	6	2		4	
5-8	2. Графовые модели	16	4	4	8	Индивидуальное задание №2
	2.1 Знаковые графы и теория структурного баланса. Турниры. Ориентируемость и уязвимость. Графы пересечений. Графы интервалов и их применения.	8	2	2	4	
	2.2 Импульсные процессы. Структура и устойчивость. Применение теории устойчивости.	8	2	2	4	
9-13	3. Автоматные модели	16	4	4	8	

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		
	3.1 Автоматы с памятью. Представления автомата. Связь между моделями Мили и Мура.	8	2	2	4	Индивидуальное задание №3
	3.2 Представление событий в автоматах. Анализ автоматов. Синтез автомата.	8	2	2	4	
14-15	3.4 Машина Тьюринга	14	2	4	8	Индивидуальное задание №4
16-17	3.5. Клеточные автоматы	14	2	4	8	Индивидуальное задание №5
	Промежуточная аттестация	36				Экзамен
	1 семестр	**108**	**16**	**16**	**40**	**36**
1-2	6. Метод статистических испытаний.	18	2	2	14	Индивидульное задание№6
3-5	7. Линейные статистические модели.	20	2	2	14	Индивидульное задание№7
6-9	8. Системы массового обслуживания.	24	4	4	16	Индивидульное задание№8
	8.1 Модель СМО с ограниченной очередью и ожиданием: основные компоненты и показатели СМО, граф состояний СМО, управление СМО.	12	2	2	8	
	8.2 Модель СМО с неограниченной очередью и ожиданием. Многоканальная модель СМО с отказами.	12	2	2	8	
10-13	9. Стохастические задачи управления запасами.	24	4	4	16	Индивидульное задание№9
	9.1 Статическая модель: математическая модель задачи со случайным спросом и выпуклой функцией затрат, числовой пример.	12	2	2	8	
	9.2. Математическая модель задачи со случайным спросом и единовременным штрафом за неудовлетворенный спрос.	12	2	2	8	
14-17	10. Имитационное моделирование.	22	4	4	16	Индивидульное задание№10
	10.1 Моделирование многоканальных систем массового обслуживания. Оценка пропускной способности многоканальной СМО с отказами. Моделирование в задаче управления запасами.	11	2	2	8	
	10.2 Отыскание оптимальной стратегии управления запасами в задаче со случайным спросом и выпуклой функцией затрат.	11	2	2	8	
	Промежуточная аттестация	36				Экзамен

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		
	2 семестр	**108**	**16**	**16**	**40**	**36**
	Итого	**216**	**32**	**32**	**80**	**72**

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Шкала и показатели оценивания результатов учебной работы обучающихся по видам в балльно-рейтинговой системе (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации (шкала и показатели оценивания)	Баллы
Семестр 1				
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	**60**	Индивидуальные задания (5 заданий)	**За одно задание** **7 баллов** (выполнено 51 - 65% задания) **9 балла** (выполнено 66 - 85% задания) **12 баллов** (выполнено 86 - 100% задания)	35 – 60
Итого по текущей работе в семестре				41 - 80
Промежуточная аттестация (зачет)	40	Теоретический вопрос 1	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Теоретический вопрос 2	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 1.	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 2.	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
Итого по промежуточной аттестации (экзамену)				20 – 40 б.
Суммарная оценка по дисциплине:		Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации		51 – 100 б.

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации (шкала и показатели оценивания)	Баллы
Семестр 2				
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	**60**	Индивидуальные задания (отчет о выполнении индивидуального задания) (5 работ)	**За одно индивидуальное задание** **7 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий) **9 балла** (выполнено 66 - 85% заданий) **12 баллов** (выполнено 86 - 100% заданий)	35 - 60
Итого по текущей работе в семестре				35 - 60
Промежуточная аттестация	40	Теоретический вопрос 1	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации (шкала и показатели оценивания)	Баллы
Семестр 2				
(экзамен)		Теоретический вопрос 2	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 1.	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 2.	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5 - 10
Итого по промежуточной аттестации (экзамену)				20 – 40 б.
Суммарная оценка по дисциплине:		Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации		51 – 100 б.

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

1. Хлебников, А. А. Автоматное программирование : учебное пособие / А. А. Хлебников, С. Е. Харьковский. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/240086. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Линдин, Г. Л. Вероятностные математические модели [Текст]: учебное пособие для студентов специальности 010400.68 – «Прикладная математика и информатика» с квалификацией «магистр» / Г. Л. Линдин. – Новокузнецк : РИО НФИ КемГУ, 2012. – 125 с

3. Закревский, А. Д. Логические основы проектирования дискретных устройств : учебное пособие (главы 54-55,62) / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 592 с. — ISBN 978-5-9221-0811-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2369. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Аникин, В. И. Визуальное табличное моделирование клеточных автоматов в Microsoft Excel : монография / В. И. Аникин, О. В. Аникина. — Тольятти : ПВГУС, 2013. — 324 с. — ISBN 978-5-9581-0313-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/201296. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная учебная литература

5. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513132

6. Свешников, А. А. Прикладные методы теории вероятностей : учебник / А. А. Свешников. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1219-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/reader/book/3184/#3. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Федоткин, М. А. Модели в теории вероятностей [Текст]: учебник / М. А. Федоткин. – Москва : Физматлит ; Нижний Новгород : Нижегородский гос. Университет, 2012. – 608 с. – Гриф УМС «Допущено».

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение

дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

410 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации; Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, моноблоки аудиторные. Оборудование: стационарное - компьютер, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MSWindows, LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19

106 Помещение для самостоятельной работы студентов. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая переносная, столы, стулья, рабочее место для обучающегося с ОВЗ. Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (3 шт.), телевизор. Используемое программное обеспечение: MSWindows, LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19
225 Помещение для самостоятельной работы студентов. Специализированная (учебная) мебель: столы, стулья. Оборудование: стационарное - компьютеры для обучающихся (10 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows, LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Общероссийский математический портал (информационная система) - http://www.mathnet.ru/
2. Экспонента центр инженерных технологий и моделирования - http://www.exponenta.ru
3. Science Direct содержит более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике. https://www.sciencedirect.com
4. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» - http://window.edu.ru/catalog/
5. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия» - https://uisrussia.msu.ru/
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты, режим доступа: www.elibrary.ru

6 Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Темы письменных учебных работ

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Таблица 5 - Темы письменных учебных работ

Раздел	Темы	Контрольные точки
Математические модели и математическое моделирование	Классификация математических моделей проблемной области	Индивидуальное задание №1
Графовые модели	Анализ проблемных ситуаций с использованием графовых моделей	Индивидуальное задание №2
Автоматные модели.	Разработка конечного автомата.	Индивидуальное задание №3
	Построение машины Тьюринга	Индивидуальное задание №4
	Программирование клеточного автомата	Индивидуальное задание №5
Метод статистических испытаний.	Моделирование дискретных и непрерывных случайных величин	Индивидуальное задание №6
Линейные статистические модели.	Построение линейных моделей	Индивидуальное задание №7
Системы массового обслуживания.	Моделирование СМО	Индивидуальное задание №8
Стохастические задачи управления запасами.	Использование статических моделей	Индивидуальное задание №9
Имитационное моделирование.	Моделирование многоканальных систем массового обслуживания	Индивидуальное задание №10

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Семестр 1.

РАЗДЕЛ 1. Математические модели и математическое моделирование

Примерные теоретические вопросы

1. Определение моделирования, модели, математического моделирования, математической модели.
2. Циклическая природа математического моделирования.
3. Свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, робастность, продуктивность, наглядность, потенциальность.
4. Материальное моделирование, идеальное моделирование
5. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
6. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели
7. Классификация математических моделей в зависимости параметров модели
8. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
9. Классификация математических моделей в зависимости от метода реализации
10. Этапы процесса математического моделирования: когнитивная модель, содержательная модель, концептуальная модель, формальная модель.
11. Виды содержательных моделей: описательная, объяснительная, предсказательная
12. Виды концептуальных моделей: логико-семантическая, структурно-функциональная, причинно-следственная
13. Виды формальных моделей: математическая, информационная

РАЗДЕЛ 2 Графовые модели

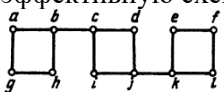
Примерные теоретические вопросы

1. Матрица смежности.
2. Матрица достижимости.
3. Матрица расстояний

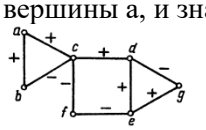
4. Знаковые графы и теория структурного баланса.
5. Турниры.
6. Ориентируемость и уязвимость.
7. Планирование транспортных потоков.
8. Графы пересечений.
9. Определение графа пересечений.
10. Графы интервалов и их применения.
11. Свойства графов интервалов.
12. Регулирование движения транспорта светофором.
13. Сеть питания.
14. Теоремы о раскраске.
15. Проблема четырех красок.
16. Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве средства моделирования сложных систем.
17. Импульсные процессы.
18. Устойчивость импульсных процессов
19. Применение теории устойчивости.

Примерные практические задания

1. В графе найти допустимую схему одностороннего движения, если она существует. Найти неэффективную схему одностороннего уличного движения, если она существует. Найти эффективную схему одностороннего движения, если она существует.



2. Нарисовать сеть питания для какой-либо экосистемы.
3. Для знакового графа определить знаки всех простых цепей длины 4, начинающихся с вершины а, и знаки всех циклов.



4. Найти в каждом случае экологические ниши в двумерном евклидовом пространстве, определяемые следующими требованиями.
   а. Содержание озона составляет не менее 0,001% и не более 2,0%, температура находится в пределах от 0 до 100° С.
   б. Содержание кислорода в атмосфере составляет не менее 50% и не более 83%, количество осадков колеблется между 12 и 45 дюймами в год

РАЗДЕЛ 3. Автоматные модели.

Примерные теоретические вопросы

1. Понятие цифрового автомата.
2. Где используют автоматные модели?
3. Конечные автоматы.
4. Какие виды автоматных моделей существуют?
5. Приведите классификацию автоматных моделей.
6. Что такое абстрактный автомат.
7. Детерминированный конечный автомат-распознаватель.
8. Детерминированный конечный автомат-преобразователь.
9. Недетерминированный конечный автомат.
10. Автоматы со спонтанными переходами.
11. Автоматы с магазинной памятью.
12. Машина Тьюринга
13. Структурные модели автоматов.
14. Автоматы Мура и Мили.
15. Абстрактный синтез автоматов.
16. Построение графа-автомата МУРА.
17. Построение графа автомата МИЛИ
18. Структурный синтез автоматов МУРА

19. Синтез цифровых автоматов МИЛИ.
20. Перечислите составляющие машины Тьюринга.
21. Что является данными машины Тьюринга? Где хранятся данные?
22. Как выглядит конфигурация машины Тьюринга? Какая стандартная начальная конфигурация? Стандартная заключительная?
23. Каковы элементарные шаги машины Тьюринга?
24. Как выглядит команда машины Тьюринга?
25. Как можно задавать систему команд (программу) машины Тьюринга?
26. Дайте определение функции, правильно-вычислимой по Тьюрингу.
27. Сформулируйте тезис Тьюринга.
28. Что называют универсальной машиной Тьюринга? Какие проблемы необходимо решить при ее построении и методы их решения.
29. В чем заключается проблема остановки машины Тьюринга? Докажите теорему о ее неразрешимости.
30. Игра «Жизнь» и ее правила.
31. Структуры, получающиеся в игре «Жизнь»
32. Определение клеточного автомата. Автомат Н. Винера и его прикладные интерпретации.
33. Классы клеточных автоматов.

Примерные практические задания

1. Построить граф-схему алгоритма управляющего устройства робота “няньки”. Робот “нянька”, реагирующий на высокочастотный крик младенца. При этом включается колыбель и магнитофон (песня, сказка), если младенец умолк, робот ровно через 30 с останавливается.

2. Машина Тьюринга задана таблицей команд.

	*	1	λ
q_1	$q_z\lambda R$	$q_2\lambda R$	
q_2	$q_3 1L$	$q_2 1R$	
q_3		$q_3 1L$	$q_z\lambda R$

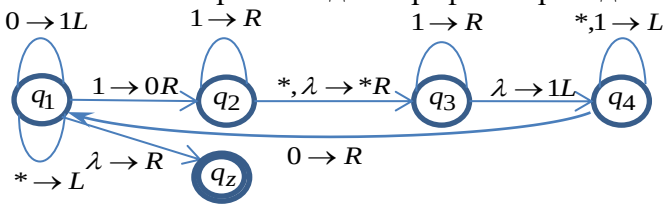
Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов, исходя из начального стандартного положения и начального состояния управляющего устройства q_1.

1*11, 11*11, 1*111, 11*

После чего постарайтесь усмотреть общую закономерность работы машины.

Постройте граф переходов для данной машины Тьюринга.

3. Машина Тьюринга задана графом переходов.



Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов, исходя из начального стандартного положения и начального состояния управляющего устройства q_1.

1, 11, 111.

После чего постарайтесь усмотреть общую закономерность работы машины.

Постройте таблицу команд для данной машины Тьюринга.

4. Постройте машину Тьюринга, которая бы к натуральному числу в десятичной системе счисления прибавляла единицу.

5. Постройте машину Тьюринга, которая бы от натурального числа в десятичной системе счисления отнимала единицу.

6. Постройте машину Тьюринга, которая из n, записанных подряд единиц оставляла бы n-2 единицы, если n>1 и не останавливалась, если n=0 или n=1.

7. Исследуйте графически автомат Винера при M= 0,5. При реализации считаем, что

число клеток по каждому направлению велико, а область замкнута в тор, т.е. является периодической по каждому направлению. Это означает, что клетки «первого» слоя по какой-то координате являются соседями для клеток «последнего» слоя.

8. С использованием любого языка высокого уровня реализуйте любой КА типа «жизнь».

9. С использованием любого языка высокого уровня реализуйте двумерный КА Кохомото — Ооно с использованием: а) окрестности Неймана; б) окрестности Мура.

Семестр 2.

РАЗДЕЛ 6. Метод статистических испытаний

Примерные теоретические вопросы

1. Случайные числа. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание противоположных событий, полной группы событий.
2. Разыгрывание непрерывной случайной величины. Метод обратных функций.
3. Моделирование выборок.
4. Стохастические модели управления запасами. Основные факторы, учитываемые в модели. Модели с выпуклой или линейной функцией затрат. Теорема об оптимальной стратегии пополнения запасов. Случай единовременного штрафа.
5. Критерий согласия Пирсона. Условия применения. Схема применения критерия.
6. Критерий согласия Колмогорова - Смирнова. Условия применения. Схема применения критерия в случае подгонки распределения и сравнения выборок с неизвестным распределением.

Примерные практические задания

1. Смоделировать выборку 80 значений случайной величины X, имеющей равномерное распределение на промежутке [0, 4], проверив гипотезу о форме распределения.
2. Смоделировать выборку 100 значений случайной величины X, распределенной нормально с параметрами (20, 10), проверив гипотезу о форме распределения.
3. Смоделировать выборку 30 значений случайной величины X, распределенной по биномиальному закону с параметрами $n = 40$, $p = 0.1$, проверив гипотезу о форме распределения.

РАЗДЕЛ 7. Линейные статистические модели

Примерные теоретические вопросы

1. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимость между двумя случайными величинами. Выборочное уравнение прямой линии регрессии. Выборочный коэффициент корреляции. Свойства. Методика расчета выборочного коэффициента корреляции.
2. Выборочное корреляционное отношение. Свойства. Выборочное корреляционное отношение как мера корреляционной связи. Достоинства и недостатки этой меры.
3. Криволинейная корреляция. Простейший случай. Понятие о множественной корреляции. Исследование множественной и нелинейной корреляции.
4. Метод выравнивания нелинейной корреляционной зависимости.

Примерные практические задания

1. Построить облако данных на плоскости x, y и выполнить графически группировку наблюдений величин.
2. Составить корреляционную таблицу и вычислить выборочные средние, дисперсии, стандартные отклонения, асимметрии и эксцессы, коэффициент корреляции случайных величин x, y

РАЗДЕЛ 8. Системы массового обслуживания (СМО)

Примерные теоретические вопросы

1. Введение. Классификация моделей массового обслуживания.
2. Основные компоненты и показатели СМО. Вероятностный смысл показателей СМО.
3. Одноканальная модель с пуассоновскими потоками входящих заявок и длительностей обслуживания.
4. Одноканальная модель с пуассоновским потоком входящих заявок и экспоненциальным распределением длительностей обслуживания..
5. Многоканальная модель с пуассоновским потоком входящих заявок и экспоненциальным распределением длительностей обслуживания.

6. Процессы рождения и гибели.
7. Другие модели массового обслуживания.

Примерные практические задания

1. В магазин самообслуживания поступает пуассоновский поток покупателей с интенсивностью λ человек в минуту. Средняя продолжительность обслуживания на расчетном узле составляет $t_{обс}$ мин. Уровень суммарных потерь связан с простоем среднего числа свободных контролеров-кассиров $n_{св.}$ и пребыванием среднего числа покупателей в очереди $l_{оч}$. Построить график зависимости суммы среднего числа свободных контролеров-кассиров $n_{св}$ и среднего числа покупателей в очереди $l_{оч}$ от числа контролеров-кассиров n, $(l_{оч} + n_{св.}) = f(n)$. Определить по нему оптимальное число контролеров-кассиров n_0, при котором суммарные потери будут минимальными:
$\lambda = 1$ пок/мин, $t_{обс} = 2$ мин.

2. В магазин самообслуживания поступает пуассоновский поток покупателей с интенсивностью λ человек в час. В течение дня их обслуживают n контролеров-кассиров с интенсивностью μ покупателей в час. Интенсивность входного потока покупателей в часы «пик» возрастает до величины λ_{max}, а в часы «спада» достигает величины λ_{min}. Определить вероятность образования очереди в магазине $P_{оч}$ и среднюю длину очереди $l_{оч}$ в течение дня, а затем необходимое число контролеров-кассиров в часы «пик» n_{max} и часы «спада» n_{min}, обеспечивающих такую же длину очереди $l_{оч}$ и вероятность ее образования $P_{оч}$:
$\lambda = 200$ пок/час, $\mu = 90$ пок/час, $n = 3$, $\lambda_{max} = 400$ пок/час, $\lambda_{min} = 100$ пок/час.

РАЗДЕЛ 9. Стохастические задачи управления запасами

Примерные теоретические вопросы

1. Динамические оптимизационные модели управления запасами. Модель с выпуклой функцией затрат.
2. Динамические оптимизационные модели управления запасами и производством с вогнутой функцией затрат.
3. Задача распределения усилий. Задача определения оптимального размера партии.
4. Стохастическая задача замены оборудования.
5. Стохастические модели управления запасами. Статическая модель.
6. Модели экономически выгодного размера заказываемых партий.
7. Динамические вероятностные модели с режимом непрерывного контроля уровня запасов.

Примерные практические задания

1. На оптовую базу прибывают автомашины с промышленными товарами. Поток простейший и поступает с интенсивностью λ автомобилей в час. На территории базы могут одновременно находиться не более M машин. Имеющиеся на базе n бригад грузчиков разгружают одновременно все только одну машину. Среднее время разгрузки одной машины составляет tобс. Необходимо определить основные показатели системы массового обслуживания оптовой базы: относительную и абсолютную пропускную способность, среднее число машин на базе, среднюю длину очереди, среднее время пребывания машины на базе и среднее время ожидания обслуживания при следующих значениях исходных данных: $n = 1$, $M = 3$, $\lambda = 2$ авт/ч, $t_{обс} = 1{,}5$ ч.

2. Универсам получает ранние овощи и зелень из теплиц пригородного совхоза. Машины прибывают в универсам в неопределенное время. В среднем прибывает λ автомашин в день. Подсобное помещение и оборудование для подготовки овощей к продаже позволяют обработать и хранить товар объемом не более M машин одновременно. В универсаме работают n фасовщиков, каждый из которых в среднем может обработать товар с одной машины в течении $t_{обс}$ дня. Определить вероятность обслуживания приходящей машины $P_{обс}$. Какова должна быть емкость подсобных помещений M_1, чтобы вероятность обслуживания была бы не меньше заданной величины, т. е. $P_{обс} \geq P^*_{обс}$? $\lambda = 3$ авт/день, $t_{обс} = 0{,}5$, $n = 2$, $M = 2$, $P^*_{обс} = 0{,}92$.

РАЗДЕЛ 10. Имитационное моделирование

Примерные теоретические вопросы

1. Перспективы применения имитационного моделирования. Имитационное моделирование фондовой биржи.
2. Имитация СМО с ожиданием и неограниченной очередью.

3. Имитация задачи управления запасами с выпуклой функцией затрат. Случай единовременного штрафа.

4. Построение имитационной модели. Приращение времени. Проектирование имитационного эксперимента.

Примерные практические задания

1. Диспетчерский пункт приема неотложных медицинских вызовов по телефону 02 в гор. Новокузнецке обслуживает поток заявок с интенсивностью 100 вызовов в час, причем каждый вызов обслуживается в среднем 30 секунд. Необходимо определить количество каналов обслуживания, при котором вероятность отказа меньше 5 %. Уровень потерь связан с простоем среднего числа операторов и средним количеством необслуженных вызовов в час. Определить оптимальное число операторов, при которых суммарные потери будут минимальными.

2. Найти оптимальную стратегию пополнения запасов для заданных величин штрафа за неудовлетворенный спрос $\boldsymbol{\pi}$, оптовой цены продукции **c**, накладных расходов **К**, стоимости хранения продукции **h** в случае, когда спрос является равномерно распределенной дискретной случайной величиной: $\mathbf{q} = \overline{1,10}$; $p(q) = 0,1$.

100. Найти оптимальную стратегию пополнения запасов в случае, когда спрос принимает два значения: $\mathbf{q_1}$, $\mathbf{q_2}$ с вероятностями $p_1 = p_2 = 0,5$, а затраты хранения равны нулю. В случае неединственности решения выбрать вариант с максимально возможным удовлетворением спроса.

3. Фирма «Надежный компьютер», которая реализует компьютеры, стремится оптимизировать затраты, связанные с управлением запасов. Пусть суточный спрос является равномерно распределенной величиной, которая принимает значения **q =** 1, …, 10, а вероятности **p(q)** = 0,1 при всех значениях спроса **q**. Рассматриваются затраты при оптимальной стратегии управления запасов в случае статической модели с такими же параметрами, как в задании 1. Построить имитационную модель и найти методом статистических испытаний оценку суточных суммарных затрат за **n** = 1000 суток. С помощью приложения «Excel» исследовать чувствительность этой оценки к числу суток **n** и параметрам (**S , s**) стратегии. Определить оптимальную стратегию пополнения запасов согласно этой модели.

Составитель (и): Решетникова Е.В., доцент