

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	11
Основные обозначения	14
Тема 1. Возможности моделирования и структура моделей.	19
§ 1. Возможности, трудности и цели моделирования	19
1.1. Математическая модель (19). 1.2. Возможности математики (19). 1.3. Трудности моделирования (19). 1.4. Предназначение математических моделей (19).	
§ 2. Структура математических моделей	20
2.1. Прогнозные модели (20). 2.2. Управляемые модели (21).	
Упражнения к теме 1.	23
Список литературы к теме 1	24
Тема 2. Прогнозные статические модели.	25
§ 1. Общий вид статической модели	25
§ 2. Модель коллективного поведения (<i>П. С. Краснощеков</i>)	25
2.1. Исходные гипотезы и переменные модели (26). 2.2. Окончательный вид модели (26). 2.3. Об идентификации и верификации модели (27).	
§ 3. Качественные особенности решений в модели коллективного поведения.	29
3.1. Модель «толпы» (29). 3.2. Модель «толпы с лидером» (30). 3.3. Модель «переговоров двух лидеров» (30).	
Упражнения к теме 2.	31
Численное отыскание корней нелинейных алгебраических уравнений	32
Методические рекомендации по самостоятельному выполнению упражнений.	35
Список литературы к теме 2	36
Тема 3. Прогнозные динамические модели	37
§ 1. Основные отличия динамических моделей от статических.	37
§ 2. Модели в дискретном времени	37

2.1. Общая запись (37). 2.2. Пример — многотуровые переговоры двух лидеров (38). 2.3. Пример — демографическая модель (39). 2.4. Пример — модель гонки вооружений (41).	
§ 3. Прогнозные модели в непрерывном времени	43
3.1. Непрерывная модель как предел дискретной (43). 3.2. Пример — переход от дискретной демографической модели к непрерывной (45).	
§ 4. О способах решения дифференциальных уравнений.	47
4.1. Графический способ (47). 4.2. Численные способы (48). 4.3. Аналитические способы (49).	
§ 5. Еще один пример — модель боевых потерь (<i>Ланкастер</i>)	52
5.1. Основные гипотезы (52). 5.2. Динамическая модель (52). 5.3. Проверка согласованности размерностей (52). 5.4. Переход к безразмерным переменным (52). 5.5. Аналитическое решение системы линейных дифференциальных уравнений (53). 5.6. Качественные особенности решения (55). 5.7. Возврат к размерным переменным (57).	
Упражнения к теме 3.	58
Список литературы к теме 3	61
Тема 4. Оптимизационные модели	62
§ 1. Гуманитарные соображения	62
§ 2. Математическая формулировка и свойства проблемы оптимизации	63
2.1. Формулировка (63). 2.2. Свойство единственности максимума (63). 2.3. О существовании и отсутствии максимума (64). 2.4. Комментарии (72).	
§ 3. Пример с наличием и отсутствием максимума — страна-новичок на мировом рынке (модификация примера <i>А. В. Лотова</i>)	73
3.1. Оптимизационная модель (73). 3.2. Последовательная оптимизация (75).	
§ 4. Метод графической оптимизации (на примере модели Киотских соглашений)	79
4.1. Модель Киотских соглашений (79). 4.2. Графическая оптимизация (80). 4.3. Аналитическое отыскание точек касания (83). 4.4. Экономические комментарии (84).	
Упражнения к теме 4.	86
Список литературы к теме 4	89
Тема 5. Математическое программирование	90
§ 1. Формы записи, унифицированная и стандартная	90
§ 2. Переход от глобальной оптимизации к локальной	92
2.1. Степенная аппроксимация целевых функций (92). 2.2. Локальный максимум вместо глобального (93).	
§ 3. Градиентный метод численного отыскания локальных максимумов	95
§ 4. Условия максимума во внутренней точке	98

4.1. Анализ линейного приближения (99). 4.2. Анализ квадратичного приближения (100). 4.3. Итоги квадратичного анализа (103). 4.4. Детерминантная форма достаточных условий для локальных экстремумов (104). 4.5. Пример и практические рекомендации (106).	
§ 5. Условия максимума в граничных точках	108
5.1. Максимум на гладком участке границы (109). 5.2. Попытка отыскания максимума на гладких участках границы в примере (5.9) (112). 5.3. Максимум в угловой точке границы (113). 5.4. Попытка отыскания максимума в угловых точках границы для примера (5.9) (116). 5.5. Аналитическое отыскание глобального максимума перебором активных ограничений (116). 5.6. Для абстрактного иллюстративного примера (5.9) (118). 5.7. Решение классической задачи о потребительском выборе (118).	
§ 6. Метод Лагранжа	121
6.1. Игровое изложение лагранжевой процедуры (121). 6.2. Седловая точка функции Лагранжа (125).	
§ 7. Условия Куна–Таккера	130
7.1. Необходимые условия экстремумов в седловой точке функции Лагранжа (130). 7.2. Пример использования условий Куна–Таккера (132). 7.3. Совпадение условий Куна–Таккера и градиентных условий максимума (134). 7.4. Классическая задача на условный экстремум (136). 7.5. Пример решения задачи на условный экстремум (141). 7.6. Анализ чувствительности (143).	
§ 8. Выпуклое программирование	144
8.1. Выпуклость/вогнутость на всем пространстве (145). 8.2. Выпуклость/вогнутость на множествах (154). 8.3. Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования (160).	
§ 9. Сводка результатов по оптимизации	167
9.1. Основные понятия и общие свойства (167). 9.2. Методы решения простых задач оптимизации (167). 9.3. Методы отыскания локальных экстремумов (168). 9.4. Метод Лагранжа и условия Куна–Таккера (168). 9.5. Экстремумы в выпуклых задачах (169). 9.6. Многоэтапная схема решения общей задачи нелинейного программирования (170).	
Упражнения к теме 5.	172
Список литературы к теме 5.	180
Тема 6. Линейное программирование	181
§ 1. Особенности линейных моделей	181
1.1. Типичный пример (181). 1.2. Общая запись (182). 1.3. Сходства и различия в записях задач линейной и нелинейной оптимизации (183). 1.4. Специфика линейной оптимизации по существу (184). 1.5. Пример — задача об экспертизе (189). 1.6. Градиентный анализ (193).	
§ 2. Симплекс-метод	197
2.1. Идея симплекс-метода (197). 2.2. Техника симплекс-метода (198).	

§ 3. Теория двойственности	203
3.1. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задач (203). 3.2. Теоремы двойственности (207). 3.3. Пример — двойственная задача об экспертизе (208).	
§ 4. Целочисленное программирование, линейное и нелинейное	209
4.1. Геометрическое отыскание целочисленного решения (210). 4.2. Метод Гомори (210). 4.3. Метод ветвей и границ (213).	
Упражнения к теме 6	224
Список литературы к теме 6	228
Тема 7. Сетевое планирование	229
§ 1. Построение сетевого графика	229
1.1. Пример исходных сведений о проекте (229). 1.2. Обработка исходных сведений (229). 1.3. Проверка построенного графа (232). 1.4. Формальное определение графа (233).	
§ 2. Расчет минимальной продолжительности разработки проекта	234
2.1. Первый способ (234). 2.2. Транспортная интерпретация (234). 2.3. Второй способ (235). 2.4. Неточное прогнозирование продолжительности работ (236). 2.5. Резервы фактической продолжительности работ (236). 2.6. Распределение ресурсов между работами (236).	
§ 3. Задача о максимальном потоке в сети	237
3.1. Формализация (237). 3.2. Метод «минимального разреза» (238). 3.3. Метод увеличивающей цепи (238). 3.4. Сведение к задаче линейного программирования (240).	
Упражнения к теме 7	241
Список литературы к теме 7	243
Тема 8. Динамическое программирование	244
§ 1. Уравнение Беллмана для конечно-разностных систем	244
1.1. Принцип оптимальности (244). 1.2. Рекурсивная процедура для канонической задачи в дискретном времени (245). 1.3. Распространение процедуры на критерий Больца и пример (250).	
§ 2. Обобщение беллмановской процедуры на задачи с фазовыми и смешанными ограничениями	254
2.1. О происхождении фазовых и смешанных ограничений (254). 2.2. Новые черты беллмановской процедуры на примере (256). 2.3. Общая схема (261).	
§ 3. Решение некоторых статических задач методом динамического программирования	263
3.1. Сведение статической задачи распределения ресурсов к динамической (264). 3.2. Сведение задачи линейного программирования к динамической (266).	
Упражнения к теме 8	267
Список литературы к теме 8	272

Тема 9. Многокритериальное принятие решений	273
§ 1. Неулучшаемые, или эффективные решения	273
1.1. Пример двухкритериальной задачи (273). 1.2. Формальное определение (274). 1.3. Геометрическое построение паретовской границы (275). 1.4. Определение эффективных решений в пространстве управлений и пример его использования (277).	
§ 2. Сведение к однокритериальной, классической оптимизации.	280
2.1. Метод критериальных ограничений (280). 2.2. Метод линейной свертки критериев (282).	
§ 3. Дополнительные сведения о теории многоаспектного выбора.	285
3.1. Целевое программирование (285). 3.2. Интерактивные методы многокритериального выбора (287). 3.3. Безкритериальная формализация предпочтений (290).	
Упражнения к теме 9	294
Список литературы к теме 9	300
Тема 10. Решения в условиях неопределенности	301
§ 1. Формализация проблемы гарантирующего управления	301
1.1. Основные понятия (301). 1.2. Принцип гарантированного результата (302). 1.3. Дискретный пример (304).	
§ 2. Методы построения оптимальных гарантирующих планов в континуальных задачах	305
2.1. Сведение к задаче математического программирования (306). 2.2. Пример решения задачи линейного программирования с неопределенностями (307). 2.3. Сведение к макс-мину без ограничений методом Лагранжа (311).	
§ 3. Сравнение с идеальным управлением	313
3.1. Максимизирующая стратегия (313). 3.2. Сопоставление по условиям разрешимости (314). 3.3. Сравнение по критерию качества (315). 3.4. Игровая интерпретация (317). 3.5. Пример наличия седловой точки (318).	
§ 4. Другие способы выбора управлений в условиях неопределенности	319
4.1. Минимизация отклонения от идеального решения (319). 4.2. Оптимистические и промежуточные оценки (321). 4.3. Ориентация на самое вероятное возмущение (322). 4.4. Принцип равной вероятности (322).	
§ 5. Вероятностно-гарантирующий подход	323
5.1. Предварительные соображения (323). 5.2. Формализация на примере задачи «Переговоры о разоружении и финансирование обороны» (323). 5.3. Решение задачи вероятностно-гарантирующего планирования (325). 5.4. Сопоставление гарантирующего и вероятностно-гарантирующего планов (327). 5.5. О предельной тождественности вероятностно-гарантирующих и гарантирующего решений (329).	
Упражнения к теме 10	330
Список литературы к теме 10	335

Тема 11. Игровые модели	336
§ 1. Формализация	336
1.1. Описание игры в нормальной форме (336). 1.2. Пример — игра «Война или мир» (337).	
§ 2. Рациональные способы принятия игровых решений	337
2.1. Доминирующая стратегия (337). 2.2. Гарантирующая стратегия (338). 2.3. Равновесные стратегии (<i>Нэш</i>) (340). 2.4. Эффективные игровые стратегии (343).	
§ 3. Четыре рациональных игровых стратегии в дуополии Курно	346
3.1. Модель дуополии в экономике (<i>А. Курно</i> , 1838) (346). 3.2. Доминирующая стратегия (347). 3.3. Гарантирующая стратегия (348). 3.4. Равновесные стратегии (349). 3.5. Эффективные стратегии (350).	
§ 4. Кооперативные, или коалиционные игры	354
4.1. Формализация понятия коалиции (354). 4.2. Игры без побочных платежей (355). 4.3. Игры с побочными платежами (356).	
§ 5. Повторяющиеся игры — смешанные стратегии	358
5.1. Чистые и смешанные стратегии (358). 5.2. Условия применимости смешанных стратегий (358). 5.3. Чистые и смешанные стратегии для биматричных игр (360). 5.4. Пример — биматричная игра об инспекции сокрытия доходов и ее смешанное расширение (364).	
§ 6. Динамические конечношаговые игры	368
6.1. Особенности конечношаговых игр (368). 6.2. Трехшаговая игра с полной априорной и неполной текущей информацией (369). 6.3. Дерево игры (369). 6.4. Рекурсивная процедура (371). 6.5. Обобщения (372).	
Упражнения к теме 11	373
Список литературы к теме 11	389
Тема 12. Экспертно-компьютерная имитация и прогнозирование . .	391
§ 1. Имитационные системы как инструмент проверки управляющих решений и как средство обучения персонала	391
1.1. Идея имитации (391). 1.2. Принципиальная схема компьютерной имитации (393). 1.3. Направления реализации компьютерной имитации (396).	
§ 2. Компьютерное прогнозирование динамики сложных систем по вербальной информации	397
2.1. Идея использования вербальной информации в моделировании (397). 2.2. Специфика анализа текстовой информации (400). 2.3. Образ текстового сообщения — тезаурус (401). 2.4. Формальная мера схожести (401). 2.5. Компьютерное прогнозирование (403). 2.6. Пример — рейтинг кандидатов на пост президента США (405). 2.7. Заключение (406).	
Упражнения к теме 12	407
Список литературы к теме 12	407