

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
ЧАСТЬ I. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НЕЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ЗАДАЧ	7
Глава 1. Введение в методы оптимизации	7
§ 1. Понятие о задачах оптимизации	7
§ 2. Примеры оптимизационных задач	10
РАЗДЕЛ 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	15
Глава 2. Задача линейного программирования	15
§ 1. Постановка задачи линейного программирования	15
§ 2. Геометрическая интерпретация решения задачи линейного программирования	17
§ 3. Понятия выпуклого множества и крайней точки Задачи и упражнения	18 20
Глава 3. Симплекс-метод	21
§ 1. Общая идея решения задачи линейного программирования	21
§ 2. Теорема о связи между допустимыми базисными решениями и крайними точками	23
§ 3. Процесс перехода к новому допустимому базисному решению	27
§ 4. Процедура решения задачи симплекс-методом	33
§ 5. Двухфазный метод решения задачи линейного программирования	38
§ 6. Правило Блэнда, устраняющее заикливание	41
§ 7. Модифицированный симплекс-метод	44
§ 8. Двойственный симплекс-метод Задачи и упражнения	52 56
Глава 4. Двойственная задача линейного программирования	57
§ 1. Теорема двойственности	57
§ 2. Условия дополняющей нежесткости	60
§ 3. Решение матричной игры сведением к паре двойственных задач линейного программирования	63
§ 4. Транспортная задача Задачи и упражнения	68 83
Глава 5. Устойчивость решения задачи линейного программирования	85
§ 1. Варьирование коэффициентов целевой функции	85
§ 2. Варьирование коэффициентов вектора ограничений	87
§ 3. Задача параметрического линейного программирования Задачи и упражнения	88 92
РАЗДЕЛ 2. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	94
Глава 6. Задача безусловной оптимизации	94
§ 1. Особенности задач нелинейного программирования	94

§ 2. Глобальная ψ -оптимизация многоэкстремальных задач	96
§ 3. Алгоритмическая схема $I(A)$ и замкнутые отображения	108
§ 4. Условия оптимальности задачи безусловной минимизации	113
Задачи и упражнения	117
Глава 7. Методы безусловной оптимизации	118
§ 1. Градиентные методы	118
§ 2. Методы прямого поиска	126
§ 3. Методы минимизации функций одной переменной, не использующие производной	131
Задачи и упражнения	136
Глава 8. Выпуклое программирование	136
§ 1. Выпуклые функции и их связь с выпуклыми множествами	136
§ 2. Конус. Теорема Фаркаша и Минковского	145
§ 3. Задача выпуклого программирования	152
§ 4. Решение задачи условной оптимизации методом множителей Лагранжа	157
Задачи и упражнения	162
Глава 9. Некорректные экстремальные задачи и их регуляризация	165
§ 1. Понятие корректно и некорректно поставленных задач	165
§ 2. Сглаживающий функционал	167
§ 3. Теорема Тихонова	168
Глава 10. Методы оптимизации функций при наличии ограничений	170
§ 1. Метод штрафной функции	170
§ 2. Метод отсекающей гиперплоскости	173
§ 3. Метод условного градиента	175
Задачи и упражнения	177
РАЗДЕЛ 3. СТОХАСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И НЕДООПРЕДЕЛЕННЫЕ МОДЕЛИ	179
Глава 11. Методы оптимизации в условиях неопределенности	179
§ 1. Методы стохастической аппроксимации	179
§ 2. Введение в теорию байесовских решений в статистических оптимизационных задачах наблюдения	186
Задачи и упражнения	191
Глава 12. Метод вычислений в ограничениях на недоопределенных моделях	192
§ 1. Основные понятия	192
§ 2. Недоопределенные расширения	194
§ 3. Недоопределенные модели	198
РАЗДЕЛ 4. ВВЕДЕНИЕ В ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	206
Глава 13. Задачи вариационного исчисления	206
§ 1. Постановка задачи вариационного исчисления	206
§ 2. Основные леммы вариационного исчисления	211
§ 3. Вариация функционала и его свойства	214
§ 4. Уравнение Эйлера в простейшем случае	221

§ 5. Достаточные условия экстремума функционала	224
§ 6. Задача Больца	228
§ 7. Вариационные задачи с подвижными границами	230
Задачи и упражнения	237
Глава 14. Задачи оптимального управления	238
§ 1. Постановка задач оптимального управления	239
§ 2. Принцип максимума Понтрягина	245
§ 3. Различия в подходе к решению задач в вариационном исчислении и в теории оптимального управления	255
§ 4. Применение принципа максимума для решения задач оптимального управления	259
Задачи и упражнения	267
ЧАСТЬ II. МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ НА ДИСКРЕТНЫХ МОДЕЛЯХ	269
РАЗДЕЛ 5. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ И КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ	271
Глава 15. Основы теории NP-полных задач	271
§ 1. Понятие сложности алгоритма	271
§ 2. Задачи распознавания, языки и кодирование	274
§ 3. Недетерминированная машина Тьюринга и класс NP	278
§ 4. Соотношение между классами P и NP	280
§ 5. Полиномиальная сводимость и iVP -полные задачи	281
§ 6. Теорема Кука	283
§ 7. Методы доказательства NP -полноты	285
Задачи и упражнения	289
Глава 16. Разработка эффективных алгоритмов решения задач дискретного программирования	289
§ 1. Разбиение задачи на подзадачи и использование принципа балансировки при разработке эффективных алгоритмов	290
§ 2. Метод ветвей и границ для задачи коммивояжера	293
Задачи и упражнения	301
Глава 17. Целочисленное линейное программирование	302
§ 1. Метод отсечений для линейной целочисленной задачи (метод Гомори)	303
§ 2. Метод ветвей и границ для задачи целочисленного линейного программирования	309
§ 3. Аддитивный алгоритм решения задачи целочисленного линейного программирования с булевыми переменными (метод Балаша)	312
Задачи и упражнения	322
Глава 18. Метод динамического программирования	323
§ 1. Оптимизация управляемых динамических систем	323
§ 2. Функция и уравнение Беллмана в прямом времени на примере решения задачи целочисленного программирования	331
§ 3. Функция и уравнение Беллмана в обратном времени на примере решения задачи о рюкзаке	341

§ 4. Задача долгосрочного планирования замены оборудования	346
Задачи и упражнения	368
РАЗДЕЛ 6. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ	369
Глава 19. Основы теории графов	369
§ 1. Основные понятия об ориентированных графах	369
§ 2. Основные понятия для неориентированных графов	372
§ 3. Прадерево. Дерево	375
Задачи и упражнения	377
Глава 20. Оптимизационные задачи на неориентированных графах	377
§ 1. Задача построения остовного дерева минимального веса	377
§ 2. Алгоритм Прима построения остовного дерева минимального веса	379
§ 3. Задача о назначениях	380
§ 4. Алгоритм Мака решения задачи о назначениях	382
Задачи и упражнения	386
Глава 21. Оптимизационные задачи на ориентированных графах	386
§ 1. Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути в орграфе с неотрицательными весами	387
§ 2. Алгоритм Флойда поиска кратчайших путей между всеми парами вершин орграфа в случае общей матрицы весов	392
§ 3. Построение максимального потока и минимального разреза	396
§ 4. Построение заданного потока минимальной стоимости	404
Задачи и упражнения	410
РАЗДЕЛ 7. ПРИБЛИЖЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	411
Глава 22. Построение приближенных алгоритмов решения задач	411
§ 1. Оценки погрешности приближенных алгоритмов	411
§ 2. Приближенный алгоритм дерева для решения задачи коммивояжера	413
§ 3. Приближенные алгоритмы для задачи о рюкзаке	417
§ 4. Метод локального поиска	424
Задачи и упражнения	426
Глава 23. Генетический алгоритм как эффективный метод стохастического поиска оптимального решения	427
§ 1. Место генетических алгоритмов среди оптимизационных методов	427
§ 2. Структура генетического алгоритма	430
§ 3. Пример простого генетического алгоритма	432
§ 4. Гипотеза «строительных блоков»	433
§ 5. Генетический алгоритм для задачи коммивояжера	436
§ 6. Параллельный генетический алгоритм	440
ЧАСТЬ III. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	443
РАЗДЕЛ 8. ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	443
Глава 24. Основы многомодельного исследования	443
§ 1. Основные понятия и этапы исследования сложной системы	443

§ 2. Постановка основных задач многокритериальной оптимизации	449
Глава 25. Методы сведения многокритериальных задач к решению однокритериальных	456
§ 1. Метод главного критерия	457
§ 2. Лексикографический метод упорядочивания	458
§ 3. Метод свертывания критериев	459
§ 4. Метод идеальной точки	459
§ 5. Метод «разности оценок альтернатив»	460
§ 6. Метод последовательных уступок	461
РАЗДЕЛ 9. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОТНОШЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ОБЪЕКТОВ	467
Глава 26. Отношения на множестве объектов	467
§ 1. Отношения, способы их задания и форма представления	468
§ 2. Формирование новых отношений из исходных	477
§ 3. Свойства отношений	483
§ 4. Основные типы отношений и их строение	488
§ 5. Примеры построения и определения типа отношения	502
Задачи и упражнения	505
Глава 27. Основы теории измерения и шкалирования объектов	506
§ 1. Общие сведения об измерении и шкалировании объектов	507
§ 2. Основные типы шкал при оценивании объектов	511
§ 3. Методы измерения объектов, оцениваемых по многим критериям	517
§ 4. Построение результирующих шкал для объектов, оценённых в разных шкалах	522
§ 5. Способы перехода к результирующим шкалам в методах агрегирования оценок	526
Задачи и упражнения	532
РАЗДЕЛ 10. ПАРЕТОВСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	534
Глава 28. Методологические основы решения многокритериальных задач	534
§ 1. Математическая структура выбора с мультипредпочтением	534
§ 2. Эффективные и слабо эффективные оценки и решения	547
§ 3. Методология решения многокритериальных задач	552
Глава 29. Методы нахождения точек множества эффективных решений	557
§ 1. Получение точек множества Парето на основе свертки целевых функций	557
§ 2. Получение точек множества Парето методом варьирования ограничений	569
§ 3. Метод последовательной генерации паретовских точек	571
§ 4. Оценка множества Парето и анализ непротиворечивости критериев	575
§ 5. Сравнительная характеристика методов получения паретовских точек	580
Задачи и упражнения	583
Глава 30. Методы решения многокритериальных задач на основе сужения и агрегирования паретовских оценок	584
§ 1. Построение иерархического дерева важности критериев	584
§ 2. Методы решения многокритериальной задачи на основе сужения множества Парето	589

§ 3. Формальная модель агрегирования паретовских оценок альтернатив	600
§ 4. Лексикографические методы упорядочения паретовских оценок	604
§ 5. Интегральные методы агрегирования паретовских оценок	608
§ 6. Метод «косвенных предпочтений»	613
§ 7. Локальные методы агрегирования паретовских оценок	621
§ 8. Эталонный метод агрегирования паретовских оценок	630
§ 9. Продукционные методы агрегирования паретовских оценок	635
§ 10. Метод иерархических профилей	637
§ 11. Анализ устойчивости решений многокритериальной задачи	642
Задачи и упражнения	646
Литература	648
Предметный указатель	654
Список обозначений	658