

СОДЕРЖАНИЕ

Основные обозначения	14
Тема 7. Многокритериальная оптимизация	18
§ 1. Многокритериальность и недоминируемые, или эффективные, решения	18
1.1. Допустимые решения и критерии (19). 1.2. Недоминируемые, или эффективные, решения (21). 1.3. Пример — распределение бюджета между двумя статьями расходов (25). 1.4. Пример — покупка автомобиля (25). 1.5. Игровая трактовка, сравнение с равновесием по Нэшу (27). 1.6. Трансформация эффективностей при расширении набора критериев (30). 1.7. Экспертно оцениваемые критерии и их шкалы (33).	
§ 2. Выделение эффективных решений посредством однокритериальной оптимизации	36
2.1. Метод критериальных ограничений (36). 2.2. Метод линейной свертки критериев (39). 2.3. Эффективные решения в линейных задачах (41).	
§ 3. Целевое программирование	44
3.1. Идея целевого программирования (44). 3.2. Метод идеальной точки (46). 3.3. Общая задача линейного целевого программирования (50). 3.4. Пример линейного целевого программирования (52).	
§ 4. Интерактивные методы многокритериального выбора	58
4.1. Визуализация паретовских множеств (58). 4.2. Сравнительная важность критериев (62). 4.3. Уступки по критериям (67).	
§ 5. Бескритериальная формализация предпочтений	69
5.1. Бинарные отношения (69). 5.2. Использование бинарных отношений в задачах выбора (73). 5.3. Функция полезности (76). 5.4. О предоставимости бинарных отношений векторным критерием (79). 5.5. О функциях выбора (79).	
Упражнения к теме 7	80
Приложение к теме 7	92
Список литературы к теме 7	96

Тема 8. Оптимизация в динамических системах — принцип максимума	98
§ 1. Формулировка динамических задач оптимизации	99
1.1. Специфика динамических управляемых систем (99).	
1.2. Дифференциальные системы, или системы в непрерывном времени (100).	
1.3. Конечно-разностные системы, или системы в дискретном времени (106).	
1.4. О существовании оптимальных решений в динамических задачах (108).	
§ 2. Принцип максимума Понтрягина	112
2.1. Каноническая задача оптимального управления (112).	
2.2. Идея принципа максимума (113).	
2.3. Исключение дифференциальных связей из канонической задачи (115).	
2.4. Седловая точка лагранжиана — достаточное условие оптимальности (117).	
2.5. Гамильтониан, его максимум и уравнения для множителей Лагранжа (118).	
2.6. Вариационный смысл множителей Лагранжа (123).	
2.7. Принцип максимума и классическое вариационное исчисление (123).	
§ 3. Теорема Понтрягина и ее использование	125
3.1. Формулировка теоремы (125).	
3.2. Использование теоремы (127).	
3.3. Еще один пример использования принципа максимума — решение задачи с закрепленными концами траектории (139).	
§ 4. Условия трансверсальности для задач с незакрепленными концами траектории	161
4.1. Общая схема получения условий трансверсальности (161).	
4.2. Примеры (166).	
4.3. Условия трансверсальности и принцип максимума для функционала Больца (167).	
4.4. Задачи с нефиксированным отрезком времени (169).	
§ 5. Распространение принципа максимума на нестандартные задачи управления	175
5.1. Смешанные ограничения на управление и фазовые координаты (175).	
5.2. Постоянные управляющие параметры (177).	
5.3. Требования к функциональному виду управления (179).	
5.4. Ограниченное время действия управления (181).	
5.5. Запаздывания в фазовых координатах (183).	
5.6. Запаздывания в управлении (187).	
5.7. Задачи в дискретном времени (189).	
§ 6. Достаточные условия Кротова	192
6.1. Вводные замечания (192).	
6.2. Обобщенная формулировка задачи оптимального управления (193).	
6.3. Идея достаточных условий и лемма о наилучшающем расширении (194).	
6.4. Конструкция расширенного функционала и теорема о достаточности (195).	
6.5. Построение производящей функции с использованием процедуры Понтрягина (198).	
6.6. Построение производящей функции с использованием уравнения Беллмана (202).	
6.7. Метод кратных максимумов (203).	
6.8. Игровая идея численных методов построения производящей функции (207).	
Упражнения к теме 8	208
Список литературы к теме 8	215

Тема 9. Динамическое программирование	217
§ 1. Уравнение Беллмана для конечно-разностных систем	217
1.1. Принцип оптимальности (217). 1.2. Рекурсивная процедура для канонической задачи в дискретном времени (218). 1.3. Распространение процедуры на критерий Больца и пример (224).	
§ 2. Обобщение беллмановской процедуры на задачи с фазовыми и смешанными ограничениями	229
2.1. О происхождении фазовых и смешанных ограничений (229). 2.2. Новые черты беллмановской процедуры на примере (230). 2.3. Общая схема (236). 2.4. Решение статических задач распределения ресурсов методом динамического программирования (239).	
§ 3. Уравнение Беллмана в непрерывном времени	243
3.1. Вывод уравнения Беллмана для канонической задачи (243). 3.2. Решение примера в непрерывном времени (248). 3.3. Уравнение Беллмана и принцип максимума Понтрягина (250).	
Упражнения к теме 9	253
Список литературы к теме 9	257
Тема 10. Гарантирующее, или игровое, управление	258
§ 1. Формализация проблемы управления в условиях неопределенности	258
1.1. Основные понятия (259). 1.2. Принцип гарантированного результата (260). 1.3. Пример формализации и решения задачи о штатах фирмы по принципу гарантированного результата (262).	
§ 2. Методы построения оптимальных гарантирующих планов	268
2.1. Сведение к задаче математического программирования (268). 2.2. Пример решения задачи линейного программирования с неопределенностями (270). 2.3. Сведение к макс-мину без ограничений методом Лагранжа (274).	
§ 3. Сравнение с идеальным управлением	275
3.1. Максимизирующая стратегия (275). 3.2. Сопоставление по условиям разрешимости (276). 3.3. Сравнение по критерию качества (277). 3.4. Игровая интерпретация (279). 3.5. Пример и достаточное условие наличия седловой точки — задача уклонения от налогов (282). 3.6. Пример и новые причины отсутствия седловой точки (285).	
§ 4. Другие способы выбора управлений в условиях неопределенности	288
4.1. Принцип близости к идеальному решению (288). 4.2. Принцип оптимизма–пессимизма (291). 4.3. Принцип наиболее вероятного возмущения (291). 4.4. Принцип равновероятных возмущений (292).	
§ 5. Гарантирующее планирование для динамических систем в непрерывном времени	293
5.1. Конкретизация общей схемы на примере задачи управления запасами (293). 5.2. Сведение к задаче оптимального управления без возмущений (295). 5.3. Решение результирующей задачи (299).	

5.4. Обобщающие замечания (303). 5.5. Численное построение допустимых гарантирующих планов (305).	
§ 6. Гарантирующее пошаговое управление для динамических систем в дискретном времени _____	308
6.1. Общая схема (308). 6.2. Пример — управление мелкооптовой базой (311).	
Упражнения к теме 10 _____	315
Список литературы к теме 10 _____	332
Тема 11. Вероятностное планирование _____	333
§ 1. Общие положения вероятностного планирования _____	333
1.1. Априорная информация о возмущениях (334). 1.2. Схема управления (334). 1.3. Оптимизация в среднем (стохастическая) (334). 1.4. Вероятностно-гарантирующий подход к планированию (336). 1.5. Вероятностно-гарантирующие решения дискретных задач с конечным множеством возмущений и планов (338).	
§ 2. Универсальная формулировка задачи о вероятностно-гарантирующем планировании _____	340
2.1. Подмножества благоприятных возмущений (340). 2.2. Доказательство эквивалентности (341). 2.3. Жесткие и нежесткие ограничения на управление (342).	
§ 3. Предельная тождественность вероятностно-гарантирующего и гарантирующего планирования _____	347
3.1. Возможный диапазон наилучших вероятностно-гарантирующих оценок (348). 3.2. Достаточные условия предельной тождественности (349). 3.3. Примеры отсутствия предельной тождественности (354). 3.4. Характер сходимости вероятностного решения к гарантирующему (359).	
§ 4. Рандомизация выбора управления — смешанные стратегии _____	364
4.1. Условия применимости смешанных стратегий (365). 4.2. Чистые и смешанные стратегии для матричных антагонистических игр (367). 4.3. Пример — матричная игра об инспекции сокрытия доходов и ее смешанное расширение (370). 4.4. Существование седловой точки в смешанных стратегиях для матричных игр (377).	
§ 5. Вероятностно-гарантирующее планирование в конечношаговой задаче управления запасами _____	380
5.1. Модификация (380). 5.2. Формулировка задачи вероятностно-гарантирующего планирования (381). 5.3. Общие свойства (384). 5.4. Динамический пример (385). 5.5. Сравнение с идеальным и гарантирующим решениями (390).	
Упражнения к теме 11 _____	393
Список литературы к теме 11 _____	401
Заключение _____	402
Предметный указатель к тому 1 _____	409
Предметный указатель к тому 2 _____	414