

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

В. В. САЛМИН, О. Л. СТАРИНОВА, К. В. ПЕТРУХИНА

**МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

САМАРА
2010

УДК 629.7.017.1 (075)

Авторы: Салмин Вадим Викторович, Старинова Ольга Леонардовна, Петрухина Ксения Вячеславовна.

В учебном пособии изложены методы оптимизации, применяемые в различных задачах управления динамическими системами. Даются классификация и основные постановки задач оптимизации. Изложены современные методы решения задач оптимального управления: принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование, достаточные условия оптимальности.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 160400.68 «Ракетные комплексы и космонавтика» направления подготовки по магистерской программе «Проектирование и конструирование космических мониторинговых и транспортных систем».

Разработано на кафедре летательных аппаратов СГАУ.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ, ОСНОВАННЫХ НА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ	7
1.1. Техническая задача оптимального управления и ее математическая модель	7
1.2. Классификация методов теории оптимальных процессов	8
1.3. Необходимые условия оптимальности управления, достаточные условия оптимальности управления и проблема существования оптимального управления	9
1.4. Общая характеристика результатов, которые могут быть получены методами теории оптимального управления	11
1.5. Условия рационального применения методов оптимизации	11
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ	12
2.1. Математические модели	12
2.2. Переменные состояния (фазовые координаты) управляемого процесса	13
2.3. Управление	14
2.4. Эволюция состояния системы. Дифференциальные уравнения движения	15
2.5. Функционал. Критерий качества управления	16
2.6. Автономные системы	16
2.7. Допустимое программное управление	16
2.8. Допустимый закон управления	18
2.9. Допустимые траектории и процессы	18
2.10. Граничные условия. Краевая задача	18
3. ПОСТАНОВКА ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ	20
3.1. Основная задача оптимального программного управления	20
3.2. Основная задача оптимального координатного управления	21
3.3. Оптимальные траектории	21
3.4. Геометрическая интерпретация основной задачи оптимального управления	22
4. НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ, ПРИНЦИП МАКСИМУМА	24
4.1. Краткая формулировка задачи	24
4.2. Некоторые вспомогательные построения и терминология	24
4.3. Принцип максимума Л. С. Понтрягина	25
4.4. Некоторые следствия принципа максимума	28
5. НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ. МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	32
5.1. Задача синтеза оптимального закона управления	32
5.2. Принцип оптимальности динамического программирования	32
5.3. Ослабленное необходимое условие	36
6. НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ОСОБОГО УПРАВЛЕНИЯ	45
6.1. Краткая формулировка задачи	45
6.2. Процедура нахождения особого управления	47
6.3. Необходимое условие оптимальности особого управления	48
6.4. Необходимые условия в точках сопряжения особого и регулярного управлений	48