

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
------------------	---

Часть I
ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР.
ЛИНЕЙНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Лекция 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ. ФИЗИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ. ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ	5
--	----------

Лекция 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ: УСТОЙЧИВОСТЬ, УПРАВЛЯЕМОСТЬ, НАБЛЮДАЕМОСТЬ	13
---	-----------

Устойчивость по первому приближению.....	14
--	----

Критерий Гурвица.....	15
-----------------------	----

Наблюдаемость и управляемость. Предварительные замечания.....	17
---	----

Лекция 3. ПОНЯТИЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ И НАБЛЮДАЕМОСТИ. КРИТЕРИИ УПРАВЛЯЕМОСТИ И НАБЛЮДАЕМОСТИ	20
--	-----------

3.1. Понятие управляемости и критерий управляемости	20
---	----

3.2. Понятие наблюдаемости и критерий наблюдаемости	24
---	----

Лекция 4. КОНТРАВАРИАНТНЫЕ И КОВАРИАНТНЫЕ КООРДИНАТЫ, АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	29
---	-----------

Лекция 5. АСИМПТОТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ. УПРАВЛЕНИЕ ПО ОЦЕНКЕ	36
---	-----------

5.1. Асимптотически устойчивый алгоритм оценивания.....	36
---	----

5.2. Стабилизация вполне управляемой и вполне наблюдаемой стационарной линейной системы	39
---	----

Лекция 6. СТРУКТУРА СТАЦИОНАРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОЗИЦИЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ	43
---	-----------

6.1. Декомпозиция линейных стационарных систем с точки зрения управляемости.....	43
--	----

Лекция 7. СТРУКТУРА СТАЦИОНАРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОЗИЦИЙ НАБЛЮДАЕМОСТИ И СТАБИЛИЗИРУЕМОСТИ.....	55
--	-----------

7.1. Декомпозиция линейных стационарных систем с точки зрения наблюдаемости.....	55
--	----

7.2. Стабилизируемость линейных стационарных систем	59
---	----

Лекция 8. ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОМЕРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕКТОРОВ. СВОЙСТВА МНОГОМЕРНОГО НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	62
---	-----------

8.1. Характеристики многомерных случайных векторов.....	62
---	----

8.2. Основные законы распределения.....	67
---	----

Лекция 9. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ	70
---	-----------

9.1. Анализ случайных процессов.....	72
--------------------------------------	----

9.2. Процессы с ортогональными приращениями. Белый шум.....	74
---	----

Лекция 10. СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	79
--	-----------

10.1. Дискретный случай.....	79
------------------------------	----

10.2. Непрерывный случай.....	80
-------------------------------	----

10.3. Дискретизация непрерывных случайных процессов.....	82
--	----

Лекция 11. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОЦЕНИВАНИЯ.....	85
---	-----------

11.1. Решение переопределенных систем линейных алгебраических уравнений.....	86
--	----

11.2. Критерий максимального правдоподобия.....	87
---	----

11.3. Задача сглаживания экспериментальных данных методом наименьших квадратов при помощи кубических сплайнов	89
Лекция 12. КРИТЕРИЙ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ И КРИТЕРИЙ УСЛОВНОГО СРЕДНЕГО	92
Лекция 13. ДИСКРЕТНЫЙ ФИЛЬТР КАЛМАНА	97
13.1. Алгоритмы дискретного фильтра Калмана	97
13.2. Некоторые свойства дискретного фильтра Калмана	100
13.3. Реализация дискретного фильтра Калмана методом квадратного корня	102
Лекция 14. НЕПРЕРЫВНЫЙ ФИЛЬТР КАЛМАНА	104
14.1. Представление уравнения Риккати в виде линейных уравнений большей размерности	107
14.2. Устойчивость фильтра Калмана	108
Лекция 15. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НАБЛЮДАЕМОСТИ И ОЦЕНИВАНИЯ В ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ	110
15.1. Приборы. Метод инерциальной навигации	110
15.2. Упрощенный вариант инерциальной навигационной системы	116
Лекция 16. ЭЛЕМЕНТЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С НЕКОТОРЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ К ЗАДАЧАМ ОЦЕНИВАНИЯ	124

Часть II

ВТОРОЙ СЕМЕСТР.

УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫМИ ВОЗМУЩАЕМЫМИ СИСТЕМАМИ

Лекция 17. СТРАТЕГИИ МНОГОУРОВНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ	135
1.1. Линейная комбинация программного и дополнительного управления при помощи обратной связи	136
1.2. Оптимизация программного движения. Принцип максимума Понтрягина	139
1.3. Два уровня управления для сингулярно возмущенных систем	141
Лекция 18. ДВУХУРОВНЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	145
18.1. Нормализация и обезразмеривание уравнений движения ТЛА	147
18.2. Анализ присоединенной системы и синтез алгоритма управления рулем высоты	149
18.3. Редукция к вырожденной (упрощенной) системе с помощью теоремы Тихонова	150
Лекция 19. КЛАССИЧЕСКАЯ ВАРИАЦИЯ И НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ СЛАБОГО ЛОКАЛЬНОГО МИНИМУМА	153
19.1. Формула приращения функционала для задачи с фиксированным временем и свободным правым концом траектории	153
19.2. Необходимое условие слабого локального минимума	155
Лекция 20. ЛАГРАНЖЕВА ФОРМА НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ	159
20.1. Задача Больца в вариационном исчислении	159
20.2. О связи вариационных принципов механики с принципом максимума	161
20.3. Лагранжева форма условий оптимальности	162
Лекция 21. ОПТИМАЛЬНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРИ НЕОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСАХ	166
21.1. Управление линейной системой с квадратичным функционалом качества на конечном интервале времени	166
21.2. Стационарные системы при бесконечном времени управления	168
Лекция 22. КВАДРАТИЧНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ И ЛИНЕЙНЫЕ МАТРИЧНЫЕ НЕРАВЕНСТВА	172
Лекция 23. СТАБИЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ ВОЗМУЩЕНИЙ	179
23.1. Робастная квадратичная стабилизация линейной системы	179
23.2. Стабилизация при наличии аддитивных возмущений	181

23.3. Стабилизация линейной стохастической системы	184
23.4. Совместная задача оценивания и управления стохастической системой	187
Лекция 24. ИГОЛЬЧАТАЯ ВАРИАЦИЯ И НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ СИЛЬНОГО ЛОКАЛЬНОГО МИНИМУМА.....	189
24.1. Доказательство принципа максимума Понтрягина.....	189
24.2. Задача быстродействия	195
Лекция 25. ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ.....	197
25.1. Достаточность принципа максимума для линейных систем	197
25.2. Метод динамического программирования Беллмана как достаточное условие оптимальности	202
25.3. Связь метода динамического программирования с принципом максимума	206
Лекция 26. ОСОБЫЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ УПРАВЛЕНИЯ.....	208
26.1. Вариация Келли и необходимые условия оптимальности второго порядка	208
26.2. Скобки Пуассона.....	210
26.3. Структура оптимального управления.....	212
Лекция 27. ЗАДАЧА ГОДДАРДА	215
Лекция 28. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	221
28.1. Методы решения двухточечной краевой задачи ПМП.....	222
Лекция 29. ЗАДАЧА БУЛГАКОВА О НАКОПЛЕНИИ ВОЗМУЩЕНИЙ И МАКСИМИННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ.....	230
29.1. Задача Булгакова о накоплении возмущений.....	230
29.2. Максиминное тестирование качества стабилизации.....	235
ДОПОЛНЕНИЯ К ЛЕКЦИЯМ	240
Дополнение к лекциям 5–7. Декомпозиция алгоритмов управления и оценивания по компонентам соответственно вектора управления и вектора наблюдения	240
Дополнение к лекции 13. Субоптимальное сглаживание	248
Дополнение 1 к лекции 14. Меры оцениваемости	253
Дополнение к лекциям 13–14. Оценивание вектора состояния как решение задачи коррекции	258
Дополнение 1 к лекции 25. Регулярный синтез по Болтянскому	265
Дополнение 2 к лекции 25. О достаточности принципа максимума в общем случае.....	270
Дополнение 1 к лекции 29. О смешанных стратегиях реализации игры.....	272
Дополнение 2 к лекции 29. Максиминное тестирование качества стабилизации управляемой системы.....	278
ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ ПО КУРСУ «МЕХАНИКА УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ»	282
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	284
Основная литература.....	284
Дополнительная литература	284