

**Вопросы к курсу ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА**  
**411, 412, 413 группы**  
**8 семестр, 2009 г.**

1. Общие примеры задач оптимального управления.
2. Пример постановки задачи оптимального управления: задача оптимального успокоения гармонического осциллятора.
3. Пример решения задачи оптимального управления (без обоснования): задача оптимального успокоения гармонического осциллятора.
4. Общая постановка задачи оптимального управления системой, описываемой обыкновенным дифференциальным уравнением.
5. Метод вариаций и проблемы, связанные с его применением к задачам оптимального управления.
6. Задача А.А. Ляпунова и необходимые условия экстремума в этой задаче (теорема А.А. Ляпунова)
7. Эффект А.А. Ляпунова и его обоснование.
8. Постановка абстрактной задачи оптимального управления и связанные с ней понятия.
9. Задачи оптимального управления с дополнительными ограничениями и задачи без дополнительных ограничений.
10. Пучок кривых (вариаций), липшицев пучок кривых, производная по пучку кривых
11. Пучок классических вариаций и дифференцирование по нему.
12. Пучок анизотропных вариаций и дифференцирование по нему.
13. Стандартные метрические пространства управлений, метрика Экланда.
14. Пучок простых игольчатых вариаций.
15. Дифференцирование по пучку простых игольчатых вариаций.
16. Общий план вывода необходимых условий оптимальности в абстрактной задаче оптимального управления без дополнительных ограничений.
17. Теорема о неявной функции
18. Определение сложной функции и понятия, необходимые для ее исследования: множитель Лагранжа, Лагранжиан, абстрактное сопряженное уравнение. Лемма о разрешимости абстрактного сопряженного уравнения.
19. Лемма о разложении сложной функции
20. Теорема о дифференцировании сложной функции по пучку кривых.
21. Первая теорема о необходимых условиях оптимальности в абстрактной задаче оптимального управления.
22. Вторая теорема о необходимых условиях оптимальности в абстрактной задаче оптимального управления.
23. Принцип максимума Понтрягина для системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями. Постановка задачи и ее формализация.
24. Принцип максимума Понтрягина для системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями. Проверка условий абстрактной теоремы.

25. Принцип максимума Понтрягина для системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями. Расшифровка абстрактных необходимых условий оптимальности.
26. Принцип максимума Понтрягина для системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями, в случае фиксированного начального и конечного состояний.
27. Оптимальное управление и вариационное исчисление: условия Вейерштрасса-Эрдманна.
28. Оптимальное управление и вариационное исчисление: уравнение Эйлера и условие Лежандра.
29. Оптимальное управление и вариационное исчисление: условие Вейерштрасса.
30. Задачи оптимального управления с дискретной моделью времени: мотивация.
31. Общая постановка задачи оптимального управления с дискретной моделью времени. Понятие тотально разрешимой задачи.
32. Метод динамического программирования: функция Беллмана и принципы динамического программирования.
33. Метод динамического программирования: уравнение динамического программирования.
34. Метод динамического программирования: понятия регулятора, оптимального регулятора, нахождение оптимального регулятора с помощью уравнения динамического программирования.
35. Метод динамического программирования: критерий тотальной разрешимости задачи. Конечный интервал времени.
36. Метод динамического программирования: критерий тотальной разрешимости задачи. Бесконечный интервал времени.
37. Метод динамического программирования: недостатки метода.
38. Псевдо-обратный оператор и его простейшие свойства.
39. Задача частичной минимизации квадратичной формы: формулировка основного результата.
40. Задача частичной минимизации квадратичной формы: доказательство основного результата
41. Задача частичной минимизации квадратичной формы: следствие из основного результата — лемма о минимуме квадратичной формы на множестве решений линейного уравнения  $Q(x) \rightarrow \min, x \in X : Tx = y$ .
42. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на конечном интервале времени. Постановка задачи и формулировка результата. Матричное уравнение Рикатти, правильное решение матричного уравнения Рикатти.
43. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на конечном интервале времени. Доказательство основного результата: обоснование импликации (I)  $\Rightarrow$  (II).
44. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на конечном интервале времени. Доказательство основного результата: обоснование импликации (II)  $\Rightarrow$  (I).
45. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на конечном интервале времени. Доказательство основного результата: обоснование формул для оптимального процесса.
46. Стационарная линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Постановка задачи, проблема корректности и связанные с ней понятия.
47. Первый критерий корректности линейно-квадратичной задачи оптимального управления на бесконечном интервале времени и его обоснование.
48. Второй критерий корректности линейно-квадратичной задачи оптимального управления на бесконечном интервале времени и его обоснование.

49. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Матричное уравнение Лурье-Рикатти, правильное и стабилизирующее решения.
50. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Формулировка основного результата.
51. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Доказательство основного результата: сведение к задаче на минимум квадратичной формы на множестве решений линейного уравнения  $Q(x) \rightarrow \min, x \in X : Tx = y$ .
52. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Доказательство основного результата в части, касающейся выводов из тотальной разрешимости задачи.
53. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Доказательство основного результата в части, касающейся выводов из существования стабилизирующего решения уравнения Лурье-Рикатти.
54. Линейно-квадратичная задача оптимального управления на бесконечном интервале времени. Доказательство основного результата в части, касающейся формул для оптимального процесса.
55. Байесовское оценивание: постановка вопроса, связанные понятия.
56. Байесовское оценивание: необходимое и достаточное условие оптимальности оценки, следствия и переформулировки.
57. Байесовское оценивание: оптимум в классе всех линейных оценок.
58. Инновационное линейное байесовское оценивание.
59. Фильтр Калмана: постановка задачи и предположения, существующие решения и его свойства.
60. Рекуррентные формулы фильтра Калмана, инициализация фильтра Калмана.

**Пояснение:** Экзаменационный билет содержит два вопроса: один на знание формулировок, другой — на доказательство.