

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
“ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ”
(для бакалаврів)

Київ 2006

Підготовлено професором кафедри прикладної математики
та програмування *І. В. Бейком*

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики
та програмування (протокол № 5 від 18.01.06)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом

Бейко І. В. Навчальна програма дисципліни “Теорія керування” (для бакалаврів). — К.: МАУП, 2006. — 12 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, тематичний план, зміст дисципліни “Теорія керування”, питання для самоконтролю, а також список літератури.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Мета вивчення курсу “Теорія керування” — опанувати знання, уміння та навички, необхідні для розв’язування задач з теорії керування.

Для вивчення курсу необхідні знання з алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, теорії ймовірностей і математичної статистики, методів оптимізації.

Завдання курсу: ознайомлення студентів з принципами, можливостями та особливостями сучасних методів розв’язування математичних задач оптимального керування з використанням комп’ютерних засобів математичного моделювання та числових експериментів; поглиблення знань у важливих напрямках прикладної математики, зокрема задач підвищеної складності з математичного аналізу, теорії ймовірностей і математичної статистики з використанням комп’ютерного моделювання, методів оптимізації та інших дисциплін, необхідних для опанування таких дисциплін з навчального плану підготовки бакалавра: моделювання економічних систем, системи штучного інтелекту, комп’ютерні мережі, теорія фінансів, розміщення продуктивних сил, організація інформаційної діяльності у сфері управління.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН *дисципліни* **“ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ”**

№ пор.	Назва змістового модуля і теми
1	2
	Змістовий модуль I. Оптимальне керування лінійними системами
1	Математичні методи оптимального керування динамічними системами та процесами
2	Методи комп’ютерного прогнозування динамічних процесів. Стійкість, керованість, оптимальність

1	2
3	Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра. Задача оптимальної швидкодії. Двоїста задача. Методи і числові алгоритми побудови оптимальних керувань
4	Побудова оптимальних керувань за квадратичним критерієм оптимальності
Змістовий модуль II. Оптимальне керування нелінійними системами	
5	Принцип максимуму для нелінійних систем та методи побудови оптимального керування для нелінійної системи
6	Метод динамічного програмування і побудова замкнених підсистем оптимального керування
Змістовий модуль III. Оптимальне керування ієрархічно керованими системами	
7	Диференційні ігри і оптимальні стратегії в диференційних іграх
8	Узагальнені задачі оптимізації у функціональних просторах
Разом годин: 108	

ЗМІСТ
дисципліни
“ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ”

Змістовий модуль І. Оптимальне керування лінійними системами

Тема 1. Математичні методи оптимального керування динамічними системами та процесами

Приклади керованих динамічних процесів і систем. Математична модель керованої системи. Фазовий простір. Допустимі керування. Критерії оптимальності. Задачі оптимального керування Майєра і Лагранжа та їх еквівалентність.

Література [1–3; 7; 9]

Тема 2. Методи комп’ютерного прогнозування динамічних процесів. Стійкість, керованість, оптимальність

Методи комп’ютерного прогнозування динамічних процесів. Методи Ейлера, Рунге — Кітті та їх модифікації на випадок розривної функції керування. Стійкість динамічної системи. Критерії стійкості. Керованість і критерії керованості автономних і неавтономних систем.

Література [1–3; 7; 9]

Тема 3. Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра. Задача оптимальної швидкодії. Двоїста задача. Методи і числові алгоритми побудови оптимальних керувань

Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра. Методи і алгоритми розв’язання лінійної задачі Майєра. Задача оптимальної швидкодії та числові методи її розв’язання. Методи і алгоритми розв’язання двоїстої задачі оптимального керування за критерієм мінімаксу норми керування. Задачі оптимального керування з фазовими обмеженнями.

Література [2; 5–7; 9]

Тема 4. Побудова оптимальних керувань за квадратичним критерієм оптимальності

Задача оптимального керування з квадратичним критерієм оптимальності. Метод побудови оптимального керування за допомогою розв'язуючого оператора. Принцип оптимальності: рівняння Белмана і Ріккати для квадратичного критерію оптимальності лінійної системи. Метод оптимального керування дискретними системами. Оптимальне керування дискретними системами під дією випадкових збурень.

Література [1; 2; 7–9]

Змістовий модуль II. Оптимальне керування нелінійними системами

Тема 5. Принцип максимуму для нелінійних систем та методи побудови оптимального керування для нелінійної системи

Метод локальних варіацій для наближеної побудови оптимального керування. Методи лінеаризації. Метод проєкції градієнта. Метод штрафних функцій. Узагальнені оптимальні керування.

Література [1; 2; 7; 8]

Тема 6. Метод динамічного програмування і побудова замкнених підсистем оптимального керування

Принцип оптимальності і рівняння Белмана для нелінійних керуваних систем. Методи побудови синтезу оптимального керування.

Література [2; 4; 7]

Змістовий модуль III. Оптимальне керування ієрархічно керованими системами

Тема 7. Диференційні ігри і оптимальні стратегії в диференційних іграх

Лінійні диференційні ігри оптимального переслідування. Задачі оптимального переслідування за критерієм швидкодії. Задачі оптимального переслідування за квадратичним функціоналом. Наближені методи побудови квазіоптимальних стратегій.

Література [1; 2; 4; 6; 9]

Тема 8. Узагальнені задачі оптимізації у функціональних просторах

Приклади задач варіаційного числення. Зв'язок задач оптимального керування із задачами варіаційного числення. Правило множників Лагранжа. Теорема Куна — Такера. Класична задача варіаційного числення. Рівняння Ейлера. Необхідні умови оптимальності в задачі Больця. Розв'язки для прикладів варіаційних задач.

Література [5; 6; 8; 9]

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Приклад керованої системи та її математичної моделі.
2. Структура математичної моделі керованої системи, фазовий простір, допустиме керування, критерії оптимальності.
3. Лінійні керовані системи.
4. Задачі оптимального керування Майєра.
5. Задачі оптимального керування за критерієм Лагранжа.
6. Еквівалентність задач Майєра і Лагранжа.
7. Методи комп'ютерного прогнозування динамічних процесів. Методи Ейлера.
8. Методи підвищеної точності, методи Рунге — Кітті та їх модифікації на випадок розривних функцій керування.
9. Стійкість динамічної системи.
10. Керованість автономної системи.
11. Керованість неавтономної системи.
12. Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра.
13. Метод розв'язання лінійної задачі Майєра.
14. Числові алгоритми для розв'язання лінійної задачі Майєра.
15. Лінійна задача оптимальної швидкодії.
16. Метод розв'язання лінійної задачі оптимальної швидкодії.
17. Числові алгоритми побудови оптимального за швидкодією керування для спрощених множин допустимих керувань.
18. Числові алгоритми побудови оптимального за швидкодією керування для лінійних обмежень на допустимі керування.
19. Задачі оптимального керування за критерієм мінімізації норми керування.
20. Методи побудови оптимального керування з мінімальною нормою.

21. Числові алгоритми побудови оптимального керування за критерієм мінімізації його норми.
22. Задачі оптимального керування з фазовими обмеженнями.
23. Задача оптимального керування з квадратичним критерієм оптимальності.
24. Метод побудови оптимального керування з квадратичним критерієм оптимальності.
25. Числовий алгоритм побудови оптимального керування з квадратичним критерієм оптимальності.
26. Метод побудови оптимального керування за допомогою розв'язуючого оператора.
27. Принцип оптимальності в динамічному програмуванні.
28. Рівняння динамічного програмування.
29. Рівняння Ріккати для квадратичного критерію оптимальності лінійної системи.
30. Методи побудови оптимального керування лінійними дискретними системами.
31. Методи побудови оптимального керування нелінійними дискретними системами.
32. Числові алгоритми побудови оптимального керування лінійними дискретними системами.
33. Методи локальних варіацій для наближеної побудови оптимального керування.
34. Числові алгоритми методів локальних варіацій для побудови оптимального керування.
35. Методи лінеаризації для нелінійних керованих систем.
36. Числові алгоритми методу лінеаризації для побудови оптимального керування.
37. Метод проєкції градієнта для спрощених множин допустимих керувань.
38. Метод проєкції градієнта для випуклих множин допустимих керувань.
39. Числовий алгоритм методу проєкції градієнта.
40. Методи штрафних функцій.
41. Числовий алгоритм методу штрафних функцій.
42. Метод побудови узагальнених оптимальних керувань.
43. Числовий алгоритм побудови узагальнених оптимальних керувань.
44. Принцип оптимальності для задач оптимального синтезу.

45. Рівняння Белмана для лінійних керованих систем.
46. Рівняння Белмана для нелінійних керованих систем.
47. Приклади побудови рівняння Белмана.
48. Методи побудови синтезу керування для дискретних систем.
49. Методи побудови параметричного синтезу керування.
50. Числові алгоритми синтезу оптимального керування.
51. Лінійні диференційні ігри.
52. Лінійні диференційні ігри Майєра.
53. Методи побудови оптимальних керувань у лінійних іграх Майєра.
54. Числові алгоритми побудови оптимальних керувань у лінійних іграх Майєра.
55. Методи побудови оптимальних керувань у квадратичних іграх.
56. Числові алгоритми побудови оптимальних керувань в іграх з квадратичними критеріями.
57. Лінійні диференційні ігри оптимального переслідування.
58. Задачі оптимального переслідування за критерієм швидкодії.
59. Методи побудови стратегій переслідування за критерієм швидкодії.
60. Числові алгоритми побудови стратегій переслідування за критерієм швидкодії.
61. Лінійні диференційні ігри оптимального переслідування за квадратичними критеріями енерговитрат.
62. Аналітичні розв'язки для квадратичних моделей.
63. Методи розв'язання задач оптимального переслідування за критерієм швидкодії.
64. Числові алгоритми побудови оптимального керування для переслідування за критерієм швидкодії.
65. Задачі оптимального переслідування за квадратичним функціоналом.
66. Квазі-оптимальні стратегії.
67. Наближені методи побудови квазі-оптимальних стратегій.
68. Стационарні стратегії в диференційних іграх.
69. Методи побудови стационарних стратегій у лінійних іграх з квадратичним функціоналом якості.
70. Числові алгоритми побудови стационарних стратегій у лінійних іграх з квадратичним функціоналом якості.
71. Методи побудови стационарних стратегій у лінійних іграх із змішаними критеріями оптимальності.

72. Нелінійні диференційні ігри.
73. Методи побудови оптимальних стратегій для нелінійних диференційних ігор.
74. Числові алгоритми для побудови оптимальних стратегій нелінійних диференційних ігор.
75. Узагальнені задачі керування.
76. Зв'язок задач оптимального керування із задачами варіаційного числення.
77. Меоди побудови математичних моделей керованих систем.
78. Числові алгоритми оцінювання параметрів керованих систем.
79. Оптимальні математичні моделі.
80. Критерії оптимальності математичної моделі керованої системи.
81. Методи побудови оптимальних моделей керованих систем.
82. Граф-операторні моделі ієрархічно керованих систем.
83. Оцінювання параметрів граф-операторних систем.
84. Методи керування ієрархічно керованими системами.
85. Мінімаксні стратегії керування ієрархічно керованими системами.
86. Керування на основі компромісів.
87. Договірні основи керування ієрархічно керованими системами.
88. Оптимальні договори для керування ієрархічно керованими системами.
89. Методи побудови оптимальних договорів в ієрархічно керованих системах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Бублик Б. Н., Кириченко Н. Ф. Основы теории управления. — К.: Выща шк., 1975. — 328 с.
2. Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. — К.: Выща шк., 1983. — 512 с.
3. Бейко И. В., Бейко М. Ф. Численные методы решения задач оптимального управления. — К.: Знання, 1970.
4. Будаков Б. М., Васильев Ф. П. Приближенные методы решения задач оптимального управления: В 2 ч. — М.: Изд-во МГУ, 1969.
5. Горелик В. А., Кононенко А. Ф. Теоретико-игровые модели принятия решений в эколого-экономических системах. — М.: Радио и связь, 1982. — 144 с.

Додаткова

6. *Болтянский В. Г.* Математические методы оптимального управления. — М.: Наука, 1969. — 408 с.
7. *Белман Р., Калаба Р.* Динамическое программирование и современная теория управления. — М.: Наука, 1969. — 226 с.
8. *Васильев Ф. П.* Численные методы решения экстремальных задач. — М.: Наука, 1980. — 520 с.
9. *Цлаф Л. Я.* Вариационное исчисление и интегральные уравнения. — М.: Наука, 1966. — 176 с.
10. *Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В.* Оптимальное управление. — М.: Наука, 1979. — 430 с.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка.....	3
Тематичний план дисципліни “Теорія керування”	3
Зміст дисципліни “Теорія керування”	5
Питання для самоконтролю	7
Список літератури	10

Відповідальний за випуск	<i>Ю. В. Нешкуренко</i>
Редактор	<i>І. В. Хронюк</i>
Комп’ютерне верстання	<i>М. М. Соколовська</i>

Зам. № ВКЦ-2695

Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП)
03039 Київ-39, вул. Фрометівська, 2, МАУП