

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
“МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ
ТА МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ”
(для бакалаврів)**

МАУП

Київ 2005



Підготовлено доктором технічних наук, професором *І. В. Бейком*

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та програмування (протокол № 8 від 14.04.04)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом

Бейко І. В. Навчальна програма дисципліни “Математичні методи та моделі оптимального управління” (для бакалаврів). — К.: МАУП, 2005. — 10 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, навчально-тематичний план, програмний матеріал до вивчення дисципліни “Математичні методи та моделі оптимального управління”, контрольні питання, а також список рекомендованої літератури.

© Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП), 2005

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програмою курсу “Математичні методи та моделі оптимального управління” передбачено вивчення теоретичного матеріалу, практичні і лабораторні заняття, орієнтовані на формування у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для розв’язування реальних задач оптимального керування з використанням сучасних комп’ютеризованих методів математичного прогнозування та оптимізації. Навчальна дисципліна охоплює дослідження міждисциплінарного характеру на стиках диференційних рівнянь, функціонального аналізу, теорії ймовірностей, математичної статистики, дослідження операцій та теорії прийняття оптимальних рішень у реальних умовах за наявності збурень, неповних даних і знань про керовані системи і процеси, а також методи побудови оптимальних відкритих та оптимальних замкнених підсистем управління, необхідних для забезпечення надійного та ефективного функціонування взаємопов’язаних технічних, фінансово-економічних, соціально-екологічних та інших систем і підсистем, де прийняття управлінських рішень ґрунтується на дослідженнях динамічних характеристик керованої системи та інформаційного забезпечення підсистеми вибору управління. Дисципліна “Математичні методи та моделі оптимального управління” належить до основних дисциплін, необхідних для підготовки бакалаврів за напрямом “Комп’ютерні науки”.

Основна мета дисципліни — ознайомити студентів з методами та алгоритмами математичної теорії оптимального керування, а також сформувати уміння та навички розв’язування практичних задач оптимального керування з використанням обчислювальної техніки. У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- знати сучасні методи та моделі оптимального управління; методи цільового аналізу керованих процесів; методи прогнозування керованих процесів та об’єктів, методи побудови оптимальних стратегій у диференційних іграх;
- набути умінь, необхідних для створення автоматизованих систем керування різного призначення; системного аналізу, прогнозування і оптимізації підсистем та всієї системи; багатокритеріального аналізу оптимально взаємодіючих керованих процесів.

Види контролю знань — індивідуальні завдання, залік, тестові завдання.

Для вивчення дисципліни необхідні знання математичного аналізу, лінійної алгебри і аналітичної геометрії, диференціальних рівнянь, диференціальних рівнянь у частинних похідних, методів оптимізації і дослідження операцій.

Курс є важливим для подальшого вивчення таких дисциплін з підготовки бакалаврів комп'ютерних наук:

- “Моделювання економічних систем”;
- “Системи штучного інтелекту”;
- “Комп'ютерні мережі”;
- “Теорія фінансів”;
- “Розміщення продуктивних сил”;
- “Організація інформаційної діяльності у сфері управління”.

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН
вивчення дисципліни

“МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ
ТА МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ”

№ пор.	Назва теми
1	Математичні моделі оптимального керування системами та процесами
2	Підсистеми комп'ютерного прогнозування динамічних процесів. Критерії стійкості, керованості та оптимальності лінійної системи керування
3	Принцип максимуму для лінійних систем та методи і алгоритми побудови оптимальних керувань для лінійних систем
4	Побудова оптимальних керувань за квадратичним критерієм оптимальності
5	Методи побудови оптимального керування для нелінійної системи. Принцип максимуму для нелінійних керованих систем. Узагальнені оптимальні керування
6	Метод динамічного програмування і побудова замкнутих підсистем оптимальних керувань
7	Диференційні ігри і оптимальні стратегії у диференційних іграх
8	Методи варіаційного числення для розв'язування узагальнених задач оптимізації у функціональних просторах

**ПРОГРАМНИЙ МАТЕРІАЛ
до вивчення дисципліни**

**“МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ
ТА МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ”**

Тема 1. Математичні моделі оптимального керування 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, їх еквівалентність.

Література [1–3; 5; 6]

Тема 2. Підсистеми комп'ютерного прогнозування динамічних процесів. Критерії стійкості, керованості та оптимальності лінійної системи керування

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

Література [1–3; 5; 6]

Тема 3. Принцип максимуму для лінійних систем та методи і алгоритми побудови оптимальних керувань для лінійних систем

Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра. Метод розв'язування лінійної задачі оптимальної швидкодії. Методи і алгоритми розв'язування задачі оптимального керування за критерієм мінімізації норми керування. Задачі оптимального керування з фазовими обмеженнями.

Література [1; 2; 6–8]

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 рівняння Ріккати для квадратичного критерію оптимальності лінійної системи. Метод оптимального управління дискретними системами. Оптимальне управління дискретними системами під дією випадкових збурень.

Література [1–3; 6; 9]

Тема 5. Методи побудови оптимального керування для нелінійної системи. Принцип максимуму для нелінійних керованих систем. Узагальнені оптимальні керування

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

Література [2; 3; 6; 9]

Тема 6. Метод динамічного програмування і побудова замкнених підсистем оптимальних керувань

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

Література [2; 4; 6]

Тема 7. Диференційні ігри і оптимальні стратегії у 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 [1–4; 8]

Тема 8. Методи варіаційного числення для розв'язування узагальнених задач оптимізації у функціональних просторах

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

Література [1; 7–9]

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Навести приклад керованої системи та її математичної моделі.
2. Фазовий простір. Допустимі керування. Критерії оптимальності.
3. Задачі оптимального керування Майєра і Лагранжа, їх еквівалентність.
4. Методи комп'ютерного прогнозування динамічних процесів.
5. Методи Ейлера, Рунге—Кітті та їх модифікації на випадок розривної функцій керування.
6. Стійкість динамічної системи.
7. Принцип максимуму для лінійної задачі Майєра.
8. Метод розв'язування лінійної задачі оптимальної швидкодії.
9. Методи і алгоритми розв'язування задачі оптимального керування за критерієм мінімізації норми керування.
10. Задачі оптимального керування з фазовими обмеженнями.
11. Задача оптимального керування з квадратичним критерієм оптимальності.
12. Метод побудови оптимального керування за допомогою розв'язуючого оператора.
13. Принцип оптимальності і рівняння Белмана.

14. Рівняння Ріккати для квадратичного критерію оптимальності лінійної системи.
15. Метод оптимального управління дискретними системами.
16. Метод локальних варіацій для наближеної побудови оптимального керування.
17. Методи лінеаризації.
18. Метод проекції градієнта.
19. Метод штрафних функцій.
20. Метод побудови узагальнених оптимальних керувань.
21. Принцип оптимальності і рівняння Белмана для нелінійних керованих систем.
22. Методи побудови синтезу оптимального керування.
23. Лінійні диференційні ігри оптимального переслідування.
24. Задачі оптимального переслідування за критерієм швидкодії.
25. Задачі оптимального переслідування за квадратичним функціоналом.
26. Наближені методи побудови квазіоптимальних стратегій.
27. Приклади задач варіаційного числення.
28. Прямі методи розв'язування варіаційних задач. Метод Рітца.
29. Різницеві методи розв'язування варіаційних задач.
30. Зв'язок задач оптимального управління із задачами варіаційного числення.
31. Правило множників Лагранжа.
32. Теорема Куна—Такера.
33. Класична задача варіаційного числення.
34. Рівняння Ейлера.
35. Необхідні умови оптимальності у задачі Больця.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В. Оптимальное управление. — М.: Наука, 1979. — 429 с.
2. Бейко И. В., Бейко М. Ф. Численные методы решения задач оптимального управления. — К.: Знання, 1970.

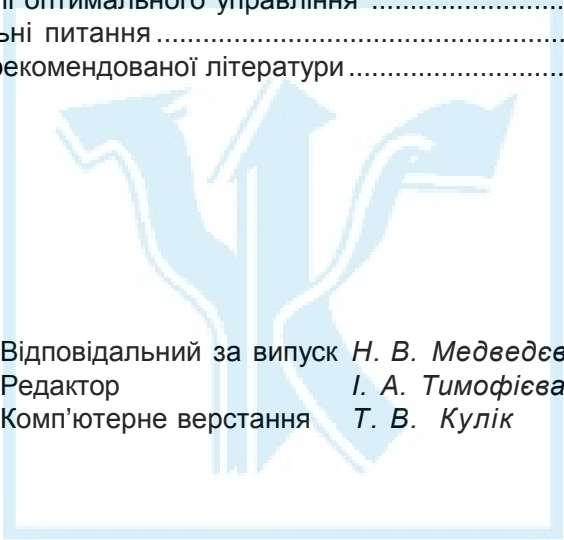
3. Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. — К.: Выща шк., 1983. — 512 с.
4. Белман Р., Калаба Р. Динамическое программирование и современная теория управления. — М.: Наука, 1969. — 226 с.
5. Болтянский В. Г. Математические методы оптимального управления. — М.: Наука, 1969. — 408 с.
6. Бублик Б. Н., Кириченко Н. Ф. Основы теории управления. — К.: Выща шк., 1975. — 328 с.
7. Будаг Б. М., Васильев Ф. П. Приближенные методы решения задач оптимального управления. — М.: Изд-во. МГУ, 1969. — Ч. 1,2.
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.



МАУП

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	3
Навчально-тематичний план вивчення дисципліни “Математичні методи та моделі оптимального управління”	4
Програмний матеріал до вивчення дисципліни “Математичні методи та моделі оптимального управління”	5
Контрольні питання	7
Список рекомендованої літератури	8



Відповідальний за випуск *Н. В. Медведєва*
Редактор *І. А. Тимофієва*
Комп'ютерне верстання *Т. В. Кулік*

Зам. № ВКЦ-1924

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