

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
**“ТЕОРІЯ СИСТЕМ
ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ”**
(для бакалаврів)

МАУП

Київ
ДП «Видавничий дім «Персонал»
2013

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

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

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та програмування (протокол № 10 від 19.06.08)

Перезатверджено на засіданні кафедри прикладної математики та інформаційних технологій (протокол № 44 від 13.07.11)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом

Бейко І. В. Навчальна програма дисципліни “Теорія систем та математичне моделювання” (для бакалаврів). — К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2013. — 14 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, тематичний план, зміст дисципліни “Теорія систем та математичне моделювання”, перелік тем практичних занять, питання для самоконтролю, а також список літератури.

Програма курсу “Теорія систем та математичне моделювання” охоплює теорію і практичні заняття, орієнтовані на засвоєння студентами знань, умінь і навичок формулювати і розв’язувати задачі конструктивної теорії систем та математичного моделювання, що виникають у сучасних прикладних науках управління фінансово-економічними, соціально-екологічними, технологічними та технічними системами і процесами у процесі використання математично-комп’ютерного інструментарію управління.

Дисципліна “Теорія систем та математичне моделювання” охоплює дослідження міждисциплінарного характеру на стиках диференціальних рівнянь, методів оптимізації і дослідження операцій, теорії ймовірностей і математичної статистики, які орієнтовані на розв’язування лінійних та нелінійних задач конструктивної теорії систем та математичного моделювання, і ввійшла до переліку основних дисциплін у навчальному плані підготовки бакалаврів напряму “Прикладна математика”.

Мета курсу — вивчення теорії систем та математичних моделей, які виникають у сучасних прикладних науках управління соціально-економічними процесами, опанувати знаннями і навичками розв’язувати задачі системного аналізу та математичного моделювання.

Завдання курсу — розвиток умінь і навичок розв’язувати практичні задачі теорії систем з використанням математичних методів оптимізації на ПК, зокрема, застосовувати сучасні методи розв’язування математичних задач системного аналізу з використанням ПК та методів розв’язування конфліктів в управлінні ієрархічно-керованими системами.

Після вивчення дисципліни студенти мають *знати:*

- основні задачі теорії систем;
- основні методи розв’язування задач математичного моделювання;
- основні методи ідентифікації параметрів лінійних та нелінійних математичних моделей;

уміти:

- формулювати та розв’язувати математичні задачі теорії систем;
- будувати та досліджувати лінійні і нелінійні математичні моделі;
- розв’язувати практичні задачі ідентифікації параметрів лінійних та нелінійних математичних моделей.

Види контролю поточних знань — перевірка індивідуальних завдань і завдань для самостійної роботи.

Вид контролю залишкових знань — тестові завдання.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з дисциплін “Математичний аналіз”, “Лінійна алгебра і аналітична геометрія”, “Диференційні рівняння”, “Теорія ймовірностей і математична статистика”.

У ході вивчення дисципліни студенти поглиблюють свої знання у важливих напрямках прикладної математики і розв’язуванні задач підвищеної складності з алгебри, геометрії, з методів оптимізації і дослідження операцій, програмування, моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів, теорії керування, статистичного моделювання тощо, які є необхідними для підготовки бакалаврів прикладної математики.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

дисципліни

“ТЕОРІЯ СИСТЕМ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ”

№ пор.	Назва змістового модуля і теми
1	2
	Змістовий модуль I. Складні системи та їх математичні моделі
1	Системи. Класифікація систем
2	Математичні моделі. Класифікація математичних моделей
3	Задачі системного аналізу
4	Задачі математичного моделювання
5	Задачі, методи і алгоритми мінімаксної ідентифікації за умов неповних даних

1	2
	Змістовий модуль II. Задачі і методи теорії систем і математичного моделювання в ієрархічно-керованих системах
6	Моделювання керованих систем
7	Оптимізація керованих систем
8	Побудова робочих комп’ютерних моделей для прогнозування керованих процесів
9	Методи оптимального гарантованого прогнозування керованих систем за умов неповних даних
10	Моделі і методи аналізу складних систем
11	Граф-операторні моделі складних керованих систем
Разом годин: 108	

ЗМІСТ

дисципліни

“ТЕОРІЯ СИСТЕМ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ”

Змістовий модуль I. Складні системи та їх математичні моделі

Тема 1. Системи. Класифікація систем

Основні характеристики системи. Надійність. Стійкість щодо збурень. Керованість. Ризики. Системи керування і прийняття рішень. Ієрархічно керовані системи. Ієрархія підсистем та систем.

Література [1–6; 14–19]

Тема 2. Математичні моделі. Класифікація математичних моделей

Абстрактні і матеріальні моделі. Модель “чорного ящика”. Структура і класифікація математичних моделей причинно-наслідкових залежностей. Лінійні і нелінійні моделі. Статистичні та динамічні моделі. Детерміновані та стохастичні моделі. Моделі із зосередженими параметрами та моделі з розподіленими параметрами. Багатовимірні моделі великої розмірності. Явні та неявні моделі.

Література [4; 6; 7]

Тема 3. Задачі системного аналізу

Оптимальні системи. Критерії оптимальності. Прикладні задачі системного аналізу. Комп'ютерні (робочі) моделі. Структура параметричного керування. Оптимальна структура системи керування.

Література [7–13; 20–23]

Тема 4. Задачі математичного моделювання

Методи побудови математичних моделей. Проблеми моделювання. Гіпотези. Експертні прогнози. Параметричні моделі. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Критерії оптимальності параметрів і методи обчислення оптимальних параметрів. Побудова математичної моделі причинно-наслідкової залежності за даними натурних спостережень. Числові методи ідентифікації параметрів математичної моделі на основі правдоподібних гіпотез та даних спостережень. Числові алгоритми методу найменших квадратів.

Література [1–6; 14–19]

Тема 5. Задачі, методи і алгоритми мінімаксної ідентифікації за умов неповних даних

Неповні дані і мінімаксні методи побудови математичних моделей за умов неповних даних. Задачі випуклої оптимізації і методи мінімаксного оцінювання характеристик систем.

Література [4; 7]

Змістовий модуль II. Задачі і методи теорії систем і математичного моделювання в ієрархічно-керованих системах

Тема 6. Моделювання керованих систем

Побудова математичних моделей динамічних процесів на основі законів природи. Приклад побудови математичних моделей руху на основі законів Ньютона. Побудова робочих моделей для математичних моделей руху під дією сил притягання. Побудова математичних моделей керованих процесів на основі даних спостережень. Методи і алгоритми розв'язування задач ідентифікації параметрів лінійних

динамічних моделей. Методи і алгоритми розв'язування задач ідентифікації параметрів нелінійних динамічних моделей.

Література [1–6; 14–19]

Тема 7. Оптимізація керованих систем

Основні характеристики і структура керованих систем. Моделі керованих систем. Оптимальне керування. Допустимі керування, критерії оптимальності, властивості оптимального керування для лінійної задачі Майєра. Принцип максимуму. Методи побудови оптимальних керувань для лінійних та нелінійних керованих систем.

Література [4–10]

Тема 8. Побудова робочих комп'ютерних моделей для прогнозування керованих процесів

Робочі моделі і алгоритми прогнозування керованих систем. Оптимізація параметричних керувань за допомогою числових експериментів та методів оптимізації. Методи підвищеної точності для прогнозування керованих систем.

Література [1–6; 14–19]

Тема 9. Методи оптимального гарантованого прогнозування керованих систем за умов неповних даних

Математичні моделі і методи прогнозування за умов неповних даних.

Основні типи неповних даних. Побудова мажорант для термінальних множин.

Література [14–11]

Тема 10. Моделі і методи аналізу складних систем

Детерміновані і стохастичні моделі. Аналіз ризиків. Умови гарантованої надійності керування. Моделі і методи аналізу складних систем управління за умов ризику та неповних даних.

Методи стохастичних градієнтів. Методи стохастичних градієнтів з постійним кроком.

Література [1; 4–9; 14–19]

Тема 11. Граф-операторні моделі складних керованих систем

Граф-операторні моделі складних систем.

Математичні моделі для систем з розподіленими параметрами.

Побудова робочих моделей для систем з розподіленими параметрами.

Задачі, методи та алгоритми дослідження лінійних систем з розподіленими параметрами. Використання методів лінійної алгебри.

Числові методи дослідження нелінійних систем. Методи Монте-Карло.

Числові методи відшукування розв'язків робочих моделей для нелінійних моделей. Проблема керування конфліктно-керованими процесами.

Методи оптимізації ієрархічно-керованих систем.

Принципи вибору раціональних стратегій: оптимізація осередненого, принцип максимуму, “абсолютно оптимальні” стратегії, рівноважні ситуації Неша, коаліції, принцип найкращого гарантованого результату для гравця, який робить свій вибір першим.

Література [8–13; 18–23]

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Наведіть приклади абстрактних моделей.
2. Що таке модель “чорного ящика”?
3. Чим відрізняються динамічні та статичні системи?
4. Як функціонує керована система?
5. Наведіть класифікацію систем за способом керування.
6. Наведіть приклади натурального і числового експерименту.
7. У чому полягає процедура кластеризації?
8. Як зменшити розмірність моделі?
9. Що таке числові моделі?
10. Наведіть приклади задач прогнозування.
11. Що таке критерій переваги?
12. Які ви знаєте способи зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної? Які в них переваги та недоліки?
13. У чому полягає пошук альтернативи із заданими властивостями?
14. Які переваги множини Парето в разі багатокритеріального вибору?
15. Що таке функція корисності?
16. Які є обмеження на функції вибору?
17. Які особливості вибору за умов невизначеності?
18. Наведіть приклади критеріїв порівняння альтернатив у разі невизначеності наслідків.
19. Чим максимумний критерій відрізняється від мінімаксного?
20. Що таке теорія ігор?
21. Які переваги надає використання робастної статистики?
22. У чому полягають експертні методи вибору?
23. Які особливості баз знань і експертних систем роблять доцільним їх використання?
24. Що таке система підтримки рішень?
25. У чому полягає процедура декомпозиції?
26. У чому полягає проблема повноти моделі?
27. Наведіть приклад алгоритму декомпозиції.
28. Які типи складності супроводжують процедуру декомпозиції?
29. Коли застосовують процедуру агрегування?
30. Що таке системний аналіз?
31. У чому полягає проблема множинності цілей?
32. У чому полягає задача генерування альтернатив?
33. Які ви знаєте способи зменшення кількості альтернатив?
34. У чому полягає метод мозкового штурму?
35. Що таке точка біфуркації?
36. Що таке динамічний хаос?
37. Основні характеристики системи.
38. Надійність і стійкість системи до збурень.
39. Керованість системи.
40. Ризики у системах керування і прийняття рішень.
41. Ієрархічно керовані системи.
42. Абстрактні і матеріальні моделі.
43. Структура і класифікація математичних моделей причинно-наслідкових залежностей.
44. Лінійні і нелінійні моделі.
45. Статистичні та динамічні моделі.
46. Детерміновані та стохастичні моделі.
47. Моделі із зосередженими параметрами
48. Моделі з розподіленими параметрами.
49. Явні та неявні моделі.

50. Оптимальні системи. Критерії оптимальності.
51. Комп'ютерні робочі моделі.
52. Структура параметричного керування.
53. Задачі математичного моделювання.
54. Методи побудови математичних моделей.
55. Проблеми моделювання. Гіпотези і експертні прогнози.
56. Критерії оптимальності параметрів моделі і методи обчислення оптимальних параметрів.
57. Побудова математичної моделі причинно-наслідкової залежності за даними натурних спостережень.
58. Числові методи ідентифікації параметрів математичної моделі на основі правдоподібних гіпотез та даних спостережень.
59. Числові алгоритми методу найменших квадратів.
60. Неповні дані і мінімаксні методи побудови математичних моделей в умовах неповних даних.
61. Методи мінімаксного оцінювання характеристик систем.
62. Моделювання керованих систем.
63. Побудова математичних моделей динамічних процесів на основі законів природи.
64. Приклад побудови математичних моделей руху на основі законів Ньютона. Побудова робочих моделей для математичних моделей руху під дією сил притягання.
65. Побудова математичних моделей керованих процесів на основі даних спостережень.
66. Методи і алгоритми розв'язування задач ідентифікації параметрів лінійних динамічних моделей.
67. Методи і алгоритми розв'язування задач ідентифікації параметрів нелінійних динамічних моделей.
68. Основні характеристики і структура керованих систем.
69. Моделі керованих систем.
70. Оптимальне керування і допустимі керування.
71. Властивості оптимального керування для лінійної задачі Майєра.
72. Побудова робочих комп'ютерних моделей для прогнозування керованих процесів.
73. Робочі моделі і алгоритми прогнозування керованих систем.
74. Оптимізація параметричних керувань за допомогою числових експериментів та методів оптимізації.

75. Методи підвищеної точності для прогнозування керованих систем.
76. Методи оптимального гарантованого прогнозування керованих систем за умов неповних даних.
77. Математичні моделі і методи прогнозування за умов неповних даних.
78. Основні типи неповних даних.
79. Побудова мажорант для термінальних множин.
80. Детерміновані і стохастичні моделі.
81. Моделі і методи аналізу складних систем управління за умов ризику та неповних даних.
82. Методи стохастичних градієнтів.
83. Математичні моделі для систем з розподіленими параметрами.
84. Побудова робочих моделей для систем з розподіленими параметрами.
85. Граф-операторні моделі складних керованих систем.
86. Числові методи дослідження нелінійних систем. Методи Монте-Карло.
87. Числові методи відшукування розв'язків робочих моделей для нелінійних моделей.
88. Методи оптимізації ієрархічно-керованих систем.
89. Принципи вибору раціональних стратегій: оптимізація осередненого, принцип максимуму, рівноважні ситуації Неша.
90. Принцип найкращого гарантованого результату для гравця, який робить свій вибір першим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. *Игнатъева А. В., Максимцов М. М.* Исследование систем управления: Учеб. пособие. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
2. *Томашевський В. М.* Імітаційне моделювання систем і процесів: Навч. посіб. — К.: ІСДО, 1994. — 124 с.
3. *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. — М.: Наука, 1994.
4. *Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н.* Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. — К.: Вища шк., 1983. — 512 с.

5. *Акоф Р. Л., Сасиени М.* Основы исследования операций. — М., 1971.
6. *Ермольев Ю. М., Ляшко И. И., Михалевич В. С., Тюптя В. И.* Математические методы исследования операций. — К.: Вища шк., 1999.
7. *Шор Н. З.* Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. — К.: Наук. думка, 1979.
8. *Ларичев О. И.* Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2000.
9. *Лесечко М. Д.* Основы системного підходу: теорія, методологія, практика: Навч. посіб. — Л., 2002.
10. *Месарович М., Мако Д., Такахара И.* Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973.
11. *Нещипоренко В. И.* Структурный анализ систем. — М.: Сов. радио, 1977.
12. *Спицнадель В. Н.* Основы системного анализа: Учеб. пособие. — СПб., 2000.
13. *Уемов А. И.* Системный подход и общая теория систем. — М.: Мысль, 1978.

Додаткова

14. *Литвинов В. В., Марьянович Т. П.* Методы построения имитационных систем. — К.: Наук. думка, 1991. — 120 с.
15. *Беляев А. А., Коротков Э. М.* Системология. — М.: ИНФРА-М, 2000.
16. *Бир С.* Мозг фирмы. — М.: Радио и связь, 1993.
17. *Василькова В. В.* Порядок и хаос в развитии социальных систем (синергетика и теория социальной самоорганизации). — СПб.: Лань, 1999.
18. *Вико Дж.* Основания новой науки об общей природе наций. — М.: ИСА; К., 1994.
19. *Иваницкий Г. Р.* Ритмы развивающихся сложных систем. — М.: Знание, 1988.
20. *Кузьмин С. А.* Социальные системы: опыт структурного анализа. — М.: Наука, 1996.
21. *Мулен Э.* Теория игр с примерами из математической экономики: Пер. с фр. — М.: Мир, 1985.

22. *Уотерман Р.* Фактор обновления. Как сохраняют конкурентоспособность лучшие компании. — М.: Прогресс, 1988.
23. *Черкасов В. В.* Проблемы риска в управленческой деятельности. — М.: Рефл-бук; К.: Ваклер, 1999.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка.....	3
Тематичний план дисципліни “Теорія систем та математичне моделювання”	4
Зміст дисципліни “Теорія систем та математичне моделювання”	5
Питання для самоконтролю	8
Список літератури.....	11

Відповідальний за випуск *А. Д. Вегеренко*
Редактор *О. М. Коваленко*
Комп’ютерне верстання *А. М. Гюлянда, О. М. Бабаєва*

Зам. № ВКЦ-4291

Формат 60x84/₁₆. Папір офсетний.
Друк ротатійний трафаретний. Наклад 30 пр.

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

ДП «Видавничий дім «Персонал»
03039 Київ-39, пр. Червонозоряний, 119, літ. XX

*Свідцтво про внесення до Державного реєстру
суб’єктів видавничої справи ДК № 3262 від 26.08.2008 р.*

Надруковано в друкарні ДП «Видавничий дім «Персонал»