

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
“МЕТОДИ ПОБУДОВИ
МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ”
(для спеціалістів)

МАУП

Київ
ДП «Видавничий дім «Персонал»
2009

Підготовлено доктором технічних наук, професором кафедри прикладної математики та програмування *І. В. Бейком*

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та програмування (Протокол № 5 від 20.12.07)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом

Бейко І. В. Навчальна програма дисципліни «Методи побудови математичних моделей» (для спеціалістів). — К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2009. — 11 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, тематичний план, зміст дисципліни “Методи побудови математичних моделей”, питання для самоконтролю, список літератури.

- © Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП), 2009
- © ДП «Видавничий дім «Персонал», 2009

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програмою курсу “Методи побудови математичних моделей” передбачено теоретичні і практичні заняття, орієнтовані на опанування студентами знань, умінь і навичок формулювання і розв’язування задач побудови математичних моделей, зокрема, для прогнозування та оптимізації. Дисципліна ґрунтується на знаннях з фундаментальних курсів алгебри, чисельного аналізу, диференційних рівнянь, методів теорії ймовірностей, методів оптимізації і дослідження операцій, які пов’язані з побудовою математичних моделей фізико-технічних, фінансово-економічних, соціально-екологічних та інших процесів. Дисципліна “Методи побудови математичних моделей” увійшла до переліку основних дисциплін у навчальному плані підготовки спеціалістів з прикладної математики.

Мета курсу — опанувати методи і алгоритми побудови математичних моделей за допомогою ПК. Після вивчення цієї дисципліни студенти отримають:

знання

- про основні методи і алгоритми побудови математичних моделей;
- про методи побудови оптимальних моделей в умовах неповних даних;

уміння

- будувати математичні моделі за даними натурних спостережень та законів збереження;
- оптимізувати математичні моделі в умовах неповних даних.

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

Вид контролю набутих знань — 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.

Орієнтовна кількість годин на дисципліну — 108 (з них 34 — лекційних занять, 74 — самостійна робота студентів).

Курс включений до навчальної програми підготовки спеціалістів прикладної математики з метою опанування інтегрованих знань споріднених дисциплін: “Методи оптимізації”, “Моделювання динамічних систем”, “Моделювання економічних систем”, “Системи штучного інтелекту”.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН
дисципліни
“МЕТОДИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ”

| № пор. | Назва змістового модуля і теми | |
|------------------|--|--|
| 1 2 3 4 | Змістовий модуль I. Методи побудови лінійно-параметричних та нелінійних математичних моделей Методи найменших квадратів для побудови лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень Методи найменших квадратів для побудови нелінійних моделей за даними натурних спостережень Гradientні методи ідентифікації параметрів математичної моделі Мінімаксні методи ідентифікації параметрів математичної моделі | |
| | 5 6 7 | Змістовий модуль II. Чисельні алгоритми побудови математичних моделей для прогнозування керованих систем Керовані процеси та їх математичні моделі Методи і алгоритми ідентифікації параметрів математичних моделей керованих систем Методи багатокритеріальної оптимізації для оптимізації математичних моделей |
| | | Разом годин: 108 |



ЗМІСТ
дисципліни
“МЕТОДИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ”

Змістовий модуль I. Методи побудови лінійно-параметричних та нелінійних математичних моделей

Тема 1. Методи найменших квадратів для побудови лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень

Математичні моделі причинно-наслідкових залежностей. Класифікація математичних моделей. Лінійні і нелінійні моделі. Явні і неявні математичні моделі. Стаціонарні і динамічні моделі. Детерміновані і стохастичні моделі. Моделі із зосередженими параметрами та розподіленими параметрами. Граф-операторні моделі складних систем і процесів.

Методи побудови лінійних моделей за даними натурних спостережень.

Методи найменших квадратів для побудови лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень.

Побудова лінійно-параметричних моделей в умовах нормально розподілених похибок вимірювань.

Література [1; 2]

Тема 2. Методи найменших квадратів для побудови нелінійних моделей за даними натурних спостережень

Нелінійні математичні моделі. Дані спостережень. Методи найменших квадратів для побудови нелінійних моделей за даними натурних спостережень.

Методи побудови явних і неявних математичних моделей.

Література [1; 6; 7]

Тема 3. Градієнтні методи ідентифікації параметрів математичної моделі

Функціонал нев'язки моделі за даними натурних спостережень. Градієнт функціоналу нев'язки та градієнтні методи побудови математичних моделей.

Література [1–3; 6–9]

Тема 4. Мінімаксні методи ідентифікації параметрів математичної моделі

Мінімаксне оцінювання похибки математичної моделі за даними натурних спостережень. Метод мінімаксного оцінювання параметрів моделі. Алгоритм методу опорних градієнтів та теорема збіжності.

Література [2; 8; 12]

Змістовий модуль II. Чисельні алгоритми побудови математичних моделей для прогнозування керованих систем

Тема 5. Керовані процеси та їх математичні моделі

Математичні моделі керованих систем. Лінійні параметричні моделі керованих систем. Задача ідентифікації параметрів математичної моделі за даними спостережень. Методи найменших квадратів для ідентифікації параметрів математичної моделі за даними спостережень.

Література [2; 7; 9; 11]

Тема 6. Методи і алгоритми ідентифікації параметрів математичних моделей керованих систем

Градієнт функціоналу нев'язки математичної моделі за даними спостережень. Ліпшицеві градієнти і збіжність градієнтного методу до екстремального розв'язку. Теорема про достатню кількість ітерацій для побудови екстремальних параметрів динамічної моделі.

Література [2; 9]

Тема 7. Методи багатокритеріальної оптимізації для оптимізації математичних моделей

Критерії оптимальності математичних моделей складних систем. Оцінки точності та ефективності математичних моделей. Двокритеріальна задача оптимізації математичної моделі.

Граф-операторні моделі динамічних систем і метод розв'язуючих операторів для побудови оптимальних моделей у класі граф-операторних моделей.

Література [1–4; 7–13]

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Математичні моделі причинно-наслідкових залежностей.
2. Дайте означення неперервних та дискретних динамічних систем.
3. Класифікація математичних моделей.
4. Лінійні моделі. Навести приклади.
5. Нелінійні моделі. Навести приклади.
6. Методи побудови лінійних моделей за даними натурних спостережень.
7. Методи найменших квадратів.
8. Функціонал нев'язки моделі за даними натурних спостережень.
9. Градієнт функціоналу нев'язки моделі за даними спостережень.
10. Градієнтні методи побудови математичних моделей.
11. Побудова моделей в умовах нормально розподілених похибок вимірювань.
12. Явні і неявні математичні моделі.
13. Методи побудови неявних математичних моделей.
14. Мінімаксна похибка моделі за даними натурних спостережень.
15. Метод мінімаксного оцінювання параметрів моделі.
16. Алгоритм методу опорних градієнтів та теорема збіжності.
17. Математичні моделі керованих систем.
18. Лінійні параметричні моделі керованих систем.
19. Ідентифікація керованої моделі за даними спостережень.
20. Градієнт функціоналу нев'язки математичної моделі за даними спостережень.
21. Ліпшицеві градієнти та їх властивості.
22. Збіжність градієнтного методу до екстремальних розв'язків.
23. Теорема про достатню кількість ітерацій для побудови екстремальних параметрів динамічної моделі.
24. Стаціонарні і динамічні моделі.
25. Лінійні динамічні системи.
26. Математичні моделі коливних процесів.
27. Фазова траєкторія динамічної моделі.
28. Допустимі керування.
29. Керовані гармонічні осцилятори.
30. Фазові портрети багатомірних лінійних систем.
31. Математична модель керованого осцилятора.
32. Динамічні моделі, що породжуються різницевиими системами.
33. Моделі стійкої рівноваги.

34. Збурені системи.
35. Процеси рівноваги.
36. Рівновага в динамічних моделях.
37. Багатовимірні моделі.
38. Лінійні багатовимірні моделі.
39. Стан рівноваги динамічної системи.
40. Методи побудова математичних моделей динаміки руху.
41. Рівняння руху систем з прискоренням.
42. Моделі механічного руху.
43. Модель механічного руху за рівнянням Ньютона.
44. Моделі макроекономіки
45. Моделі мікроекономіки.
46. Модель максимізації прибутків.
47. Моделі епідемій.
48. Математичні моделі в астрономії.
49. Кінетична енергія маятника.
50. Потенціальна енергія рухомого тіла.
51. Динамічна модель руху супутника Землі.
52. Побудова моделі руху за даними спостережень.
53. Градієнтні методи для побудови математичної моделі.
54. Навести приклад задачі оцінювання параметрів моделі за даними спостережень.
55. Накреслити блок-схему алгоритму для оцінювання параметрів динамічної моделі градієнтним методом.
56. Градієнт функціоналу нев'язки для траєкторії динамічної системи.
57. Алгоритми ідентифікації параметрів динамічної моделі.
58. Блок-схема алгоритму ідентифікації.
59. Оптимальні і стаціонарні розв'язки.
60. Інтервальна оцінка для функціоналу з Ліпшицевим градієнтом.
61. Збіжність градієнтного методу.
62. Обчислення екстремального розв'язку задачі ідентифікації.
63. Теорема про кількість ітерацій для обчислення екстремальних параметрів динамічної моделі.
64. Навести приклад моделі керованої системи.
65. Диференційно-інтегральні математичні моделі складних динамічних систем.
66. Робочі моделі динамічних систем.
67. Критерії оптимальності математичних моделей складних систем.

68. Оптимальні за часом робочі моделі.
69. Оптимальні за точністю робочі моделі.
70. Асимптотично-оптимальні робочі моделі.
71. Детерміновані моделі.
72. Детерміновані динамічні моделі.
73. Лінійні динамічні моделі.
74. Нелінійні динамічні моделі.
75. Стохастичні моделі.
76. Моделі із зосередженими параметрами.
77. Моделі із розподіленими параметрами.
78. Приклади моделей із розподіленими параметрами.
79. Граф-операторні моделі.
80. Критерії оптимальності математичних моделей.
81. Критерії точності математичних моделей.
82. Оцінки ефективності математичних моделей.
83. Двокритеріальна задача оптимізації математичної моделі.
84. Граф-операторні моделі динамічних систем.
85. Параметри граф-операторної моделі.
86. Метод розв'язуючих операторів.
87. Метод розв'язуючих операторів для побудови оптимальних моделей.
88. Моделі матричних ігор.
89. Моделі диференційних ігор.
90. Математичні моделі ієрархічно керованих систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. *Бейко І. В.* Методи математичного і комп'ютерного моделювання для відшукання нових знань // Лабораторний та польовий практикум з екології — Ч.4; Зб. НУКМА. — К.: Фітосоццентр, 2000. — С.216.
2. *І. В. Бейко, Б. Н. Бублик, П. Н. Зінько.* Методи і алгоритми розв'язування задач оптимізації. — К.: Вища шк., 1993. — 512 с.
3. *Краснощеков П. С., Петров А. А.* Принципы построения моделей. — М.: Изд-во МГУ, 1999. — 264 с.
4. Моделювання економічної динаміки: Навч. посіб./ Г. В. Лаврінський, О. С. Пшенишнюк, С. В. Устинко, О. Д. Шарапов — К.: Атака, 2006. — 276 с.

5. *Томашевський В. М.* Моделювання систем. — К.: Вид. група ВНУ, 2005. — 352 с.

Додаткова

6. *Петров А. А., Поспелов И. Г., Шананин А. А.* Опыт математического моделирования экономики. — М.: Энергоиздат, 1996. — 544 с.
7. *Бейко І. В.* Оптимальні математичні моделі та алгоритми оптимального прогнозування і управління // Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації. — К.; Кам'янець-Подільський, 2004. — С.6–13.
8. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1993. — 320 с.
9. *Бейко І. В.* Розвиток методів розв'язуючих та асимптотично-розв'язуючих операторів для побудови оптимальних та асимптотично-оптимальних математичних моделей // Кібернетика. — 2002. — № 3. — С.10–15
10. *Вітлінський В. В.* Моделювання економіки: Навч. посіб. — К.: КНЕУ, 2004.
11. *Марчук Г. І.* Математические модели в исследовании окружающей среды. — М.: Наука, 1982.
12. *Моисеев Н. Н.* Модели экологии и эволюции. — М.: Знание, 1983. — 64 с.
13. *Загородній Ю. В., Войтенко В. В.* Моделі та методи екологічного моделювання: Навч. посіб. — Житомир: ЖІТІ, 2000. — 140 с.

МАУП

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Пояснювальна записка..... | 3 |
| Тематичний план дисципліни “Методи побудови математичних моделей” | 4 |
| Зміст дисципліни “Методи побудови математичних моделей” | 5 |
| Питання для самоконтролю | 7 |
| Список літератури..... | 10 |

Відповідальний за випуск *А. Д. Вегеренко*
Редактор *С. М. Толкачова*
Комп’ютерне верстання *А. А. Кучерук*

Зам. № ВКЦ-4001

Підп. до друку 20.02.09. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк ротатійний трафаретний. Ум. друк. арк. 0,7. Обл.-вид. арк. 0,5.

Наклад 30 пр.

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

ДП «Видавничий дім «Персонал»

03039 Київ-39, просп. Червонозоряний, 119, літ. XX

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