МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

МАУП

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
“МАТЕМАТИЧНА ЕКОЛОГІЯ”
(для бакалаврів)

Київ
ДП «Видавничий дім «Персонал»
2012

Підготовлено професором кафедри прикладної математики
та програмування *І. В. Бейко* та викладачем кафедри прикладної математики
та програмування *В. І. Ночваєм*

Затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та програмування
(протокол № 10 від 29.06.07)

Перезатверджено на засіданні кафедри прикладної математики
та інформаційних технологій (протокол № 16 від 13.07.11)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом

Бейко І. В., Ночвай В. І. Навчальна програма дисципліни "Математична екологія" (для бакалаврів). — К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2012. — 11 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, тематичний план, зміст дисципліни "Математична екологія", питання для самоконтролю, список літератури.

© Міжрегіональна Академія
управління персоналом (МАУП), 2012
© ДП «Видавничий дім «Персонал», 2012

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальний курс "Математична екологія" є одним із завершальних курсів математичної освіти за фахом "Прикладна математика". Він передбачає викладення основних методів екологічного моделювання та аналізу екологічних систем.

Мета вивчення дисципліни — опанувати основні методи прикладної екології та моделювання, здобути математичні знання та сформувати навички комп'ютерного моделювання для розв'язання екологічних завдань, ознайомитись із сучасним станом екологічних досліджень, що відповідає сучасним тенденціям "екологізації" науки та освіти, сформувати "екологічну" свідомість.

Основні завдання курсу — опанувати основні методи системного аналізу і математичного моделювання екологічних процесів, методи побудови математичних моделей основних абіотичних та біотичних процесів, використання основних елементарних функцій та їх комбінацій (суперпозицій) для побудови моделей екологічних систем, побудови найпоширеніших математичних моделей у вигляді емпіричних формул із застосуванням графічного методу, методів середньої та найменших квадратів.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН
дисципліни
"МАТЕМАТИЧНА ЕКОЛОГІЯ"

№ пор.	Назва змістового модуля і теми
1	2
	Змістовий модуль І. Системний аналіз та моделювання екологічних процесів
1	Аналіз екологічних систем
2	Методи побудови математичних моделей основних абіотичних та біотичних процесів
3	Методи прогнозування стану навколишнього середовища
4	Оптимізація параметрів стану навколишнього середовища

1	2
	Змістовий модуль ІІ. Практичні аспекти математичної екології
5	Основні підходи до моделювання процесів поширення забруднень у навколишньому середовищі
6	Прикладні моделі урбоекології
7	Соціоекологічне моделювання
Разом годин: 108	

ЗМІСТ дисципліни "МАТЕМАТИЧНА ЕКОЛОГІЯ"

Змістовий модуль І. Системний аналіз та моделювання екологічних процесів

Тема 1. Аналіз екологічних систем

Системний підхід у наукових екологічних дослідженнях. Проблеми прогнозування стану довкілля. Основні етапи системного аналізу. Математичні моделі в екології та способи їх використання. Сутність моделювання процесів з урахуванням дії випадкових факторів. Ентропія системи. Приклади побудови математичних моделей екологічних процесів.

Література [1–8; 12; 15]

Тема 2. Методи побудови математичних моделей основних абіотичних та біотичних процесів

Теоретичні та емпіричні екологічні моделі на глобальному, регіональному та локальному рівнях. Задача моніторингу та основні методи натурних спостережень. Експериментальні дослідження та їх точність. Класифікація математичних моделей. Математичні моделі динаміки популяцій і біоценозів в умовах впливу природних факторів і факторів антропогенного та техногенного походження. Біоіндикаційні моделі. Побудова лінійно-параметричних моделей складних систем. Побудова найпоширеніших математичних моделей

у вигляді емпіричних формул із застосуванням графічного методу, методів середньої та найменших квадратів.

Література [1–7]

Тема 3. Методи прогнозування стану навколишнього середовища

Основні методи прогнозування стану екосистем. Оцінка достовірності прогнозу. Загальна задача перевірки гіпотез. Методи ідентифікації параметрів нелінійних моделей. Робочі математичні моделі. Багатовимірні процеси в регіональних екосистемах Методи комплексного моделювання та аналізу в умовах неповних даних.

Література [1; 2; 4; 5]

Тема 4. Оптимізація параметрів стану навколишнього середовища

Основні методи теорії оптимізації та управління і їх застосування в екології. Лінійні та випуклі задачі оптимізації. Методи одновимірної та безумовної оптимізації. Методи умовної оптимізації. Задачі оптимізації екологічних систем. Знаходження оптимального управління. Оптимізація видобутку та використання природних ресурсів. Оцінка екологічних ризиків.

Література [1–5; 9]

Змістовий модуль ІІ. Практичні аспекти математичної екології

Тема 5. Основні підходи до моделювання процесів поширення забруднень у навколишньому середовищі

Основні підходи до моделювання перенесення забруднень. Системи моніторингу стану ґрунтів та повітря. Моделі геофільтрації. Вплив метеорологічних умов на формування рівнів забруднення повітря. Найпоширеніші атмосферні моделі на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Моделювання процесів перенесення забруднення у воді. Екологічні показники якості води. Імітаційна модель на прикладі Азовського моря.

Література [1–6; 21]

Тема 6. Прикладні моделі урбоекології

Задачі управління станом навколишнього середовища в містах. Планування розвитку та забудови міста з використанням результатів моделювання. Транспортні задачі. Задачі комплексного моніторингу

стану навколишнього середовища. Основні тенденції та напрями екологічного моделювання соціальних та природно-технічних систем.

Література [1; 4; 5; 10–14]

Тема 7. Соціоекологічне моделювання

Основні принципи та задачі соціоекологічного моделювання. Ієрархічні системи аналізу стану довкілля та прийняття рішень. Оптимізація взаємодії суспільства і природи. Природно-ресурсні моделі. Моделі рівноваги.

Література [3–6]

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Формальний опис стану довкілля в математичних моделях екосистем.
2. Основні етапи системного аналізу.
3. Приклади екологічних систем.
4. Роль математичного моделювання в дослідженні процесів та явищ, що відбуваються у складних системах.
5. Математичні моделі аналізу даних натурних спостережень.
6. Що таке математична модель? Екологічні математичні моделі.
7. Проблема неповних даних в екології.
8. Що таке геометрична неповнота даних?
9. Основні характеристики випадкових величин.
10. Похибки екологічних вимірювань.
11. Як оцінюється точність моделювання випадкових величин?
12. Випадкові параметри екологічних процесів.
13. Як оцінити математичне сподівання випадкової величини X?
14. У чому полягає метод Монте-Карло?
15. Гауссів випадковий процес.
16. Що таке імітаційне моделювання?
17. Способи наближення функцій.
18. Інтерполяція функцій.
19. Як здійснюється моделювання дискретних випадкових величин X_t?
20. Ймовірнісне трактування збіжності наближеного розв'язку до точного.
21. Задача регресійного аналізу.

22. Основні етапи регресійного аналізу.
23. Сутність методу найменших квадратів.
24. Ступінь розпорошеності результатів експерименту.
25. Способи пошуку причинно-наслідкових залежностей.
26. Роль гіпотез у пошуку математичних залежностей.
27. Методи побудови лінійно-параметричних моделей.
28. Метод покоординатного спуску для ідентифікації параметрів моделей.
29. Класифікації математичних моделей.
30. Що таке стохастичні моделі?
31. Що таке динамічні моделі?
32. Моделі перевірки гіпотез.
33. Як моделюється взаємодія екологічних процесів?
34. Що таке екологічний ризик?
35. Способи оцінювання ризиків.
36. Лінійно-параметричні моделі.
37. Фізичні величини. Що таке метод розмірностей?
38. Лінійно-динамічні моделі екосистем із розподіленими параметрами.
39. Дискретні моделі для прогнозуавння складних екосистем.
40. Що таке апроксимація функцій?
41. Множинна лінійна регресія.
42. Методи числового інтегрування для екологічних моделей.
43. Які фундаментальні фізичні закони використовуються при побудові моделей екологічних процесів?
44. Закон збереження енергії.
45. Види ентропії систем.
46. Інформаційна ентропія.
47. Термодинамічна ентропія.
48. Перше і друге начало термодинаміки.
49. Показники якості повітря.
50. Стан довкілля в математичних моделях екосистем.
51. Постановка задачі гармонійного аналізу.
52. Мережне планування.
53. Основні блоки імітаційної системи "Азовське море".
54. Статистичні методи опрацювання результатів спостережень.
55. Первинне статистичне опрацювання експериментальних даних.
56. Статистична перевірка статистичних гіпотез.
57. Елементи теорії кореляції.

58. Статистичне оцінювання параметрів розподілу випадкових величин.
59. Що вивчає математична екологія?
60. Основні завдання математичної екології.
61. Принципи імітаційного моделювання.
62. Імітаційна система нульового рангу.
63. Основні елементи кількісного системного аналізу.
64. Зміст понять “критерії”, “альтернативи”, “сценарій”, “мета”.
65. Імітаційна система першого рангу.
66. Агрегування.
67. Імітаційна система другого рангу.
68. Декомпозиція.
69. Функції ґрунтів.
70. Соціальні проблеми агроекології.
71. Основні рівняння динаміки забруднення ґрунтів.
72. Імітаційна система третього рангу.
73. Імітаційна система четвертого рангу.
74. Соціоекосистема та її складові.
75. Економічна система та її вплив на навколишнє середовище.
76. Природно-ресурсні моделі.
77. Моделі сталого розвитку.
78. Геоінформаційне моделювання.
79. Засоби побудови моделей у середовищі ГІС.
80. Термодинамічні величини та їх використання для опису процесів.
81. Ейлерові моделі поширення забруднень.
82. Модель факела Гаусса.
83. Локальні екологічні моделі.
84. Моделі регіонального та глобального рівнів.
85. Основні компоненти екосистеми.
86. Межовий шар атмосфери.
87. Приземний шар атмосфери.
88. Основні метеорологічні параметри стану атмосфери.
89. Моделі росту і щільності популяцій.
90. Опис турбулентних процесів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. *Марчук Г. И.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 320 с.
2. *Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н.* Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. — К.: Выща шк., 1988. — 512 с.
3. *Реймерс Н. Ф.* Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. — М.: Россия молодая, 1994. — 368 с.
4. *Гладкий А. В., Скопецький В. В.* Методи числового моделювання екологічних процесів. — К.: Політехніка, 2005.
5. *Юрев Л. Н., Пелешенко В. И., Кирничный В. В.* Методика оптимизации природной среды обитания. — К., 1992. — 328 с.
6. *Израэль Ю. Ф.* Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеоиздат, 1984. — 560 с.
7. *Львович А. И.* Защита вод от загрязнения. — Л., 1985. — 166 с.
8. *Ивахненко А. Г., Юрачковский Ю. П.* Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. — М.: Радио и связь, 1987.
9. *Форрестер Дж.* Мировая динамика. — М.: Наука, 1978. — 164 с.
10. *Тюрин Ю. Н., Макаров А. А.* Анализ данных на компьютере. — М.: Финансы и статистика, 1995.
11. *Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — М.: Наука; Физмат, 1997. — 320 с.

Додаткова

12. *Бейко И. В., Бейко М. Ф.* Численные методы решения задач оптимального управления. — К., 1983. — 42 с.
13. *Моисеев Н. Н.* Модели экологии и эволюции. — М.: Наука, 1983. — 64 с.
14. *Моисеев Н. Н.* Человек, среда, общество. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
15. *Лаврик В. І.* Методи математичного моделювання в екології. — К.: Академія, 2002. — 204 с.
16. *Maith D. A.* Environment systems optimization. — N.-Y., 1988. — 290 p.
17. *Misord W.* Economic-ecologic analysis for regional development. — N.-Y., 1972. — 270 p.
18. *Тринько Р. І., Тарасова В. В.* Математична статистика. — Л.: Світ, 1992.

19. *Демиденко Е. З.* Линейная и нелинейная регрессии. — М.: ФиС, 1981.
20. *Ковальчук П. І.* Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища.
21. *Статистическая* обработка результатов экспериментов на ЭВМ / А. А. Костылев, П. В. Миляев, Ю. Д. Дорский и др. — Л.: Энергоатомиздат, 1991. — 304 с.
22. *Моисеев Н. Н.* Экология человечества глазами математика. — М.: Молодая гвардия, 1988.
23. *Дайитбегов Д. М., Калмыкова О. Г., Черепанов А. И.* Программное обеспечение статистической обработки данных: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 1984. — 192 с.
24. *Моисеев Н. Н.* Математик ставит эксперимент. — М.: Наука, 1979. — 222 с.
25. *Черняев А. М.* Управление водными ресурсами в агропромышленном регионе. — Л., 1987. — 248 с.
26. *Горстко А. Б.* Математическая модель экосистемы Азовского моря. — М.: Знание, 1979. — 64 с.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка 3
Тематичний план дисципліни “Математична екологія” 3
Зміст дисципліни “Математична екологія” 4
Питання для самоконтролю 6
Список літератури 9

Відповідальний за випуск *А. Д. Вегеренко*
Редактор *А. А. Карпова*
Комп’ютерне верстання *Н. М. Музиченко, О. М. Бабаєва*

Зам. № ВКЦ-3220

Формат 60 $84/_{16}$. Папір офсетний.
Друк ротаційний трафаретний.
Наклад 50 пр.

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

ДП «Видавничий дім «Персонал»
03039 Київ-39, просп. Червонозоряний, 119, літ. ХХ

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

Надруковано в друкарні ДП «Видавничий дім «Персонал»