

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ



Диханов С.М.

**МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ
СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

Навчальний посібник

Одеса 2010

Диханов С.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник. Одеська державна академія холоду, 2010. – 175 с.

Посібник розроблено згідно з робочою навчальною програмою дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для студентів спеціальності 070801 «Екологія та охорона навколишнього природного середовища» за напрямом підготовки 040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

Метою викладання дисципліни є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у галузі розробки і використання математичних і комп'ютерних моделей при дослідженні процесів антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. У посібнику детально викладено види моделювання, методи їх реалізації, моделювання та прогнозування практичних екологічних ситуацій, а також типи систем раціонального природокористування. Наведені зразки комп'ютерних програм і тестових питань для поглибленого опрацювання з посиланнями на літературу, яка є в бібліотеці ОДАХ.

Рецензент:

професор, д.х.н. Андріанов А.М.

Завідувач кафедри хімії, охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування,

проф.

/А.Л.Цикало/

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ.....	6
1.1. Етапи розвитку глобальної соціоєкосистеми	6
1.2. Властивості соціоєкосистеми	11
1.3. Приклади глобальних екологічних криз.....	13
1.4. Висновки.....	16
2. МОДЕЛІ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ.....	18
2.1. Моделювання як методологія пізнання	18
2.2. Види моделювання	23
2.3. Характеристика моделей	26
2.4. Особливості моделювання в екології.....	26
2.5. Значення моделювання в екології	28
3. ПРЕДМЕТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	29
3.1. Фізичне моделювання. Мікроекосистеми (мікрокосми).....	29
3.2. Аналогове моделювання	32
4. СТАТИСТИЧНІ МОДЕЛІ.....	35
5. БЛОКОВІ МОДЕЛІ ЕКОСИСТЕМ.....	41
5.1. Побудова блокових моделей.....	41
5.2. Модель екосистеми.....	43
5.3. Елементарні блокові моделі.....	45
5.4. Промислові моделі.....	49
5.5. Блокова модель "Енергія-гроші-цивілізація"	51
5.6. Повна блокова модель трофічної структури співтовариства	55
6. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	57
6.1. Роль і місце математичного моделювання в екології.....	57
6.2. Склад математичної моделі екологічного процесу.....	58
6.3. Етапи математичного моделювання	62
6.4. Математичні засоби побудови моделей.....	64
6.5. Аналіз властивостей математичної моделі.....	66
6.6. Формалізовані блокові моделі	68
6.7. Елементи чисельного моделювання в екології.....	68
7. МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ ¹	76
7.1. Характеристика популяції.....	76
7.2. Криві виживання.....	79
7.3. Потенційна швидкість природного росту популяції	81
7.4. Біотичний потенціал популяції.....	82
7.5. Демографічна таблиця.....	83
7.6. Внутрішньовидова конкуренція	84
7.7. Модель популяції з дискретним розмноженням.....	86
7.8. Логістична модель популяції з неперервним розмноженням	88
7.9. Логістична модель системи з міжвидовою конкуренцією Лоткі-Вольтерра	90



7.10. Модель "хижак-жертва" Лоткі-Вольтерра.....	97
7.11. Моделі мутуалізму.....	103
8. МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІОЕКОСИСТЕМИ.....	104
8.1. Джерела і передумови розвитку методів МКМ.....	105
8.2. Етапи математико-картографічного моделювання.....	107
8.3. Задачі соціоекологічного моделювання.....	108
8.4. Математико-картографічна модель оптимального функціонального зонування СЕС (модель ОФЗ).....	109
8.5. Математико-картографічна модель оптимального функціонального структурування СЕС (модель ОФС).....	111
9. ГЛОБАЛЬНІ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ СОЦІОЕКОСИСТЕМИ.....	112
9.1. Моделі Форестера-Медоуза.....	112
9.2. Модель Месаровича-Пестеля.....	113
9.3. "Модель Барілоче".....	114
9.4. Японський проект.....	114
9.5. Модель Габора.....	115
9.6. Модель В. Леонтьєва.....	115
9.6. Модель ядерного конфлікту.....	116
10. ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ	118
10.1. Молекулярна дифузія в атмосфері та у водному середовищі.....	118
10.2. Турбулентний перенос забруднювача в атмосфері.....	120
10.3. Дифузія в ґрунті та донних осадах.....	124
10.4. Моделювання розповсюдження забруднення в океані.....	125
10.5. Розповсюдження консервативного забруднювача у воді.....	127
10.6. Особливості поширення забруднювача в естуаріях.....	129
10.7. Моделі якості води.....	129
10.8. Моделі самоочищення води в природі.....	131
11. ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	133
11.1. Поняття прогнозу та прогнозування.....	133
11.2. Основна класифікація прогнозів та методів прогнозування.....	133
11.3. Деякі базові методики прогнозування стану довкілля.....	137
11.4. Прогнозування якості довкілля.....	138
12. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСЕРЕДОВИЩ.....	141
12.1. Оптимізація технологічного процесу.....	141
12.2. Оптимізаційні водні системи.....	143
12.3. Оптимізація повітряного середовища.....	144
12.4. Оптимізація ґрунтового середовища.....	145
12.5. Оптимізація впливу дренажного стоку на водне середовище.....	145
Додаток. Мінімізація методом прямого пошуку.....	146
Література.....	150

ВСТУП

Сучасна виробнича, економічна та інша діяльність людини пов'язана з використанням величезної кількості енергії та різноманітних речовин, хімічних сполук, інших матеріалів. Це викликає значне навантаження на оточуюче середовище, пов'язане зі скороченням життєвого простору для незайманої, дикої природи, проникненням у біосферу речовин, невласливих для їх природного кругообігу, порушенням енергетичного балансу тощо. Потужність цього навантаження досягла такого рівня, що воно цілком здатне викликати серйозні екологічні кризи та катастрофи. Тому сьогодні будь-який проект, перш ніж бути запущеним у дію, повинен пройти як найретельнішу екологічну експертизу. Базою для проведення екологічної експертизи є моделювання, вивчення основних методів якого складає головну мету викладання дисципліни "Моделювання та прогнозування стану довкілля". Засвоєння цього курсу озброєє студента необхідними теоретичними знаннями щодо принципів моделювання та прогнозування стану оточуючого середовища, видів моделей, основних їхніх характеристик та галузей застосування, вмінням самостійно обирати методи та засоби моделювання, виконувати необхідні розрахунки чи прогнози та оцінювати їх реалістичність. Отримані знання можуть бути корисними у практичній діяльності спеціаліста-еколога, зокрема при проведенні екологічної експертизи й оцінки антропогенного впливу на навколишнє середовище, а також при прогнозуванні економічного розвитку регіонів з урахуванням екологічних антропогенних навантажень. Моделі авторів доповідей Римського клубу, Інституту системного аналізу (м. Відень, Австрія), моделі "ядерної війни" М. М. Мойсєєва, регіональні моделі оз. Онтарію, оз. Байкал, Азовського моря та інші, моделювання урбоекологічних процесів і систем відіграли (і тепер відіграють) важливу роль як інструментарій для оцінки стану довкілля й запобігання екологічним катастрофам. У широкому застосуванні моделювання для вирішення проблем пізнання й охорони довкілля виділяють поєднання двох тенденцій, характерних для сучасної науки, – кібернетизації й екологізації. ЕОМ в даний час застосовують для вибору оптимальних варіантів використання різних видів ресурсів для передбачення наслідків забруднення довкілля і т.д.

Практичне використання розглянутих тут моделей та методологій моделювання з метою гармонізації стосунків людини і природи сприятиме

мінімізації ризику та оптимальному управлінню ним, перш за все в районах з високою розвинутою промисловістю.