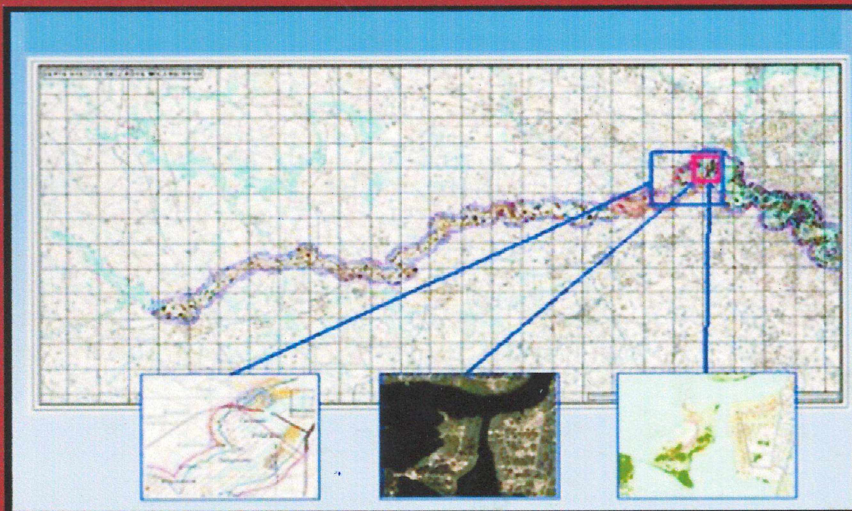


Д.С. СТЕПАНЕНКО
Н.В. ТАРУСОВА
О.В. МАЦЮРА
О.О. ДАНЧЕНКО

МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ



Д.С. Степаненко
Н.В. Тарусова
О.В. Мацюра
О.О. Данченко

МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

*для студентів спеціальності «Екологія та охорона
навколишнього середовища»*

Мелітополь
2011

УДК 379.8(477)(075.8)
ББК 74.200.58(4 Укр.)я73
М 74

Моделювання і прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник.- Мелітополь, 2011.- 180 с.

Автори:

Степаненко Д.С. – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та зоології;

Тарусова Н.В. - кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та зоології;

Мацюра О.В. – доктор біологічних наук, завідувач кафедри екології та зоології;

Данченко О.О. - доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри органічної і біологічної хімії

Рецензенти:

Петрук В.Г. – доктор технічних наук, професор Вінницького національного технічного університету;

Мальцева І.А. – доктор біологічних наук, завідувач кафедри ботаніки та садово-паркового господарства МДПУ імені Богдана Хмельницького

Рекомендовано Вченою радою МДПУ імені Б. Хмельницького
Протокол №8 від 03.06.2011 р.

Навчальний посібник відповідає змісту і структурі навчальної програми з дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища», затвердженої Вченою радою МДПУ імені Б. Хмельницького (протокол №1 від 07.09.2010 р.).

Посібник містить теоретичний матеріал до курсу «Моделювання і прогнозування стану довкілля».

У посібнику розглянуто питання ознайомлення щодо основних, сучасних моделей, які використовуються для прогнозування стану штучних та природних екосистем.

ВСТУП

Розвиток людського суспільства базується на використанні значних енергетичних потужностей, що супроводжується зростаючим тиском на навколишнє середовище. Тому стан довкілля, яку є умовою існування цивілізації, викликає все більшу тривогу, яка зафіксована в протоколах ряду Міжнародних симпозіумів в Ріо – де -Жанейро, Кіото, інших містах та державах. Для кількісної оцінки стану і перспектив розвитку сучасних екосистем необхідно використовувати сучасний математичний апарат.

Глобальний стан біосфери визначається проявом сукупності локальних чинників. Розуміння людством проблеми стану довкілля проявляється у виробленні різного роду концепцій: проживання людини на забруднених територіях, сталого розвитку штучних та природних екосистем. Вирішення питання про забезпечення умів коеволюції людини та біосфери вимагає системного аналізу проблеми взаємодії людини та навколишнього середовища.

Одним із найбільш важливих видів взаємодії людини та навколишнього середовища є сільське господарство. Розвиток агроекологічних систем приймає все більш зростаюче значення як предмет екологічного прогнозу. У культурних біогеоценозах - найбільш яскраво проявляються всі аспекти взаємодії людини з оточуючим її природним середовищем. Підвищення ролі агроекосистем в розвитку біосфери відбувається не тільки за рахунок розширення зайнятих ними територій, але й внаслідок збільшення діапазону та інтенсивності керуючих дій з боку людини. Оцінка екологічних наслідків цих явищ стала необхідним елементом раціонального природокористування. Для користування природними ресурсами, не знищуючи їх, необхідно навчитися передбачати наслідки експлуатації екосистем.

Розвиток комп'ютерних технологій за останні десятиріччя стимулював спостережуваний нині інтерес до математичного моделювання екологічних систем, а також розвиток методів системного аналізу складних об'єктів. З іншого боку, розвиток математичних моделей, які не тільки описують еволюцію екосистем на кількісному рівні, а й пояснюють зміни, що

закономірностей, характерних для взаємодії між різними компонентами екосистем. Обґрунтовані на фізичному рівні адекватні математичні моделі стають основою для прийняття рішень на управлінському рівні у галузі використання природних ресурсів. Крім того, будь-яка математична модель є абстрактним спрощенням екологічного об'єкту, яка характеризується адекватністю, точністю та достовірністю, кількісна оцінка яких вимагає експериментального дослідження із застосуванням ЕОМ.

При вивченні дисципліни "Моделювання і прогнозування стану довкілля" використовуватимуться різноманітні моделі взаємодії різних компонентів екосистем, міграції різних речовин, у тому числі поллютантів, їх впливу на різні фізичні об'єкти навколишнього середовища. Це сприятиме розвитку у студентів вміння застосовувати на практиці знання, набуті при вивченні фізики, хімії, біології, ґрунтознавства та інших наук, а також розумінню того, що екологія, як наука, дозволяє описувати закономірності явищ у навколишньому середовищі на кількісному рівні, а не є тільки системою філософських поглядів та стратегією поведінки людини у взаємовідносинах із довкіллям.

Принциповою особливістю математичних методів в екології є можливість урахування великої кількості випадкових факторів взаємодії живих організмів між собою та навколишнім середовищем, впливу цих факторів на людей, рослинний та тваринний світ.

Основне завдання дисципліни "Моделювання і прогнозування стану довкілля" полягає у вивченні закономірностей поширення поллютантів від джерела їх викиду, харчовими ланцюгами, до людини. Тому при вивченні дисципліни студенти повинні отримати знання про основні закони розповсюдження поллютантів у навколишньому середовищі, про їх вплив на компоненти екосистем, оцінювати дозові навантаження на людину, а також закономірності динаміки розвитку популяцій живих організмів, та вплив на них стану довкілля.

У результаті вивчення дисципліни студенти ознайомлюватимуться із основними, існуючими на сьогодні, моделями, які використовуються для прогнозування стану штучних та природних екосистем.

РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ І ДЕЯКІ ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

1.1. Методологічні проблеми екологізації сучасної науки

Аналіз розвитку поняття "екологія" за останні сто тридцять років є цікавим не тільки для історії науки, але і для розробки її філософсько-методичних проблем. Тому, він має велике практичне значення, так як торкається питання довкілля, що в даний час є актуальним. Поняття "екологія" пройшло певну еволюцію.

У вузькому розумінні цього слова "екологія" означає наука про "дім" (з грецької "ойкос" - житло, місце проживання). Термін "екологія" запропонував німецький зоолог Е. Геккель у 1866 році, але наука екологія виникла на початку нашого століття, а увійшла в ужиток в 60-х рр., коли почали говорити про екологічну кризу як кризу у взаємовідносинах людини із середовищем її проживання.

Як частина біологічного циклу, екологія - наука про місцезнаходження живих істот, їх взаємовідносин з довкіллям. Екологія вивчає організацію і функціонування надорганізмових систем різних рівнів аж до глобального, тобто до біосфери в цілому.

Таким чином, екологічний підхід до вивчення живої природи з давніх - давен виходить за межі біологічних наук і має чітку тенденцію до поширення і в інших галузях наукових знань.

Анатолій Горелов (1998) вважає, що предмет екології поділяється трьома способами. По-перше, виділяють аутоекологію, яка досліджує взаємодію окремих організмів і видів з середовищем, і синекологію, яка вивчає угруповання. По-друге, поділ проходить за типами середовищ, або місцезнаходження: окремо розглядається екологія прісних вод, моря, суші, океану. По - третє, екологія поділяється на таксономічні гілки - екологію рослин, екологію комах, екологію хребетних і т.д. аж до екології людини. Розглядаються також різні напрямки практичного застосування екології - природні ресурси, забруднення середовища і т.д.

приклад, під граничним рівнем ґрунтових вод слід розуміти глибину їхнього залягання під поверхнею землі, при якій значення концентрації одного з хімічних інгредієнтів у досліджуваному створі приймача дренажного стоку буде дорівнювати порогу сольового навантаження на даний момент часу, при тому, що концентрації інших інгредієнтів не перевищують граничних показників.

12.7. Контрольні питання

1. Що розуміється під оптимізацією технологічного процесу?
2. Якими способами здійснюється оптимізація технологічного процесу?
3. Що може бути кінцевими результатами оптимізації?
4. На чому заснована імітаційна оптимізація?
5. За якою схемою реалізується принцип імітаційної оптимізації?
6. Що є об'єктом оптимізації у сфері екології?
7. Що є об'єктами оптимізаційного моделювання, які входять до МВГС (меліоративна водно-господарська система)?
8. Які методи використовуються для оптимізації повітряного середовища?
9. Що є метою оптимізації ґрунтового середовища?
10. За якою метою здійснюється оптимізація впливу дренажного стоку на водне середовище?

Рекомендована література

1. *Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М.* Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник.- Київ: Центр навчальної літератури, 2004.-216 с.
2. *Бараннік В.О.* Моделювання і прогнозування стану довкілля: Навч. посібник.- Харків: ХНАМГ, 2007. – 85 с.
3. *Ковальчук П. І.* Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
4. *Ясковец І.І., Тарасенко Р.О.* Моделювання та прогнозування стану довкілля. Методичний посібник. – К.: Видавничий центр НАУ, 2004. – 78 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ І ДЕЯКІ ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ	5
1.1. Методологічні проблеми екологізації сучасної науки.....	5
1.2. Концепції течії в галузі проблем охорони природи.....	9
1.3. Показники якості життя.....	13
1.4. Контрольні питання.....	17
<i>Рекомендована література</i>	17
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ДОВКІЛЛЯ ЯК ГАЛУЗЬ ПОШУКУНОВИХ РІШЕНЬ	19
2.1. Загальнонаукові категорії й методи пізнання.....	19
2.2. Метод моделювання в екологічних дослідженнях.....	21
2.3. Типи моделей.....	23
2.4. Поняття математизації екологічних дисциплін.....	26
2.5. Особливості математичного моделювання.....	28
2.6. Суть системного аналізу довкілля.....	30
2.7. Системний підхід до побудови математичних моделей.....	33
2.8. Математичне та статистичне підґрунтя.....	36
2.9. Роль комп'ютера в сучасних екологічних дослідженнях.....	37
2.10. Контрольні питання.....	41
<i>Рекомендована література</i>	41
РОЗДІЛ 3. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ І ЗАВДАННЯ ОСНОВ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ	43
3.1. Історія розвитку ОМСД.....	43
3.2. Завдання ОМСД на сучасному рівні.....	47
3.3. Контрольні питання.....	49
<i>Рекомендована література</i>	49
РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ (ОМСД) ЯК ОКРЕМА ДИСЦИПЛІНА	50
4.1. Об'єкт, предмет і зміст ОМСД.....	50
4.2. Структура ОМСД.....	51
4.3. Зв'язки ОМСД.....	52
4.4. Функції ОМСД.....	53
4.5. Контрольні питання.....	53
<i>Рекомендована література</i>	54

РОЗДІЛ 5. БЛОКОВІ МОДЕЛІ ЕКОСИСТЕМ	55
5.1. Загальна характеристика блокових моделей.....	55
5.2. Вибір кінцевого і початкового стану.....	56
5.3. Метод аналізу експериментальних компонентів.....	56
5.4. Модель екосистеми.....	57
5.5. Елементарні блокові моделі: «Пряме перетворення».....	60
5.6. Елементарні блокові моделі: Модель «Контур зворотного зв'язку».....	61
5.7. Елементарні блокові моделі: Модель «Внутрішня петля зворотного зв'язку».....	62
5.8. Загальні поняття про промислові моделі.....	63
5.9. Блокова модель «Енергія, гроші, цивілізація»	65
5.10. Врахування вартості антропогенних субсидій.....	67
5.11. Повна блокова модель трофічної структури співтовариства	69
5.12. Контрольні питання.....	70
<i>Рекомендована література</i>	71

РОЗДІЛ 6. ЛОГІЧНЕ, ІМІТАЦІЙНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	72
6.1. Загальні поняття про логічне та імітаційне моделювання в екології.....	72
6.2. Поняття про логіко-інформаційне моделювання.....	73
6.3. Принципи побудови логіко-інформаційних моделей. Структура моделі.....	78
6.4. Методика побудови логіко-інформаційної моделі функціонуючого елемента.....	82
6.5. Поняття про логіко-імітаційне моделювання.....	83
6.6. Основні поняття про умови і обставини виникнення небезпечних ситуацій.....	85
6.7. Аналіз процесів формування небезпечних ситуацій. Логічне моделювання процесів формування та виникнення небезпечних і аварійних ситуацій.....	87
6.8. Логічне моделювання аварій (травм) і катастроф.....	88
6.9. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і катастроф.....	94
6.10. Контрольні питання.....	96
<i>Рекомендована література</i>	97

РАЗДЕЛ 7. МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЙ	98
7.1. Основні поняття і визначення.....	98
7.2. Характеристика популяцій.....	99
7.3. Визначення швидкості росту.....	100
7.4. Визначення швидкості розмноження.....	101

7.6. Криві виживання.....	104
7.7. Потенційна швидкість природного росту популяції.....	105
7.8. Поняття біотичного потенціалу популяції.....	106
7.9. Демографічна таблиця.....	109
7.10. Внутрішньовидова конкуренція. Її основні ознаки.....	111
7.11. Модель популяції з дискретним розмноженням.....	112
7.12. Модель популяції з низькою смертністю.....	114
7.13. Модель динаміки популяції з внутрішньовидовою конкуренцією.....	114
7.14. Вплив смертності.....	115
7.15. Реалістична модель з дискретним розмноженням.....	116
7.16. Модель Сміта і Слаткіна.....	117
7.17. Контрольні питання.....	118
<i>Рекомендована література.....</i>	119

РОЗДІЛ 8. ЛОГІСТИЧНА МОДЕЛЬ ПОПУЛЯЦІЇ З НЕПЕРЕРВНИМ РОЗМНОЖЕННЯМ.....

8.1. Логістична модель для ідеальних умов існування.....	120
8.2. Врахування внутрішньовидової конкуренції.....	121
8.3. Ознайомлення з логістичною моделлю системи з міжвидовою конкуренцією Лоткі-Вольтерра.....	123
8.3.1. Міжвидова конкуренція. Концепція екологічної ніші Хатчинсона.....	123
8.3.2. Побудова моделі Лоткі-Вольтерра системи з міжвидовою конкуренцією.....	125
8.4. Контрольні питання.....	126
<i>Рекомендована література.....</i>	126

РОЗДІЛ 9. ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....

9.1. Поняття прогнозу та прогнозування.....	127
9.2. Основна класифікація прогнозів та методів прогнозування.....	128
9.3. Основні методики екологічного прогнозу.....	130
9.4. Особливості довгострокового та оперативного прогнозування.....	131
9.5. Деякі базові методики прогнозування стану довкілля.....	132
9.5.1. Методика довгострокового прогнозування забруднення водного об'єкту.....	132
9.5.2. Регресійна модель поширення забруднення.....	133
9.6. Прогнозування якості довкілля.....	133
9.6.1. Оцінка якості атмосферного повітря.....	133
9.6.2. Ієрархічний підхід до керування якістю води.....	134

9.8. Моделювання в прогнозуванні стану систем навоколишнього середовища.....	136
9.9. Контрольні питання.....	137
<i>Рекомендована література.....</i>	138

РОЗДІЛ 10. ЕКОСИСТЕМА ТА ПРОБЛЕМИ ЇЇ

ПРОГНОЗУВАННЯ.....	139
10.1. Екосистема як об'єкт прогнозування.....	139
10.2. Основні проблеми екологічного прогнозування.....	141
10.3. Проблеми, індуковані збором і обробкою первинної інформації.....	142
10.4. Проблеми, породжені складністю екосистем.....	145
10.5. Деякі прогнози науковців щодо майбутнього стану довкілля.....	148
10.6. Контрольні питання.....	152
<i>Рекомендована література.....</i>	152

РОЗДІЛ 11. МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНИХ ТА АГРОЕКОСИСТЕМ.....

11.1. Основні поняття.....	153
11.2. Забруднення довкілля.....	154
11.2.1. Поняття про забруднення довкілля.....	154
11.2.2. Радіоактивне забруднення. Глобальні проблеми моделі радіоактивного забруднення.....	155
11.3. Передумови і перспективи створення глобальних радіоекологічних моделей.....	157
11.4. Проблеми й способи вирішення проблем створення глобальних радіоекологічних моделей.....	162
11.5. Висновки.....	166
11.6. Контрольні питання.....	166
<i>Рекомендована література.....</i>	167

РОЗДІЛ 12. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСЕРЕДОВИЩ.....

12.1. Оптимізація технологічного процесу.....	169
12.2. Імітаційна оптимізація.....	169
12.3. Оптимізаційні водні системи.....	170
12.4. Оптимізація повітряного середовища.....	171
12.5. Оптимізація ґрунтового середовища.....	173
12.6. Оптимізація впливу дренажного стоку на водне середовище.....	173
12.7. Контрольні питання.....	174

