

ТЕОРІЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ

Підручник



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»



Сумський державний університет

Теорія систем в екології

Підручник



Суми
Сумський державний університет
2015

УДК 303.732.4:502.13:519.876.2(075.8)

ББК 28.071

T33

Авторський колектив:

Ю. Г. Масікевич, доктор біологічних наук, професор (Чернівецький факультет НТУ «ХПІ»);

О. В. Шестопапов, кандидат технічних наук, доцент (НТУ «ХПІ»);

А. А. Негадайло, кандидат технічних наук, доцент (Чернівецький факультет НТУ «ХПІ»);

Л. Д. Пляцук, доктор технічних наук, професор (Сумський державний університет);

Л. Л. Гурець, кандидат технічних наук, доцент (Сумський державний університет);

Р. А. Васькін, кандидат технічних наук, доцент (Сумський державний університет)

Рецензенти:

Ю. В. Малюкін - доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент АН України, заступник директора Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України;

В. Ф. Мислицький - доктор біологічних наук, професор кафедри патофізіології Буковинського державного медичного університету

*Рекомендовано до видання
редакційно-видавничою радою
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
як підручник
(протокол № 2 від 12 грудня 2013 р.)*

Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов,
T33 А. А. Негадайло та ін. - Суми : Сумський державний університет, 2015. -
330 с.
ISBN 978-966-657-568-8

У підручнику викладені основи теорії систем і системного аналізу, необхідні під час дослідження різних міждисциплінарних проблем, їх системно-синергетичних основ і зв'язків, а також теоретичні, методичні й практичні питання вирішення конкретних екологічно спрямованих завдань за допомогою загального системного підходу і методів системного аналізу екологічних процесів.

Цей підручник рекомендований для підготовки кваліфікованих фахівців із природоохоронної діяльності, пов'язаної з організацією раціонального природокористування, системним аналізом, дослідницькою діяльністю, управлінням екологічними процесами і прийняттям рішень.

Призначений для студентів-екологів вищих навчальних закладів.

УДК 303.732.4:502.13:519.876.2(075.8)

ББК 28.071

© Масікевич Ю. Г., Шестопапов О. В.,
Негадайло А. А. та ін., 2015

© Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
Сумський державний університет, 2015

ISBN 978-966-657-568-8

Вступ

ЧАСТИНА ПЕРША

ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ

1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ	
1.1 Історія розвитку вчення про системи.....	9
1.2 Зв'язок теорії систем з іншими науками.....	13
1.3 Поняття систем и.....	15
1.4 Властивості систем.....	20
1.5 Класифікація систем.....	23
1.6 Системний аналіз та системний підхід як методології дослідження систем.....	34
1.7 Складність екологічних систем.....	42
Контрольні запитання і завдання до самостійної роботи до розділу.....	47
2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ	
2.1 Структурно-функціональні рівні організації органічного світу.....	48
2.2 Ступені організації екосистем.....	58
2.2.1 Консорційні екосистеми.....	58
2.2.2 Парцелярні екосистеми.....	61
2.2.3 Біогеоценозні екосистеми.....	65
2.2.4 Ландшафтні екосистеми.....	68
2.2.5 Провінційні екосистеми.....	72
2.2.6 Біомні екосистеми.....	74
2.2.7 Субстратні екосистеми.....	77
2.2.8 Глобальна екосистема - біосфера.....	77
2.3 Енергетичний баланс екологічних систем та їх продуктивність.....	81
2.3.1 Енергетичний баланс екологічних систем.....	81
2.3.2 Біологічна продуктивність екологічних систем.....	93
2.4 Екологія популяцій.....	95
2.5 Екологічні фактори та їх вплив на життєдіяльність організмів.....	100
2.5.1 Поняття про екологічні фактори.....	100
2.5.2 Класифікація екологічних факторів та їх вплив на живі організми.....	102
2.5.3 Види дії екологічних чинників на організми.....	106
2.6 Екологічна ніша з позицій системного підходу.....	113
2.7 Природна динаміка та еволюція екосистем.....	118
2.7.1 Екологічна сукцесія.....	119
2.7.2 Еволюція екосистем.....	125
2.7.3 Флуктуації екосистем.....	128

2.8	Стьйкість, стабільність та самоочищення екосистем.....	133
2.8.1	Механізми стійкості екологічних систем.....	133
2.8.2	Самоочищення екологічних систем.....	141
2.9	Системний аналіз самоочищення біотехноценозу.....	148
2.10	Основні закони функціонування екологічних систем.....	158
	Контрольні запитання і завдання до самостійної роботи до розділу.....	167
3. МЕТОДОЛОГІЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДОВКІЛЛЯ		
3.1.	Суть і завдання системного аналізу.....	168
3.2.	Основні принципи системного аналізу.....	169
3.3.	Етапи і послідовність системного аналізу.....	169
3.4	Методика проведення системного аналізу.....	177
3.5	Методи системного аналізу.....	178
3.5.1.	Неформальні методи.....	178
3.5.2.	Формалізовані методи.....	181
3.6	Методологія побудови або ідентифікації складних систем.....	183
3.7	Опис системи на вербальному рівні.....	185
3.7.1	Історична форма опису системи.....	186
3.7.2	Предметна форма опису системи.....	187
3.7.3	Функціональна форма опису системи (функціональний аналіз).....	189
	Контрольні запитання і завдання до самостійної роботи до розділу.....	190
4. ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ		
4.1.	Поняття «модель» і «моделювання». Абстрактна модель системи довільної природи.....	191
4.2	Класифікація моделей.....	193
4.3	Властивості моделей.....	198
4.4.	Підходи до фізичного і математичного моделювання.....	201
4.5	Узагальнений алгоритм побудови математичної моделі.....	211
4.6.	Формалізовані процедури системного аналізу.....	213
4.6.1.	Аналіз та синтез у теорії пізнання і системному аналізі.....	213
4.6.2.	Декомпозиція та агрегація.....	213
4.6.3.	Процедура декомпозиції. Алгоритм декомпозиції.....	214
4.6.4	Агрегативання.....	216
	Контрольні запитання і завдання до самостійної роботи до розділу.....	219

ЧАСТИНА ДРУГА
ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ
ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

5. ЕЛЕМЕНТИ ЯКІСНОЇ ТЕОРІЇ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ	
5.1 Особливості математичного моделювання екологічних процесів.....	220
5.2 Моделі екологічних систем, що описуються одним диференціальним рівнянням першого порядку. Стійкість. Метод Ляпунова.....	224
5.3 Моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь другого порядку. Фазова картина системи. Визначення стійкості....	234
5.4 Лінійні системи. Типи особливих точок: вузол, сідло, фокус, центр	240
5.5. Дослідження стійкості нелінійних систем за методом Ляпунова.....	248
5.5.1 Кінетичні рівняння Лотки та модель Вольтерра.....	250
Контрольні запитання і завдання для самостійної роботи до розділу.....	258
6 ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОЛОГІЇ	
6.1 Основні принципи використання загальносистемного підходу до моделювання екологічних систем.....	259
6.2 Детерміністські моделі.....	263
6.3 Стохастичні моделі.....	270
6.4 Екологічні тригери, автоколивання, граничні цикли.....	276
6.5 Динамічні моделі в екології.....	282
6.6 Узагальнені моделі взаємодії двох видів.....	293
6.7 Матричні моделі.....	299
6.8 Оптимізаційні моделі.....	306
6.9 Ігрові моделі.....	310
6.10 PEST- та SWOT-аналіз в управлінні екологічними системами.....	317
Контрольні запитання і завдання до самостійної роботи до розділу.....	326
Перелік скорочень.....	327
Список використаної літератури.....	328
Список рекомендованої літератури.....	329