

МІЖРЕГІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП



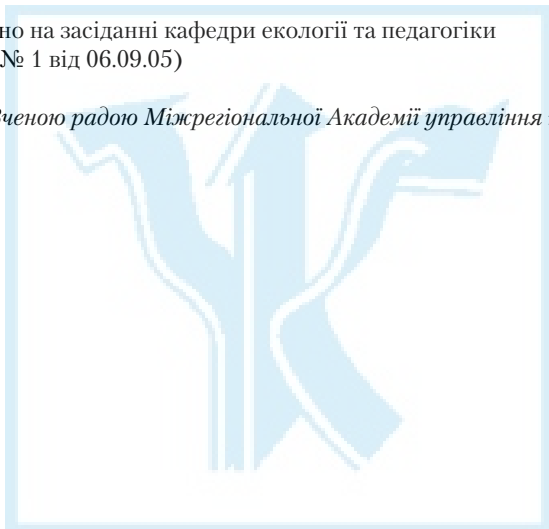
НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
дисципліни
“ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ”
(для спеціалістів, магістрів)

Київ 2005

Підготовлено доктором геолого-мінералогічних наук, проф.
М. І. Дробноходом, доктором технічних наук, проф. *І. В. Бейком*
і кандидатом географічних наук, професором *Ф. В. Вольвачем*

Затверджено на засіданні кафедри екології та педагогіки
(протокол № 1 від 06.09.05)

Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії управління персоналом



Дробноход М. І., Бейко І. В., Вольвач Ф. В. Навчальна програма дисципліни “Екологічні системи” (для спеціалістів, магістрів). — К.: МАУП, 2005. — 20 с.

Навчальна програма містить пояснювальну записку, навчально-тематичний план, програмний матеріал до вивчення дисципліни “Екологічні системи”, практичні і лабораторні заняття, завдання для практичних занять, вказівки до виконання контрольної роботи, теми рефератів, питання для самоконтролю, а також список рекомендованої літератури.

© Міжрегіональна Академія
управління персоналом (МАУП),
2005

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Предметом дисципліни “Екологічні системи” є вивчення та обґрунтування методів системного підходу до вирішення питань гармонізації взаємовідносин суспільства і природи; вивчення типів математичних моделей керованих екопроцесів, методів оцінювання стану екосистем, моделей оптимальної функціональної структуризації екосистем, методів і моделей прогнозування стану довкілля і оптимального керування природоохоронними заходами. Такі знання необхідні для розуміння сучасних проблем екологічного захисту довкілля та сучасних методів їх розв’язання.

Мета вивчення дисципліни — дати майбутньому фахівцю з екологічного менеджменту систематизовану, повну і вичерпну інформацію про екологічну систему, про взаємодії між екосистемами та управління їх стійкістю і продуктивністю в інтересах людини. Студенти опановують методами моделювання та прогнозування процесів екологічного забруднення довкілля, ознайомлюються із методами побудови та використання математичних моделей керованих екопроцесів.

Завдання дисципліни — підготувати студентів до комплексного використання методів системного аналізу стану довкілля, прогнозування та оптимізації природоохоронних заходів. З метою кращого засвоєння навчального матеріалу студенти виконують лабораторні роботи, які включають розв’язання практичних задач побудови, аналізу та ефективного використання математичних моделей природоохоронного захисту. Студент повинен

знати:

основи екологічної науки, комплексні показники функціонування природних систем, методи збору, обробки та інтерпретації екологічної інформації, засоби та можливості моделювання і прогнозування екосистем, сучасне становище екологічної науки, її досягнення та методи дослідження;

уміти:

орієнтуватись у проблемах і перспективних напрямках розвитку методів математичного моделювання для оцінювання та прогнозування стану довкілля, створювати вербальні, графічні та комп’ютерні моделі екологічних процесів, систем і явищ, аналізувати екологічну складову в різних сферах суспільного життя — соціальній, економічній, міжнародній, політичній та ін.; здійснювати розрахунки параметрів і динамічних характеристик екосистем; користуватися даними

моделювання при оцінюванні та прогнозуванні екологічних ситуацій; аналізувати та оцінювати дані екологічних спостережень та екологічного моніторингу стану довкілля; використовувати методи математичного моделювання для вирішення теоретичних і прикладних завдань охорони довкілля.

Курс “Екологічні системи” вивчається 54 години. На лабораторних заняттях проводяться числові експерименти з використанням обчислювальної техніки, досліджуються методи, алгоритми, будуються відповідні програми ідентифікації параметричних моделей детермінованих і стохастичних екопроцесів. Передбачено консультації та позааудиторні заняття, які включають роботу над рекомендованими літературними джерелами, а також підготовку до поточного, проміжного та підсумкового контролю. Результати освоєння курсу оцінюються підсумковим заняттям — заліком.

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН
вивчення дисципліни
“ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ”

№ пор.	Назва теми
1	Поняття про екологічні системи та їх місце в організації біосфери
2	Причинно-наслідкові залежності і динамічна рівновага взаємодіючих екосистем
3	Екологічні фактор
4	Структура і функції екосистем, екологічна ніша та рівновага
5	Енергетичний баланс екосистеми
6	Біогеохімічні цикли та їх еволюція
7	Метаболізм екосистем
8	Аутекологічні системи
9	Демекологічні системи
10	Синекологічні системи
11	Соціоекосистеми
12	Математичне моделювання і системний аналіз екосистем
13	Екометрія. Динамічні моделі
14	Математичні моделі управління наземними та водними екосистемами
15	Математичні моделі атмосферних екопроцесів

ПРОГРАМНИЙ МАТЕРАЛ
до вивчення дисципліни
“ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ”

**Тема 1. Поняття про екологічні системи та їх місце
в організації біосфери**

Концепція екосистеми за Теслі–Евансом. Структура і функції екосистеми. Системний підхід в екології. Система і комплекс. Матеріальні і нематеріальні системи. Властивості систем. Циклічність розвитку природних систем. Динамічна рівновага. Принципи опису і моделювання систем.

Структурні рівні організації екологічних систем — критерії виділення і основні напрями їх вивчення.

Література [24; 25; 34; 44]

**Тема 2. Причинно-наслідкові залежності і динамічна
рівновага взаємодіючих екосистем**

Причинно-наслідкові залежності та їх математичні моделі. Стаціонарні і динамічні моделі причинно-наслідкових залежностей в екосистемах. Динамічна рівновага і циклічність розвитку природних систем. Методи системного аналізу динамічних систем, динамічної рівноваги, гомеостазу.

Література [1–3; 22; 25; 30; 31]

Тема 3. Екологічні фактори

Поняття про екологічний фактор, екологічне середовище.

Вплив екологічних факторів середовища на живі організми, популяції і біоценози. Екологічні ніші. Трофічні ланцюги, гомеостатичні механізми і метаболізм екосистеми. Методи кібернетики в екології. Вклад видатних українських вчених у розвиток світової екології: вчення про біосферу, ноосферу, живу речовину, біогеохімічні цикли, органогенний парагенезис (Вернадський); екологічні ізотопи, живі покриви Землі — строми (Висоцький); ектопи, синекологічні ординати, едафічна сітка (Погребняк); метаболізм екосистем (Гродзинський, Головка); комплекс ідей про сутність зв'язків суспільства з природою (Подолінський, Антонович, Тутківський, Ліпа).

Література [3; 25]

Тема 4. Структура і функції екосистем, екологічна ніша та рівновага.

Видова, просторова і трофічна структура екосистем. Екологічна ніша. Структурно-функціональні блоки екосистем за Одумом. Абіотичне та біотичне середовища, видове різноманіття і змінність біоценозів. Продуктивність трофічного ланцюга, одновидових екосистем (ценозів) і багатовидових екосистем. Екологічна рівновага, гомеостаз. Система методів в екології *in situ*, *in vivo*. Дефініції, символи і показники, які використовуються в екології.

Література [4; 9; 19–21; 25; 37; 42]

Тема 5. Енергетичний баланс екосистеми

Надходження енергії в екосистему. Енергетика абіотичної та біотичної складових екосистеми. Енергетика автотрофів, гетеротрофів, детритного блоку. Енергетичний баланс та ефективність екологічної системи. Акумуляційні та деградаційні системи.

Література [21; 22; 25; 31; 42]

Тема 6. Біогеохімічні цикли та їх еволюція

Обмін речовини і енергії в екосистемах. Баланс обміну органічної речовини. Біогеохімічні процеси в розвитку екологічного середовища. Кліматична теорія утворення органічних речовин. Біогеохімічні цикли та їх еволюція, великий і малий кругообіги речовин і біогеохімічні цикли (води, вуглецю, фосфору, сірки, мінеральних речовин). Кругообіг радіонуклідів у трофічних ланцюгах.

Література [20–22; 25; 42]

Тема 7. Метаболізм екосистем

Метаболізм як комплекс хімічних, енергетичних та інформаційних перетворень у забезпеченні стабільності екосистеми та її рівноваги з навколишнім середовищем. Біотичний та енергетичний метаболізм, біологічні катализатори, фотосинтез енергії. Метаболічні реакції за участю кисню (дихання, окислення, гідроліз, азотфіксація, гетеротрофна нітрифікація, біологічне вивітрювання) та безкисневі реакції (безкисневе дихання, денітрифікація, відновлення, ферментація). Визначення окислювального стану та прогнозування поведінки хімічного елемента в системі. Ензиматичні перетворення та ензиматична активність екологічної системи. Перетворення органічних речовин

(вуглеводів, органічних азотних і ароматичних сполук, органічних фосфатів). Гуміфікація та її біосферно-екологічне значення. Токсичність природних і привнесених речовин. Характеристики токсичних хімічних сполук і закономірності реакції організмів і екосистем на їх вплив. Межі допустимого впливу токсичних речовин на екосистему. Перенесення токсичних речовин в екосистемі (адсорбція, десорбція, дифузія, конвекція). Міграція в системі вода — повітря, ґрунт — повітря. Кінетика біоконцентрації водними організмами. Концентрація хімічних елементів і коефіцієнти поглинання вищими рослинами, мезо- і макрофауною та хребетними. Абіотичний метаболізм (перетворення токсинів без участі живих організмів) і абіотичні окислювальні процеси. Практична токсикологія води і ґрунту.

Література [12; 22; 25; 33; 36; 41; 42]

Тема 8. Аутоекологічні системи

Зв'язки між фізичним середовищем та організмами. Екологічні фактори середовища (склад атмосфери, сонячне світло, температура, волога). Адаптація організмів. Екотипи у тварин. Фізіологічні основи адаптації. Терморегулювання у хребетних. Пристосування до температури середовища. Енергетичний баланс організмів. Екологічна класифікація організмів. Регулювання водного режиму організмів. Роль води у процесах терморегулювання. Водний дефіцит організму. Мінеральне живлення організмів. Метаболічні функції біологічно активних елементів. Управління хімічним складом рослин та якістю урожаю. Продуктивність одновидових (аутоекологічних) систем.

Література [13; 25; 33; 36; 39; 42]

Тема 9. Демекологічні системи

Чисельність і щільність популяцій і методи їх оцінювання. Типи просторових структур популяції та методи їх аналізу. Динаміка популяції. Міжвидова взаємодія популяцій. Математична модель міжвидової конкуренції Гауса. Еволюційні наслідки конкуренції. Дисперсність популяції та фактори, які регулюють просторову структуру популяції. Зв'язок між елементами структури популяції (народжуваність, смертність, вікова структура). Біотичний потенціал. Мальтузіанський параметр. Екологічна ємність середовища. Механізми регулювання чисельності популяцій. Обмеження чисельності популяції в результаті міжвидової взаємодії та дії фізичних факторів.

Логістична модель динаміки популяції. Модель “хижак — жертва”. Рух енергії через популяцію. Продукція біомаси в енергетичному балансі особини. Оцінювання продуктивності популяції. Шкідливі, нейтральні і корисні види. Популяційні інвазії. Поріг шкідливості. Еволюційна стратегія популяцій (освоєння і утримання за собою території, здобуття конкурентної переваги на своїй території, контроль за внутрішніми і зовнішніми факторами, які загрожують існуванню популяції). Ефект Агаджаняна щодо зворотного зв'язку між особинами одного й того ж виду.

Література [22; 25; 30; 31; 33; 39]

Тема 10. Синекологічні системи

Продуценти, консументи, редуценти. Біоценоз і біотоп. Синекологічні принципи: принцип функціональної єдності біотопу і біоценозу; принципи організації біоценозу на основі взаємодії його компонентів; принцип автономності біоценозу; принцип динамічної екологічної рівноваги; принцип екологічної сукцесії. Структура біоценозу і фактори, які її визначають. Просторова та біотична структури. Видова різноманітність та її показники (показник Сімпсона, показник Шеннона–Віннера). Фактори видової різноманітності (фактор часу, стабільності середовища, просторової диференціації, продуктивності, хижацтва). Принцип оптимальної продуктивності, принцип стабілізації. Механізми розподілу ресурсів між видами в екосистемі. Трофічна структура екосистем, трофічні рівні і трофічні ланцюги. Конкурентійні структури екосистем. Паратрофічні структури. Взаємодія видів, що належать до одного та до різних трофічних рівнів. Коеволюція. Гіпотези змінності. Біоценотична концепція Клементса та компромісна концепція континууму. Абіотичне середовище та його вплив на біоту. Вплив біоти на середовище. Ґрунт як підсистема синекологічних систем.

Література [12–14; 20–22; 25; 31; 37; 39; 40; 42]

Тема 11. Соціоекосистеми

Територіальна, суспільна, економічна та екологічна складові соціоекосистеми (географічне положення, кордони, сонячна інсоляція, сума активних температур, середньорічна температура, атмосферні опади, природно-ресурсний потенціал, геополітична потужність держави). Економічна система та її вплив на природне середовище

(кількість населення, технологічне оснащення економіки; енергоємність і матеріалоємність економіки).

Соціоприродне середовище відтворення продуктивних сил природи і виробничих елементів. Підсистеми соціоприродного середовища (середовище проживання людей, флори і фауни; середовище функціонування виробництва; середовище відновлення первинного предмету праці). Умови відтворення соціоприродного середовища та його елементів. Оптимізація взаємодії суспільства з природою. Зв'язок між рівнем національного доходу, використанням природних ресурсів, інвестиціями в екологічну сферу, кількістю промислових емісій на одиницю продукції, споживання благ на душу населення, екологічною ємністю середовищ). Природно-ресурсні моделі, моделі рівноваги. Природно-територіальні комплекси та геосистеми, типоморфні та критичні компоненти геосистеми. Планетарна (біосферна) геосистема та регіональні геоекосистеми та їх зональні підрозділи. Моделі і методи планування і керування природно-територіальним комплексом (адміністративно-територіальний устрій, розміщення продуктивних сил, екологічна організація території і сільськогосподарських ландшафтів).

Література [4; 8; 10; 16; 17; 19; 20; 24; 26; 27; 29; 30; 32]

Тема 12. Математичне моделювання і системний аналіз екосистем

Класифікація математичних моделей. Етапи системного аналізу: вибір проблеми, постановка задачі, визначення ієрархії цілей, вибір шляхів розв'язання задачі, моделювання, оцінка стратегій, впровадження результатів. Елементарні моделі росту та щільності популяції, моделі експоненціального росту, загальні динамічні моделі. Приклад моделі стійкого функціонування динамічної природної системи “фітосинтез – гумусові речовини ґрунту”.

Література [1–3; 43; 44]

Тема 13. Екометрія. Динамічні моделі

Завдання статистики у екологічних дослідженнях. Динамічні моделі Форрестера. Матричні моделі кругообігу речовин і руху енергії. Просторовий розподіл організмів за моделлю розподілу Пуассона. Оптимізаційні задачі і моделі.

Література [1; 2; 44]

Тема 14. Математичні моделі управління наземними та водними екосистемами

Математичні моделі перенесення екологічних забруднень у ґрунтах і річкових басейнах. Управління родючістю ґрунту та екологічне землеробство. Управління екосистемами річкових басейнів і водного середовища. Природна біогеохімічна рівновага у водних екосистемах. Біологічна продуктивність морської екосистеми. Характеристика водних екосистем (зовнішні фактори, біологічні елементи, кисень, фіто- і зоопланктон, бентос, рибний ресурс, кисневий баланс). Якість води та її прогнозування у взаємодії з водогосподарським комплексом річкового басейну.

Література [1–3; 44]

Тема 15. Математичні моделі атмосферних екопроцесів

Математичні моделі перенесення екологічних забруднень в атмосфері. Математичні моделі планування рекреаційних зон.

Література [1; 2; 44]

ПРАКТИЧНІ І ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

1. Методи оцінювання даних натурних експериментів і даних спостережень

Методи математичної статистики. Емпірична функція розподілу, варіаційний ряд, гістограма, функції щільності, полігон частот, середнє арифметичне значення, медіана, вибіркова дисперсія, вибіркові моменти. Оцінки максимальної вірогідності. Методи стійкого оцінювання в умовах невідомих функцій розподілу похибок вимірювань. Оптимальні оцінки.

2. Побудова лінійних і лінійно-параметричних моделей

Методи і алгоритми для оцінювання значень параметрів лінійних і лінійно-параметричних моделей.

3. Побудова нелінійних математичних моделей причинно-наслідкових екозалежностей

Методи і алгоритми для оцінювання параметрів нелінійної моделі. Побудова математичних моделей в умовах неповних даних.

4. Методи прогнозування і керування динамічними екопроцесами

Числові методи, алгоритми і програми для прогнозування і керування на основі використання математичної моделі. Моделі оптимального керування процесами (риболовля, лісовирубка, вірусні епідемії).

5. Моделювання і прогнозування процесів забруднення водних екосистем

Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.

6. Моделювання і прогнозування процесів забруднення атмосфери

Моделі процесів забруднення атмосфери. Гаусівська модель. Дифузійна модель.

7. Математичні моделі соціально-економічних системах

Математичні моделі конкуренції та конфліктів. Методи системного аналізу і числових експериментів.

8. Методи пошуку нових знань за допомогою математичних моделей

Методи побудови оптимальних математичних моделей на основі даних натурних спостережень. Прогнозування і керування у відшуканні нових знань про об'єктивно існуючі причинно-наслідкової залежності між причинними та наслідковими факторами.

9. Дослідження процесу біологічної очистки стічних вод за допомогою математичного моделювання

Математичне моделювання процесів біологічної очистки стічних вод. Основні параметри біореактора та швидкість очищення стічних вод. Процес переносу речовин у рухомому середовищі (воді). Верифікація математичної моделі. Проведення імітаційного експерименту.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Екологічне моделювання з використанням ПК. Побудова моделі, верифікація моделі, аналіз чутливості моделі, інтерпретація результатів моделювання [1; 6; 9; 10; 12; 17; 19; 20; 29; 37].
2. Дослідження динамічних моделей росту і взаємодії видів. Ріст видів у монокультурних і змішаних ценозах [4; 6; 9].
3. Ріст видів в умовах конкуренції. Оптимізаційні моделі Лотки–Вольтерра [6; 9; 20; 25].
4. Модель міграції риби вгору по течії річки [9].
5. Модель ходу росту сосни звичайної [9; 26; 31].
6. Матричні моделі. Модель вікової структури популяції самок за відомою структурою в даний час і гіпотетичними коефіцієнтами народжуваності і виживання [9].
7. Матричні моделі (структура популяції [9; 27], лісова екосистема [9; 26; 31], модель циклу фосфору в трикомпонентній екосистемі [6; 9]).
8. Модель пуасонівського розподілу організмів [9; 27].
9. Модель росту сіянців ялини на стерилізованому і не стерилізованому ґрунті [9].
10. Множинний регресивний аналіз. Модель швидкості мінералізації листового опаду в екосистемі лісу. Період напіврозпаду [6; 9; 31].
11. Модель сукцесійних змін в екосистемі верхового болота [9].
12. Модель зміни чисельності організмів в екологічному середовищі [9].
13. Аналіз властивостей ґрунтів [9; 22].
14. Прогностичні моделі. Дискримінантні функції. Критерій Хотеллінга [6; 9].
15. Модель захворювання в'яза [6; 9].

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольну роботу студент виконує у вигляді реферату, тему якого вибирає за програмою вивчення дисципліни або з наведеного далі переліку тем рефератів і узгоджує її з викладачем. Викладення матеріалу в рефераті повинно бути послідовним, мати дослідницький характер, містити постановку проблеми, узагальнення самостійно опрацьованих літературних джерел, аналітичні узагальнення, теоретичні або методологічні пропозиції. Бажано застосувати матеріал,

відомий студенту з реальної практики. Цитати і статистичні матеріали обов'язково супроводжувати посиланнями на джерела інформації, зазначаючи автора, повну назву публікації, місце видання, видавництво, загальну кількість сторінок і конкретну сторінку, де наведено інформацію.

Реферат складається із вступу (актуальність теми), основної частини (огляд літератури, постановка проблеми та її вирішення або підходи до її вирішення), висновків і списку використаної літератури. Загальний обсяг реферату — не більше 20 сторінок друкованого тексту формату А4 зі стандартними полями (верхнє — 2,5 см, ліве — 3,5, праве — 1,5 см) через 1,5 інтервалу.

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Роль системного підходу в науці і практиці.
2. Системні ідеї в практичному житті людини.
3. Зміст і технологія екологічного прогнозу.
4. Основні типи екологічних моделей.
5. Загальні принципи теорії систем.
6. Соціоекосистеми.
7. Динамічна рівновага систем.
8. Енергія прогресу за однойменною книгою М. Руденка.
9. Гомеостатичні механізми природних систем.
10. Порівняльний аналіз економічної та екологічної систем.
11. Природно-ресурсна модель В. Леонт'єва “впуск — випуск”.
12. Соціоприродне середовище та його підсистеми.
13. Формалізація при побудові екологічних моделей.
14. Еволюція біогеохімічних циклів.
15. Поняття про природно-ресурсний фонд.
16. Оподаткування ресурсопотоків в економіку: екологічний аспект.
17. Вільна торгівля і глобалізація: екологічний аспект.
18. Приватна власність на природні ресурси.
19. Релігія і екологія: порівняльний аналіз релігій і конфесій.
20. Морально-етичний аспект стійкого екологічно безпечного розвитку.
21. Суспільно-структурна корисність виробництва.
22. Екологічні проблеми економіки.
23. Стійкий розвиток і політика.
24. Складова 200 % геополітики.

25. Екологічна інформація та екологічна база даних.
26. Методи і алгоритми для оцінювання значень параметрів лінійних і лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень.
27. Методи і алгоритми для оцінювання параметрів нелінійної моделі.
28. Моделі оптимального керування екопроцесами.
29. Математичні моделі прогнозування керованих процесів.
30. Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.
31. Моделі процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
32. Математичні моделі конкуренції та конфліктів.
33. Ріст видів в умовах конкуренції. Оптимізаційні моделі Лотки–Вольгерра.
34. Становлення системних ідей в екології.
35. Екологічна рівновага.
36. Індекси використання природних ресурсів: формування, використання.
37. Концепція критичної стійкості системи “суспільство — природа”.
38. Державна ресурсна політика: зміст, концепція, механізми.
39. Властивість оптимуму використання природного ресурсу.
40. Модель природного відбору.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Визначення екосистеми.
2. Структурні рівні організації екологічних систем і принципи їх виділення.
3. Метаболізм екосистеми визначення і види.
4. Фундаментальна функція екологічних систем.
5. Динамічна рівновага.
6. Продуктивність трофічного ланцюга.
7. Дегредатаційні екологічні системи.
8. Жива речовина: визначення, властивості та функції.
9. Біогеохімічні ендемії: визначення, приклади, першовідкривач.
10. Аутоекологічні системи. Механізм керування в системі організм — середовище.

11. Демекологічні системи. Механізм керування на популяційному рівні.
12. Синекологічні системи. Механізм керування синекологічною системою.
13. Соціоекосистеми. Механізм керування.
14. Сума ефективних температур. Екологічне значення закону Вант-гофа.
15. Форми міжвидової взаємодії організмів в екосистемі.
16. Біотичний потенціал, управління популяцією.
17. Екологічне середовище.
18. Біотичний метаболізм. Фіто- і мікротоксини.
19. Екологічний градієнт. Екологічні ряди: торфогенний, гідрогенний, геліогенний.
20. Сутність детерміністичних моделей і застосування їх в екології.
21. Стохастичні моделі та їх застосування в екології.
22. Матричні моделі та їх застосування в екології.
23. Метаболізм токсичних речовин в екосистемі. In situ. Алелопатія.
24. Водний потенціал рН та його екологічне значення.
25. Релігія і екологія: порівняльний аналіз релігій і конфесій в аспекті трактування системи “людина — природа” і компонентів природи.
26. Метаболічні реакції за участю кисню.
27. Система карбонатної рівноваги як одна із фундаментальних природних рівноваг. Формула. Роль CO_2 у регулюванні режиму в атмосфері.
28. Поняття про якість і конверсію енергії в реакції фотосинтезу.
29. Фазова діаграма води та її екологічна інтерпретація.
30. Роль води в тепловому балансі біосфери.
31. Розчинні властивості води.
32. Сутність явища “старіння” системи.
33. Аномальні властивості води. Поняття про структуровану і неструктуровану воду.
34. Формула сумарної потужності теплового потоку на поверхню Землі.
35. Вміст H_2O в атмосфері: середній по планеті та у тропіках.
36. Чи можливе накопичення кисню в атмосфері Землі в результаті ендотермічного процесу іонізації води ($2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) під впливом ультрафіолетового випромінювання?

37. Витрати сонячної енергії на створення 1 кг біомаси — розрахункова формула.
38. Визначення поняття “термодинамічної величини”.
39. Ентальпія та її значення в метаболічних реакціях екосистем.
40. Другий закон термодинаміки: математичний запис, екологічний контекст.
41. Перший закон термодинаміки, математичний запис, екологічний зміст.
42. Еволюційний синергізм за Г. Хакеном.
43. Принципи системного аналізу в екології. Загальнометодологічне значення системного аналізу
44. Ордсинатні системи в екології.
45. Екологічна база даних для моніторингу, стану природи.
46. Системоутворюючий фактор в екології.
47. Елементарні комбінації екологічних ніш видів (за Одумом).
48. Закономірності взаємодії систем з навколишнім середовищем.
49. Поняття про оптимізацію екологічної системи.
50. Сутність методів екологічної оцінки водних ресурсів.
51. Сутність системного підходу до аналізу природних ресурсів.
52. Поняття про метаболізм токсичних речовин в екосистемі.
53. Взаємозв'язок структури і функцій в екосистемі.
54. Методи і алгоритми для оцінювання значень параметрів лінійних і лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень.
55. Методи і алгоритми для оцінювання параметрів нелінійної моделі.
56. Моделі оптимального керування екопроцесами.
57. Математичні моделі прогнозування керованих процесів.
58. Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.
59. Моделі процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
60. Математичні моделі конкуренції та конфліктів.
61. Ріст видів в умовах конкуренції. Оптимізаційні моделі Лотки–Вольтерра.
62. Аналіз властивостей ґрунтів.
63. Варіаційний ряд і основні статистичні характеристики ековибірки.

64. Функція розподілу, емпірична функція розподілу та гістограма ековибірки.
65. Математична модель лінійної залежності.
66. Метод найменших квадратів для побудови лінійних моделей.
67. Математична модель лінійно-параметричної залежності.
68. Оцінювання параметрів моделі за даними натурних спостережень.
69. Нелінійні залежності та їх математичні моделі.
70. Адекватність математичної моделі.
71. Моделі оптимального керування процесами
72. Математичні моделі прогнозування керованих екопроцесів.
73. Критерій оптимальності керування.
74. Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.
75. Одномірні математичні моделі процесів забруднення водного середовища у річкових басейнах.
76. Методи прогнозування процесу перенесення забруднень у річці.
77. Моделі переносу екологічних забруднень атмосфери.
78. Гаусівська модель забруднення атмосфери.
79. Моделі переносу забруднень атмосфери.
80. Дифузійні моделі забруднення атмосфери.
81. Задачі оптимального розміщення виробництв з викидом в атмосферу шкідливих речовин.
82. Методи прогнозування процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
83. Математичні моделі конкуренції та конфліктів.
84. Методи системного аналізу і числових експериментів.
85. Математичні моделі конкуренції та конфліктів у розвитку систем.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бейко І. В.* Лабораторний та польовий практикум з екології. — Ч. 4. Методи математичного моделювання і пошуку нових знань. — К.: Фітосоціоцентр, 1999. — 220 с.
2. *Бейко І. В.* Уніфікована методологія розв'язуючих операторів як новітня інформаційна технологія для відшукування нових знань і прийняття оптимальних рішень (англ. мовою). — Proc. "The Information Technology Contribution to the Building of a

- Safe Regional Environment”, AFCEA, Europe Seminar, Kiev, 28–30.05.98. — P. 44–50.
3. *Бейко І. В. та ін.* Інформаційна система для екологічного менеджменту річкового басейну і оптимізовані підсистеми (англ. мовою). — 1997. — 15th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics. — Berlin, Germany. — 1997. — Vol. 1. — P. 705–711.
 4. *Вольвач В. В.* Математическое моделирование развития колорадского жука. — Л., 1983.
 5. *Глушков В. М.* Макроэкономические модели и принципы построения. ОГАС. — М., 1975.
 6. *Гулдх Х., Тобочник.* Компьютерное моделирование в физике: В 2 кн.: Пер. с англ. — М., 1990.
 7. *Демек Я.* Теория систем и изучение ландшафта: Пер. с чешск. — М., 1977.
 8. *Денисов В. И.* Народно-хозяйственные модели оптимального развития природных комплексов. — М., 1978.
 9. *Джефферс К.* Введение в системный анализ: применение в экологии. — М., 1981.
 10. *Ковалевский В. В.* Геохимическая экология. — М., 1974.
 11. *Канторович Л. В.* Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. — М., 1960.
 12. *Качинський А. Б., Хільг Г. Г.* Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика. — К., 1997.
 13. *Ковалевский А. Л.* Биогеохимия растений. — М., 1991.
 14. *Колотило Д. М.* Екологія і екополітика: Навч. посіб. — К., 1992.
 15. *Контроль і моніторинг природного середовища в Україні та Польщі.* — Варшава, 1994.
 16. *Коссов В. В.* Межотраслевые модели. — М., 1973.
 17. *Ланкастер К.* Математическая экономика. — М., 1972.
 18. *Леонтьев В.* Межотраслевая экономика. — М., 1997.
 19. *Математика* и кибернетика в экополитике: Словарь-справочник: 2-е изд. — М., 1975.
 20. *Моисеев Н. Н.* Математические модели экономической науки. — М., 1973.
 21. *Мякушко В. К., Вольвач Ф. В.* Экология сосновых лесов. — К., 1989.
 22. *Надточій П. П., Вольвач Ф. В.* Екологія ґрунту. — К., 1998.

23. *Надточій П. П., Малиновський А. С. та ін.* Досвід подолання наслідків чорнобильської катастрофи. — К., 2003.
24. *Нееф Э.* Теоретические основы ландшафтоведения. — М., 1974.
25. *Одум Ю.* Основы экологии. — М., 1968.
26. *Паршев А. П.* Почему Россия не Америка. — М., 2003.
27. *Пашиков В. И., Савинков В. М.* Толковый словарь по информатике. — М., 1991.
28. *Пойкер Х.* Культурный ландшафт. — М., 1987.
29. *Раяцкая Р. Л.* Система моделей планирования и прогнозирования. — М., 1976.
30. *Сільськогосподарська екологія:* Навч. посіб. / В. К. М'якушко, Д. О. Мельничук, Ф. В. Вольвач. — К., 1992.
31. *Стефан Г. Спурр, Бертон В. Барнес.* Лесная экология: Пер. с англ. — М., 1984.
32. *Топологические аспекты учения о геосистемах.* — Новосибирск, 1974.
33. *Тродзинский А. М.* Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. — К., 1965.
34. *Федоров, Гильянов.* Экология: Учебник. — М., 1990.
35. *Фортескью Дж.* Геохимия окружающей среды. — М., 1985.
36. *Хоружая Т. А.* Методы оценки экологической опасности. — М., 1998.
37. *Чубук В. В., Чен Р. М. та ін.* Бази даних у питаннях та відповідях: Навч. посіб. — Х., 2004.
38. *Яхонтов В. В.* Экология насекомых: Учеб. для вузов. — М., 1964.
39. *Экологическая химия: основы и концепции:* Пер. с нем. — М., 1997.
40. *Алемсон А., Палмер Д.* Геология: Пер. с англ. — М., 1989.
41. *Андруз Дж., Бримблекумб П.* Введение в химию окружающей среды: Пер. с англ. — М., 1999.
42. *Биосфера:* Пер. с англ. — М., 1972.
43. *Лаврик В. І.* Методи математичного моделювання в екології: — К.: Вид. дім “КМ Академія”, 2002. — 203 с.
44. *Марчук Г. И.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 319 с.
45. *Programme of Action for Sustainable Development.* — Rio de Janeiro, 1992. — 290 p.
46. *Зеегофер Ю. О., Тютюнова Ф. И.* Техногенные подсистемы гидросферы: проблемы управления. — М.: Наука, 1990.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	3
Навчально-тематичний план вивчення дисципліни “Екологічні системи”	4
Програмний матеріал до вивчення дисципліни “Екологічні системи”	5
Практичні і лабораторні заняття.....	10
Завдання для практичних занять.....	12
Вказівки до виконання контрольної роботи	12
Теми рефератів.....	13
Питання для самоконтролю.....	14
Список рекомендованої літератури.....	17

Відповідальний за випуск *Ю. В. Нешкуренко*
Редактор *Л. В. Логвиненко*
Комп’ютерне верстання *Г. М. Макуха*

МАУП

Зам. № ВКЦ-2388

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