

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**Робоча програма  
навчальної дисципліни  
"МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ"  
для студентів спеціальності  
8.05010105 "Комп'ютерний  
еколого-економічний моніторинг"  
денної форми навчання**

**Харків. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015**

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики.  
Протокол № 1 від 26.08.2014 р.

*Самостійне електронне текстове мережне видання*

**Укладач** Ястребова Г. С.

Р 58        Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання еколого-економічних систем" для студентів спеціальності 8.05010105 "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" денної форми навчання : [Електронне видання] / уклад. Г. С. Ястребова. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 45 с. (Укр. мов.)

Подано загальні положення навчальної дисципліни, її тематичний план за модулями і темами, перелік лабораторних занять, контрольні запитання, рекомендовані теми індивідуальних робіт, систему оцінювання знань студентів.

Рекомендовано для студентів спеціальності 8.05010105 "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" денної форми навчання.

## Вступ

У сучасних умовах величезного значення набуває розвиток економіко-екологічних відносин, зв'язки проблем економічного зростання і екологічної рівноваги, фундаментом чого є дослідження складних еколого-економічних систем. У ході цього зростає роль математичного моделювання як найважливішого інструментарію дослідження складних систем, базою проведення економіко-екологічних експертиз. Застосування методів математичного моделювання тісно пов'язане з рішенням життєво важливих завдань розвитку економіки й екології, поліпшення умов існування людини, охороною навколишнього середовища. Рішення проблем адаптації до навколишнього середовища, регуляції чисельності популяцій, управління виробничим процесом, еколого-економічного менеджменту, доцільності інвестицій в екологічні проекти, екологічної індикації і, нарешті, еколого-економічного моніторингу в цілому, вимагає залучення складного математичного апарату на всіх етапах. Застосування математичних методів і моделей у дослідженні еколого-економічних систем пов'язане з широким використанням сучасних пакетів прикладних програм, що дозволяють автоматизувати розрахунки й одержати рішення складних еколого-економічних проблем.

Навчальна дисципліна "Математичне моделювання еколого-економічних систем" входить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін за спеціальністю 8.05010105 "Еколого-економічний моніторинг".

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 0501 "Інформатика та обчислювальна техніка"	Вибіркова. Рік підготовки: 1 М. Семестр: 2-й
змістових модулів – 2		
самостійна робота		
Загальна кількість годин – 144	Шифр та назва спеціальності 8.05010105 "Еколого-економічний моніторинг"	Лекції: кількість годин – 14. Лабораторні: кількість годин – 16. Самостійна робота (у тому числі іспит та передекзаменаційні консультації): кількість годин – 114
Кількість годин на тиждень – 2	Освітній ступінь: магістр	Вид контролю: іспит

*Примітка.* Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 26 %.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання даної навчальної дисципліни є формування теоретичних основ, можливостей практичного застосування математичних методів і побудови математичних моделей для дослідження еколого-економічних систем.

**Об'єктом** навчальної дисципліни є еколого-економічні системи різного рівня ієрархії.

**Предметом** навчальної дисципліни є сукупність математичних моделей еколого-економічних систем.

**Завдання дисципліни** – оволодіння навичками побудови і використання математичних моделей різних рівнів ієрархії для обґрунтування прийняття рішень щодо поліпшення функціонування еколого-економічних систем.

### Кваліфікаційні вимоги до студентів

Навчальна дисципліна "**Математичне моделювання еколого-економічних систем**" є однією з головних у процесі підготовки сучасного

економіста-еколога, має одночасно теоретичне, методологічне та прикладне значення. Вона містить теоретичні знання про якісні властивості екологічних та економічних систем, кількісні взаємозв'язки показників розвитку економіки та їхнього зв'язку з екологічними проблемами світу.

Наукову основу складають теоретичні моделі, математичний апарат, сучасні концепції та парадигми, які визначають підходи до моделювання еколого-економічних систем.

Робочою програмою дисципліни передбачено проведення лекційних та лабораторних занять. Лабораторні заняття базуються на матеріалах лекцій та матеріалі, який самостійно вивчається студентами, включають розгляд конкретних об'єктів і систем та побудову їх математичних моделей.

Самостійна робота студентів передбачає підготовку до лабораторних занять, проведення індивідуальних консультацій, самостійне опрацювання окремих питань.

Матеріал дисципліни використовується у викладенні подальших дисциплін магістерського циклу, а також у ході виконання випускної роботи магістра.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять і виконуючи лабораторні роботи. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів та виконання індивідуальних завдань. Усі види занять розроблено відповідно до положень вищої кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

**Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни.** Із метою найкращого засвоєння матеріалу студенти повинні до початку вивчення дисципліни опанувати знання і навички в галузі дисциплін математичного циклу, методів дослідження операцій та оптимізації, циклу комп'ютерних наук, інформаційних управляючих систем та технологій, екології, економічної теорії, системного аналізу.

Знання, отримані в дисципліні "Математичне моделювання еколого-економічних систем", стануть основою для подальшого вивчення дисциплін економічного та аналітичного циклу, допоможуть під час виконання кваліфікаційних робіт.

У процесі викладання навчальної дисципліни основна увага приділяється оволодінню студентами професійними компетентностями, що наведені в табл. 2.1.

**Професійні компетентності, які отримують студенти  
після вивчення навчальної дисципліни**

Код компетентності	Назва компетентності	Складові компетентності
ММЕЕС* 1	Визначати способи формалізації та моделювання еколого-економічних систем	Формалізувати процес прийняття рішень у еколого-економічних системах
		Будувати концептуальні моделі проблем еколого-економічних систем
		Визначати математичний апарат, що має бути застосований до конкретної проблеми
		Презентувати концептуальні моделі еколого-економічної взаємодії
ММЕЕС 2	Розробляти економіко-математичні моделі еколого-економічних систем	Будувати математичні моделі прийняття рішень у еколого-економічних системах
		Проводити експертне оцінювання та застосовувати принципи еколого-економічної метрології для інформаційної складової математичних моделей у еколого-економічних системах
		Будувати імітаційні моделі еколого-економічної взаємодії
		Будувати балансові моделі еколого-економічних систем
ММЕЕС 3	Здійснювати аналіз, оцінювання та оптимізацію еколого-економічних систем на базі математичних моделей	Визначати оптимальні управлінські рішення в еколого-економічних системах на базі дерев рішень
		Визначати оптимальні управлінські рішення в еколого-економічних системах на базі методу аналізу ієрархії
		Здійснювати обґрунтований вибір інвестиційних еколого-економічних проектів та розподіляти інвестиції за проектами, в списку яких є природоохоронні
		Аналізувати, оцінювати, експериментувати, оптимізувати еколого-економічні системи на базі застосування імітаційних моделей
		Визначати оптимальні управлінські впливи на базі імітаційних моделей еколого-економічної взаємодії
		Досліджувати еколого-економічні системи на базі балансових моделей

\* Математичне моделювання еколого-економічних систем.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1**

#### **Математичні методи та моделі в дослідженні еколого-економічних систем**

##### **Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем**

1.1. Моделювання як метод наукового пізнання.

Моделювання як метод наукового пізнання. Модель та моделювання. Математична модель. Компоненти моделі. Процес моделювання.

1.2. Особливості застосування методу економіко-математичного моделювання в економіці та екології.

Особливості застосування методу економіко-математичного моделювання в економіці та екології. Принципи та вимоги. Роль моделювання у дослідженні еколого-економічних систем.

1.3. Сутність та класифікація економіко-математичних моделей.

Класифікація та приклади економіко-математичних моделей за рівнем абстракції, за часом, за рівнем ієрархії. Процес побудови моделей.

Література: основна [1 – 3]; додаткова [5; 11; 12; 21; 24].

##### **Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки**

2.1. Еколого-економічна метрологія та екологічна експертиза.

Показники, що вимірюються в еколого-економічній метрології. Шкали вимірювання та їх типи. Екологічна експертиза. Принципи екологічної експертизи.

2.2. Експертні оцінки в дослідженні еколого-економічних систем.

Експертні оцінки. Методи індивідуальних та колективних експертних оцінок. Етапи проведення експертизи.

2.3. Підбір експертів та способи оцінювання їхньої компетентності.

Оптимальна кількість експертів. Способи оцінювання компетентності експертів.

2.4. Статистична обробка експертних оцінок.

Ранжування. Метод безпосереднього оцінювання. Методи парних порівнянь.

2.5. Методи оцінювання узгодженості думок експертів.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. Коефіцієнт конкордації оцінки узгодженості думок експертів.

Література: основна [2; 3]; додаткова [4; 9; 10; 16; 19; 20].

### **Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту.**

#### **Екологічне страхування**

##### **3.1. Система еколого-економічного менеджменту.**

Поняття еколого-економічного менеджменту. Система еколого-економічного менеджменту. Економіка природокористування. Прийняття інвестиційних рішень в еколого-економічних системах.

**3.2. Методи економіко-математичного оцінювання природно-ресурсного потенціалу.**

Алгоритми розрахунку економічної оцінки природного ресурсу. Ефекти та збитки від експлуатації природних ресурсів. Розрахунок рентного ефекту.

**3.3. Оцінювання економічних наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище.**

Прямі розрахунки втрат (метод контрольних районів). Непряма емпірична оцінка наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище. Аналітичний (статистичний) метод наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище.

##### **3.4. Метод оцінювання еколого-економічного ризику.**

Умови прийняття рішень. Економічний ризик. Екологічний ризик. Абсолютні та відносні оцінки ризику.

**3.5. Математичні методи обґрунтування вибору еколого-економічних проектів.**

Поняття про дисконтування. Абсолютна ефективність природоохоронних заходів. Річний економічний результат природоохоронних заходів. Ефект від суто економічних інвестиційних проектів. Оптимізаційні завдання еколого-економічного менеджменту.

Література: основна [1; 3]; додаткова [6 – 8; 16; 19; 23].

## **Змістовий модуль 2**

### **Моделі еколого-економічної взаємодії**

#### **Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем**

##### **4.1. Загальна характеристика методу імітаційного моделювання.**

Історія застосування імітаційного моделювання. Метод імітаційного моделювання. Сфери використання в еколого-економічних системах. Складності імітаційного моделювання. Поняття про імітацію. Принцип чорного ящика. Механізм зворотного зв'язку.

#### 4.2. Засоби, методи та системи імітаційного моделювання.

Основні засоби імітаційного моделювання: концептуальні, мовні, програмні, інформаційні, технічні, організаційні. Методи імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло. Сучасні системи імітаційного моделювання.

#### 4.3. Концепція системної динаміки в екології та економіці.

Концепція методу системної динаміки. Рівні та темпи. Принципи системної динаміки. Технологія системної динаміки.

Література: основна [1 – 3]; додаткова [12; 13; 15; 16; 22].

### **Тема 5. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузевого балансу Леонтьєва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонтьєва-Форда**

#### 5.1. Загальна схема міжгалузевого балансу.

Схеми міжгалузевого балансу: натуральне та грошове вираження. Основні балансові співвідношення.

#### 5.2. Система коефіцієнтів міжгалузевого балансу.

Коефіцієнти прямих матеріальних витрат. Коефіцієнти повних матеріальних витрат.

#### 5.3. Модель міжгалузевого балансу з урахуванням природоохоронного фактора.

Урахування природоохоронного фактора. Розширення балансових моделей із урахуванням природоохоронного фактора.

#### 5.4. Модель Леонтьєва-Форда.

Основна концепція моделі Леонтьєва-Форда. Галузь знищення відходів.

#### 5.5. Моделі урахування антропогенного фактора в моделях екосистем.

Основні моделі, що ураховують антропогенний фактор в екосистемах. Критерії оптимізації в моделях урахування антропогенного фактора в моделях екосистем.

Література: основна [1]; додаткова [4; 14; 17].

## **4. Структура навчальної дисципліни**

На початку вивчення навчальної дисципліни кожен студент має бути ознайомлений як з програмою навчальної дисципліни і формами організації навчання, так і зі структурою, змістом та обсягом кожного з її навчальних модулів, а також з усіма видами контролю та методикою оцінювання навчальної роботи.

Навчальний процес згідно з програмою навчальної дисципліни "Математичне моделювання еколого-економічних систем" здійснюється у таких формах: лекційні та лабораторні заняття; самостійна робота студентів; контрольні заходи.

Вивчення студентом навчальної дисципліни відбувається шляхом послідовного і ґрунтовного опрацювання навчальних модулів. Навчальний модуль – це відносно окремий самостійний блок дисципліни, який логічно об'єднує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Тематичний план даної дисципліни складається з двох змістових модулів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

### Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин, відведених на:				Разом
	лекції	лабора- торні заняття	самос- тійну роботу	прове- дення під- сумкового контролю	
<b>Змістовий модуль 1. Математичні методи та моделі в дослідженні еколого-економічних систем</b>					
Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем	4	4	24	–	32
Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки	2	4	18	–	24
Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту. Екологічне страхування	2	2	6	–	10
Усього за модулем	8	10	48		66
<b>Змістовий модуль 2. Моделі еколого-економічної взаємодії</b>					
Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем	4	6	30	–	40
Тема 5. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузевого балансу Леонтьєва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонтьєва-Форда	2	–	16	–	18
Підготовка до екзамену	–	–	16	–	16
Передекзаменаційні консультації	–	–	–	2	2
Екзамен	–	–	–	2	2
Усього за модулем	6	6	46	4	78
Разом	14	16	110	4	144

## 5. Плани лабораторних робіт

Лабораторні роботи призначені для формування навичок, якими має оволодіти студент після вивчення навчальної дисципліни. Лабораторні заняття проводяться у спеціальному класі, обладнаному ПЕОМ.

Перелік лабораторних робіт наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

### Перелік лабораторних робіт

Назва змістового модуля	Тема та мета лабораторних робіт (за модулями)	Кількість годин	Література
Змістовий модуль 1. Математичні методи та моделі в дослідженні еколого-економічних систем	1. Прийняття рішень в екології та економіці на підставі побудови дерев рішень. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок побудови дерев рішень для визначення оптимальної стратегії щодо прийняття рішень в еколого-економічному менеджменті	4	Основна: [1 – 3]. Додаткова: [5; 11; 12; 21; 24]
	2. Експертний аналіз еколого-економічних факторів на базі методу аналізу ієрархій. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок щодо використання методу аналізу ієрархій із метою підтримки прийняття рішень в еколого-економічній діяльності	4	Основна: [2; 3]. Додаткова [4; 9; 10; 16; 19; 20]
	3. Оцінка й аналіз інвестиційних проектів в екології. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок використання критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності для визначення оптимальної стратегії в еколого-економічному секторі	2	Основна: [1; 3]. Додаткова: [6; 7; 9; 16; 19; 23]
Змістовий модуль 2. Моделі еколого-економічної взаємодії	4. Імітаційне моделювання еколого-економічної взаємодії. <i>Мета</i> – опанування студентами навичок щодо побудови імітаційних моделей еколого-економічних систем різного рівня	6	Основна: [1 – 3]. Додаткова: [12; 13; 15; 18; 22]

На кожному лабораторному занятті до виконання лабораторної роботи студент має відповісти на контрольні тестові питання, які відображають його готовність до виконання лабораторної роботи, зокрема оволодіння необхідними теоретичними знаннями та усвідомлення мети роботи. Після закінчення виконання лабораторної роботи викладач оцінює ступінь оволодіння відповідними навичками та досягнення мети даної роботи. Підсумкові бали за виконання кожної лабораторної роботи

заносяться у відповідний журнал. Отримані студентом бали за окремі лабораторні роботи враховуються під час виставлення підсумкової оцінки з даної навчальної дисципліни.

## 6. Самостійна робота студентів

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів із вітчизняною та закордонною спеціальною літературою, спеціальними засобами моделювання еколого-економічних систем, періодичними виданнями тощо.

Основні види самостійної роботи, що запропоновані студентам:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Пошук, підбір та огляд додаткових літературних джерел за заданою тематикою.
3. Вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни.
4. Підготовка до лабораторних занять.
5. Контрольна перевірка кожним студентом особистих знань за запитаннями для самоконтролю.
6. Підготовка до проміжного та підсумкового контролю у вигляді тестувань та практичних завдань.
7. Підготовка до заліку.

Перелік питань для самостійного опрацювання подано в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

### Перелік питань для самостійного опрацювання

Назва теми	Питання для самостійного опрацювання (за модулями та темами)	Рекомендована література
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1. Математичні методи та моделі в дослідженні еколого-економічних систем</b>		
Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сутність проблем, що виникають у процесах математичних еколого-економічних систем.</li> <li>2. Властивості еколого-економічних систем.</li> <li>3. Актуальність проблем еколого-економічних систем сучасності</li> </ol>	<p>Основна: [1–3].</p> <p>Додаткова: [5; 11; 12; 21; 24]</p>

1	2	3
Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки	1. Екологічна експертиза за стандартами ISO. 2. Методи підтримки експертних оцінок в екологічній експертизі	Основна: [2; 3]. Додаткова: [4; 9; 10; 16; 19; 20]
Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту. Екологічне страхування	1. Основні форми екологічного страхування на Заході. 2. Особливості еколого-економічного менеджменту на підприємстві. 3. Оптимізаційні методи еколого-економічного менеджменту	Основна: [1; 2]. Додаткова: [6; 7; 8; 16; 19; 23]
<b>Змістовий модуль 2. Моделі еколого-економічної взаємодії</b>		
Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем	1. Особливості концепції мереж масового обслуговування. 2. Визначні моделі еколого-економічних систем: модель світу. 3. Дослідження динамічної моделі "хижак-жертва"	Основна: [1; 2; 3]. Додаткова: [12; 13; 15; 18; 22]
Тема 5. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузєвого балансу Леонтьєва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонтьєва-Форда	1. Модифікації моделей міжгалузєвого балансу Леонтьєва. 2. Балансові моделі, що включають ресурси та їх динаміку. 3. Характеристики моделі Леонтьєва-Форда	Основна: [1; 2]. Додаткова: [1; 6; 24]

## 7. Контрольні запитання для самодіагностики

1. Характеристика економіки та екології як об'єкта моделювання.
2. Поняття моделі, види моделей, їх переваги.
3. Склад математичної моделі. Проблеми та особливості побудови моделей еколого-економічних систем.
4. Системний підхід до вивчення і моделювання еколого-економічних систем.
5. Класифікація економіко-екологічних моделей.
6. Дерева рішень в економіці та екології.
7. Еколого-економічна метрологія, екологічна експертиза.
8. Експертні оцінки в дослідженні еколого-економічних систем.
9. Методи економіко-математичного оцінювання природно-ресурсного потенціалу.
10. Методи оцінювання еколого-економічного ризику.
11. Економіко-екологічний механізм регіону.
12. Узгодження еколого-економічних інтересів.

13. Невизначеність у регулюванні еколого-економічного механізму.
14. Економічна динаміка та довкілля.
15. Формування еколого-економічної метрології.
16. Фактори позитивної економічної динаміки.
17. Наслідки економічної динаміки.
18. Ефективність економіки та її вимірювання.
19. Економічна динаміка та екологічна рівновага.
20. Параметри довкілля в моделях економічної динаміки.
21. Економічні методи регулювання природоохоронної діяльності.
22. Еколого-економічний менеджмент на підприємстві.
23. Екологічне страхування.
24. Інвестиції в екологію і податки.
25. Основні підходи до оцінювання екологічних та економічних інвестиційних проектів.
26. Основні поняття про екологічну експертизу та її роль в економіці.
27. Імітаційне моделювання в дослідженні еколого-економічних систем.
28. Засоби, методи і системи імітаційного моделювання.
29. Метод системної динаміки в дослідженні динаміки популяцій.
30. Системно-динамічні моделі кінця світу та екологічних катастроф.
31. Імітаційні моделі економічних процесів та систем.
32. Балансові моделі еколого-економічних систем.
33. Модель міжгалузевого балансу Леонтьєва.
34. Облік зовнішніх ресурсів у моделі міжгалузевого балансу Леонтьєва. Модель Леонтьєва-Форда з урахуванням забруднення.
35. Поняття коефіцієнтів прямих та повних витрат. Властивості матриці коефіцієнтів прямих витрат.
36. Основні моделі еколого-економічної взаємодії на базі балансового підходу.

## **8. Індивідуально-консультативна робота**

Індивідуально-консультативна робота здійснюється за графіком індивідуально-консультативної роботи у формі: індивідуальних занять, консультацій, перевірки виконання індивідуальних завдань, перевірки та захисту лабораторних робіт, що винесені на поточний контроль тощо.

Формами організації індивідуально-консультативної роботи є:

а) за засвоєнням теоретичного матеріалу:

консультації: індивідуальні (запитання – відповідь); групові (розгляд типових прикладів – ситуацій);

б) за засвоєнням практичного матеріалу:

консультації індивідуальні і групові;

в) для комплексної оцінки засвоєння програмного матеріалу:

індивідуальне здавання лабораторних робіт.

## 9. Методи навчання

У процесі викладання навчальної дисципліни для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачено застосування таких навчальних технологій, як: проблемні лекції; кейс-метод; рольові ігри; колоквиум; презентації; самооцінка; банки візуального супроводу (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

### Використання навчальних технологій для активізації процесу навчання

Методики активізації процесу навчання	Практичне застосування навчальних технологій
1	2
<p><b>Проблемні лекції</b> спрямовано на розвиток логічного мислення студентів, коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, використовується досвід закордонних навчальних закладів з роздачею студентам під час лекцій друкованого матеріалу та виокремленням головних висновків з питань, що розглядаються. У процесі читання лекцій студентам даються питання для самостійного розмірковування, на які лектор відповідає сам, не чекаючи відповідей студентів</p>	Проблемна лекція з питання "Особливості застосування методу математичного моделювання в екології й економіці" (тема 1)
	Проблемна лекція з питання "Оцінка якості експертизи та її вартість" (тема 2)
	Проблемна лекція з питання "Урахування множника дисконту під час використання методів еколого-економічного менеджменту" (тема 3)
	Проблемна лекція з питання "Чи потрібні імітаційні моделі кінця світу?" (тема 4)
	Проблемна лекція з питання "Особливості моделей "хижак-жертва та їх використання"" (тема 4)
	Проблемна лекція з питання "Можливість збалансованого економічного зростання" (тема 5)
	Проблемна лекція з питання "Модифікації балансових моделей з метою урахування екологічних особливостей" (тема 7)

1	2
<p><b>Кейс-метод</b> – метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів. Важливими характеристиками ситуаційних вправ є їхні практична спрямованість та наявність прототипу реальної ситуації</p>	<p>Проблемна ситуація "Прийняття рішень у екології на підставі дерев рішень" (лабораторна робота за темою 1)</p>
	<p>Проблемна ситуація "Побудова концептуальної імітаційної моделі реальної екологічної ситуації" (лабораторна робота за темою 4)</p>
<p><b>Рольові ігри</b> – форма проведення практичних (лабораторних) занять, за якої студенти задіяні в процесі прийняття управлінських рішень у ролі безпосередніх учасників подій, за правилами, які вже розроблено або виробляються самими учасниками; реалізується через самостійне вирішення студентами поставленої проблеми</p>	<p>Ділова гра "Напрямки моделювання еколого-економічних систем в умовах вступу України до ЄС". Метою є математичні моделювання екологічних та економічних аспектів вступу України до ЄС. Студенти поділяються на групи: аналітиків, які "за вступ", та аналітиків, які "проти". Кожна група розробляє модель, що підтверджує ті чи інші сподівання учасників із боку еколого-економічних інтересів держави</p>
<p><b>Презентації</b> – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень</p>	<p>Демонстрація та обговорення результатів виконання лабораторних робіт та теоретичної підготовки до їх виконання</p>
	<p>Демонстрація та обговорення результатів самостійної підготовки з окремих питань</p>
	<p>Демонстрація та обговорення отриманих результатів ділової гри "Напрямки моделювання еколого-економічних систем в умовах вступу України до ЄС"</p>
	<p>Презентація індивідуального навчально-дослідного завдання</p>
<p><b>Самооцінка</b> сприяє підвищенню зацікавленості студентів у виступах колег, виробленню об'єктивності в оцінюванні їх діяльності, підвищує відповідальність студентів за підготовку до виступу, дозволяє провести аналіз помилок у структурі або змісті виступу, виявити приховані конфлікти у групі</p>	<p>Виступи студентів з доповідями (презентаціями) з питань самостійної роботи або підготовки до лабораторних робіт оцінюються іншими студентами групи за критеріями: володіння матеріалом (60 %), вміння пояснити слухачам (30 %), емоційність (10 %). Для проведення самооцінки використовується спеціальний бланк із зазначенням прізвища студента, критеріїв оцінки та вагових коефіцієнтів, який побудовано таким чином, щоб забезпечити анонімність (аби уникнути конфліктів у групі) та об'єктивність оцінок. Викладач також виставляє оцінку за наведеними критеріями. Загальна оцінка визначається як середня</p>
<p><b>Банки візуального супроводу</b> за допомогою наочності сприяють активізації творчого сприйняття змісту дисципліни</p>	<p>Опорні конспекти, які тезово відображають ключові моменти заняття, основні формули, визначення та схеми (лекції з тем 1 – 5)</p>
	<p>Комплект форм для застосування самооцінки</p>
	<p>Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт, тексти лекцій</p>
	<p>Сайт дистанційного навчання кафедри економічної кібернетики на базі платформи <i>Chamillio</i></p>

## 10. Методи контролю

Система оцінювання знань, вмінь та навичок студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні та лабораторні заняття, а також самостійну роботу. Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль.

Поточно-модульний контроль за дисципліною проводиться в таких формах:

1. Оцінювання активності роботи на лекції (максимальний бал 1).
2. Оцінювання знань студента під час лабораторних занять (максимальний бал 1).
3. Виконання індивідуальних лабораторних завдань (максимальний бал 4, 5).
4. Поточні практичні тестові завдання (максимальний бал 3).
5. Поточні письмові контрольні роботи (максимальний бал 4, 5 або 6 залежно від складності).

Оцінювання знань студента під час лекційних завдань передбачає систематичність, активність та результативність роботи протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять. Оцінювання знань студента під час лабораторних занять має на меті контроль активності у процесі виконання роботи, перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи, для чого студент в аудиторії виконує практичні тестові завдання, та ступінь виконання індивідуальних лабораторних робіт, наявність ідей, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

Оцінювання виконання індивідуальних лабораторних робіт проводиться згідно із системою оцінювання рівня професійних компетентностей (див. табл. 11.1) за такими критеріями:

- 1) ступінь засвоєння та розуміння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;
- 2) ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються;
- 3) вміння поєднувати теорію з практикою під час розв'язання задач моделювання еколого-економічних систем, у ході виконання завдань, винесених для самостійного опрацювання, та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

4) логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах, вміння обґрунтовувати свою позицію під час захисту роботи, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

У процесі оцінювання виконання лабораторних завдань увага також приділяється якості, самостійності та своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то на розсуд викладача оцінка знижується.

**Проміжний тестовий контроль** проводиться по закінченні вивчення кожної теми лабораторної роботи. У процесі проведення поточного тестування визначається рівень знань студентів із теоретико-практичних питань навчальної дисципліни та вміння застосувати ці знання на практиці.

Практичні тестові контрольні роботи охоплюють матеріал тем та лабораторних робіт, які вивчаються в межах навчальної дисципліни та згруповані за двома модулями, кожен з яких складається з тестових завдань різного рівня складності.

Тестові завдання розрізняються за принципом побудови відповіді.

Тестові завдання закритого типу:

1. *Альтернативні* тестові завдання передбачають наявність двох варіантів відповіді типу "так" – "ні", "правильно" – "неправильно", їх використовують для перевірки правильності вибору або прийняття рішення у згорнутій формі. Для правильної відповіді на них слід констатувати лише хибність чи істинність наведеного твердження. У випадку, якщо твердження, що підлягає оцінці на істинність, містить хоча б один виняток, його вважають хибним. Типовим початком питання є "Чи правильно, що...".

2. Тестові завдання з *множинними відповідями* "правильно" – "неправильно" передбачає наведення кількох варіантів відповідей (до 5), з яких правильною вважається лише одна. За ними тестується глибина знань, розуміння різних аспектів явищ, процесів тощо.

3. Тестові завдання з *множинними відповідями* "правильно" передбачає наведення кількох варіантів відповідей (до 5), з яких правильними може виявитися не одна. За ними тестується глибина знань, розуміння різних аспектів явищ, властивостей, процесів тощо. При формулюванні питання зазначають: "Оберіть усі можливі ...", "Оберіть усі ..., що відповідають умовам ...".

4. Тестові завдання *на поєднання відповідних частин* належать до найскладніших. Їх сутність полягає у формуванні двох (чи більше) колонок інформації, одна з яких містить певні терміни, елементи дисципліни, а друга – відповідні їм визначення, властивості та ін., але в іншому порядку. Студентам пропонується поставити визначення (властивості, графіки тощо) у тому ж порядку, що й терміни (елементи). У якості відповіді наводиться послідовність позначень відповідних визначень.

5. Тестові завдання *на відтворення правильної послідовності*, які потребують переструктурування даних або елементів будь-якої комбінації, використовуються в разі тестування вмій та знань правильної послідовності дій, алгоритмів, технологічних прийомів тощо у процесі застосування певних методів (методик).

6. Тестові завдання *відкритого типу* передбачають вільні відповіді тестованих, є завданнями без запропонованих варіантів відповідей і використовуються для виявлення знань термінів, визначень, понять і т. д. Їх сутність полягає у наведенні у запитанні твердження, деякі слова якого замінені прогалиною. У процесі відповіді замість пробілу студенту потрібно вписати відповідний професійний термін, що перетворить дане твердження на істинне.

Тестове завдання містить від 12 до 25 запитань для перевірки знань основних категорій навчальної дисципліни залежно від теми.

Оцінка рівня відповідей студентів виставляється згідно з 100-бальною системою залежно від складності тесту та сумою балів, відведеними на тест, згідно із системою оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей (див. табл. 11.1).

Поточні письмові контрольні роботи мають на меті оцінювання результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля або блоку тем. Поточна письмова контрольна робота може складатися з тестів або розрахункових завдань. Для поточного тестування з окремих тем використовуються альтернативні тестові запитання, які сприймаються студентами на слух. Для відповіді використовуються спеціальні бланки відповідей.

Оцінка за поточну контрольну роботу виставляється згідно зі 100-бальною системою залежно від складності та сумою балів, відведених на контрольну роботу, згідно із системою оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей (див. табл. 11.1).

## Зразок контрольної роботи

### Контрольна робота з теорії

1. Чи правильно, що з фізичною моделлю об'єкта можна робити будь-які експерименти:

а) так;

б) ні?

2. Який тип моделей припускає наявність керуючих змінних:

а) статичні;

б) динамічні;

в) класичні;

г) стохастичні;

д) математичні?

3. Яке співвідношення має місце між репрезентативністю та простотою моделі:

а) чим більш проста модель, тим вона більш репрезентативна;

б) чим складніше модель, тим менш вона репрезентативна;

в) чим більш проста модель, тим вона менш репрезентативна;

г) ніякого?

4. Який тип моделей найбільше підходить для математичного моделювання еколого-економічних систем:

а) фізичні;

б) аналогові;

в) математичні;

г) будь-якого типу?

5. Основна відмінність між екологічним і економічним ризиком полягає в тому, що:

а) екологічний ризик пов'язаний із небезпекою заподіяння шкоди навколишньому середовищу, а економічний – із недоотриманням прибутку або виникненням витрат у результаті виробничої та фінансової діяльності;

б) екологічний ризик полягає в недоотриманні підприємством прибутку з причини заподіяння шкоди навколишньому середовищу, а економічний – унаслідок фінансових катаклізмів;

в) відмінностей немає.

6. Який сенс дисконтування:

а) розрахунок майбутньої вартості грошей на підставі ставки дисконту;

б) приведення грошових потоків до майбутнього моменту часу;

в) приведення грошових потоків до єдиного моменту часу?

7. Що таке "чистий економічний ефект природоохоронних заходів":

а) різниця між грошовими потоками від інвестиційного проекту та витратами;

б) різниця між річними витратами на здійснення природоохоронних заходів та витратами, яких вдалося уникнути, а також додатковим доходом;

в) різниця між витратами і грошовими потоками від інвестиційного проекту;

г) різниця між витратами, яких вдалося уникнути, а також додатковим доходом і річними витратами на здійснення природоохоронних заходів?

8. Система екологічного менеджменту не включає:

а) планування діяльності, розподіл відповідальності;

б) процедури розробки, впровадження, оцінки досягнутих результатів і вдосконалення економічної політики;

в) розподіл відповідальності, практичну роботу з удосконалення екологічної політики.

9. Які засоби забезпечують принципову відмінність методу системної динаміки від інших методів імітаційного моделювання:

а) концептуальні;

б) мовні;

в) програмні;

г) інформаційні;

д) технічні;

е) організаційні?

10. В основі методу Монте-Карло:

а) принцип знаходження зворотної функції щільності для імітації рівномірно-розподілених випадкових величин;

б) принцип інтегрування функції щільності рівномірно-розподіленої випадкової величини;

в) принцип пошуку зворотної функції від інтегральної функції розподілу довільно-розподіленої випадкової величини;

г) принцип пошуку зворотної функції від інтегральної функції розподілу рівномірно-розподіленої випадкової величини.

11. У широкому сенсі алгоритми розрахунку економічної оцінки природного ресурсу  $O$  на підставі витрат на його освоєння та експлуатацію ( $Z$ ) і його обсягу ( $Q$ ) можна представити у вигляді:

а)  $O = \frac{Q}{z}$ ;

б)  $O = Z - Q$ ;

в)  $O = \frac{z}{Q}$ .

12. Метод імітаційного моделювання:

а) є засобом аналогового моделювання на ЕОМ;

б) пов'язаний з алгоритмічним описом об'єктів і процесів;

в) становить чисельний метод інтегрування за схемою Ейлера із заданням початкових значень;

г) дозволяє відтворювати особливості функціонування об'єктів і процесів без збереження логічної структури, що характерно для аналітичних і чисельних методів.

13. В економіці та екології моделювання широко використовується в основному в таких напрямках:

а) натуральне й експериментальне моделювання;

б) натуральне і математичне моделювання;

в) натурально-експериментальне і математичне моделювання;

г) аналогове та математичне моделювання.

14. Методи експертних оцінок – це:

а) методи оцінювання та аналізу думок експертів;

б) методи організації роботи з експертами й аналізу думок експертів;

в) методи управління роботою фахівців у сфері аналізованої проблеми, аналізу думок експертів;

г) методи ієрархічного синтезу.

15. Із визначення імітації не випливає, що:

а) імітація – це чисельний метод;

б) імітація – це експеримент;

в) імітація – це можливість урахування стохастичних компонент;

г) імітація – це оптимізація.

### **Приклад контрольного завдання**

Контрольна робота з практики

#### *Задача 1.*

Великий завод, бажаючи скоротити штрафи за забруднення навколишнього середовища, приймає рішення про те, що є для нього

оптимальним: побудувати свою утилізаційну установку або найняти іноземну фірму, яка займається встановленням і юридичним супроводом таких установок. Серед факторів, що впливають на його вибір, він виокремив 2 групи: юридичні та економічні. До економічних відносять вартість установки і вартість супроводу, а до юридичних – юридичну безпеку будівництва і незалежність. Відомі вектори пріоритетів альтернатив за факторами вартості установки, вартості супроводу, безпеки і незалежності, матриця парних порівнянь економічних та юридичних чинників щодо мети. Необхідно побудувати ієрархію, отримати вектор пріоритетів економічних та юридичних чинників стосовно мети, а потім за допомогою ієрархічного синтезу отримати вектор пріоритетів альтернатив щодо мети, зробити висновки.

Вектор альтернатив стосовно безпеки, незалежності, супроводу та установки, відповідно:  $W_{без} = \begin{pmatrix} 0,17 \\ 0,83 \end{pmatrix}$ ,  $W_{нез} = \begin{pmatrix} 0,86 \\ 0,14 \end{pmatrix}$ ,  $W_{супр} = \begin{pmatrix} 0,17 \\ 0,83 \end{pmatrix}$ ,  $W_{уст} = \begin{pmatrix} 0,875 \\ 0,125 \end{pmatrix}$ ,

вектор безпеки і незалежності щодо юридичних факторів:  $W_{юр} = \begin{pmatrix} 0,83 \\ 0,17 \end{pmatrix}$ ,

вектор установки і супроводу стосовно економічних факторів:  $W_{ек} = \begin{pmatrix} 0,67 \\ 0,33 \end{pmatrix}$ ,

матриця парних порівнянь для цілі:

мета	юр.	економ.
юр.	1	4
економ.	0,25	1

### Задача 2.

Розрахувати чистий економічний ефект природоохоронного проекту, властивості якого задані. Витрати здійснюються на початку року, а доходи виходять в кінці.

**Поточно-модульний контроль** проводиться з урахуванням даних поточного контролю за відповідний модуль і має на меті оцінку результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.

### Проведення підсумкового письмового іспиту

Умовою допуску до іспиту є наявність у студента мінімум 35 балів із 60 за поточним модульним контролем знань. Іспит здійснюється у письмовій формі за екзаменаційними білетами. Екзаменаційний білет

складається з трьох завдань: стереотипного (теоретичного), діагностичного та евристичного. Екзаменаційне завдання оцінюється за 40-бальною системою відповідно до кваліфікаційних вимог до магістрів

На іспит виносяться вузлові питання, типові і комплексні задачі, завдання, що потребують творчої відповіді та вміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх у ході вирішення практичних завдань.

### **Зразок екзаменаційного білета**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

**Кафедра** економічної кібернетики

**Навчальна дисципліна** "Математичне моделювання еколого-економічних систем"

**Спеціальність** 8.05010105 "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"

**Семестр** 8

#### **Стереотипна частина**

1. В економіці та екології моделювання широко використовується в основному в таких напрямках:

- а) натуральне й експериментальне моделювання;
- б) натуральне і математичне моделювання;
- в) натурально-експериментальне і математичне моделювання;
- г) аналогове та математичне моделювання.

2. Які структурні компоненти моделі контролюються особою, яка приймає рішення:

- а) залежні змінні;
- б) ендогенні змінні;
- в) незалежні змінні;
- г) рішення моделі?

3. Який вид має рішення матричного рівняння щодо коефіцієнтів повних витрат фондів ( $F$ ) ( $A$  – матриці прямих матеріальних витрат,  $f$  – прями витрати):

- а)  $F=Af$ ;
- б)  $F=fa$ ;

в)  $F=(E-A)^{-1}f$ ;

г)  $F=f(E-A)^{-1}$ ?

4. Труднощі моделювання еколого-економічних систем пов'язані з тим, що:

- а) ЕЕС є нелінійними;
- б) носять характер соціальних;
- в) носять характер біосоціальних.

5. Найменш абстрактними моделями ЕЕС є:

- а) математичні моделі;
- б) аналогові моделі;
- в) фізичні моделі;
- г) натурально-речові моделі.

6. Метод системної динаміки реалізує:

- а) концепцію кусково-лінійних агрегатів;
- б) потокову концепцію;
- в) концепцію мереж масового обслуговування.

7. Що є принципом екологічної експертизи:

- а) виокремлення пріоритетів серед економічних, екологічних, медико-біологічних і соціальних інтересів;
- б) гарантія безпечної життєдіяльності;
- в) державне регулювання;
- г) наукова обґрунтованість і незалежність?

8. Методи експертних оцінок – це:

- а) методи оцінювання та аналізу думок експертів;
- б) методи організації роботи з експертами та аналізу думок експертів;
- в) методи управління роботою фахівців у сфері аналізованої проблеми, аналізу думок експертів;
- г) методи ієрархічного синтезу.

9. Яке твердження більшою мірою належить до методу експертних оцінок "Мозговий штурм":

- а) не можна критикувати думки інших людей;
- б) складається план розвитку науки, техніки, економіки, екології, політики, який повинен бути врахований у процесі формулювання та вирішення проблеми;
- в) часто спостерігається пристосування до думки більшості;
- г) проводиться встановлення зворотного зв'язку з іншими експертами?

10. Яка умова не використовується для визначення чисельності групи експертів:

- а) стабілізації середньої оцінки прогнозованої характеристики;
- б) стабілізації середньої компетентності груп;
- в) забезпечення мінімуму середньої оцінки прогнозованої характеристики;

г) забезпечення максимуму середньої компетентності робочої групи?

11. Стандартизація рангів проводиться за формулою:

а)  $n_s = \frac{n_1 + n_3 + n_5 \dots + n_s}{S}$ ;

б)  $n_s = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_s}{S}$ ;

в)  $S_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} + \sum_{j=1}^m Y_{ij}$ ;

г)  $S_i = \sum_{j=1}^m X_{ij}$ .

12. Метод безпосередньої оцінки експертів припускає:

- а) здійснення парних порівнянь об'єктів;
- б) приписування певного бала кожному об'єкту;
- в) приписування кожному об'єкту певного місця (рангу).

13. Який показник не використовується для розрахунку узгодженості думок експертів:

- а) коефіцієнт Фішера;
- б) коефіцієнт згоди;
- в) коефіцієнт парної рангової кореляції;
- г) коефіцієнт конкордації?

14. Яку кількість суджень кожен експерт виносить за умови методу повного парного порівняння ( $n$  – число об'єктів,  $m$  – число експертів):

а)  $\frac{1}{2}n(n-1)$ ;

б)  $\frac{1}{2}m(n-1)$ ;

в)  $n(n-1)$ ;

г)  $n(m-1)$ ?

15. Який із перерахованих показників відносять до критерію оцінки ризику по розкиду результатів:

- а) пряма вигода;

- б) прямиий збиток;
- в) дисперсія;
- г) ексцес?

16. З визначення імітації не впливає, що:

- а) імітація – це чисельний метод;
- б) імітація – це експеримент;
- в) імітація – це можливість обліку стохастичних компонент;
- г) імітація – це оптимізація.

17. Які засоби забезпечують принципову відмінність методу системної динаміки від інших методів імітаційного моделювання:

- а) концептуальні;
- б) мовні;
- в) програмні;
- г) інформаційні;
- д) технічні;
- е) організаційні?

18. В основі методу Монте-Карло:

- а) принцип знаходження зворотної функції щільності для імітації рівномірно-розподілених випадкових величин;
- б) принцип інтегрування функції щільності рівномірно-розподіленої випадкової величини;
- в) принцип пошуку зворотної функції від інтегральної функції розподілу довільно-розподіленої випадкової величини;
- г) принцип пошуку зворотної функції від інтегральної функції розподілу рівномірно-розподіленої випадкової величини.

19. У широкому сенсі алгоритми розрахунку економічної оцінки природного ресурсу  $O$  на підставі витрат на його освоєння та експлуатацію ( $Z$ ) і його обсягу ( $Q$ ) можна представити у вигляді:

а)  $O = \frac{Q}{Z}$ ;

б)  $O = Z - Q$ ;

в)  $O = \frac{Z}{Q}$ .

20. Що є відносною оцінкою ризику:

- а) функція значущості наслідків аварії;
- б) коефіцієнт варіації;
- в) математичне очікування;
- г) середньоквадратичне відхилення?

## Діагностична частина

Розрахувати чистий економічний ефект природоохоронного проекту, властивості якого задані в таблиці. Витрати здійснюються на початку року, а доходи виходять в кінці.

Рік	Експлуатаційні витрати	Капітальні вкладення	Економічні втрати	Додатковий дохід від повторного використання знешкоджених речовин
1	6	25	20	6
2	1	21	6	3
3	2	5	0	6

Норма прибутковості: 0,15.

## Евристична частина

### Задача.

Компанія *Kelly Construction* хоче взяти участь у будівництві студентських гуртожитків. Для цього компанія повинна спочатку викупити ділянку землі, на якій можна побудувати комплекс на 100, 200 або 300 житлових модулів. У будівництві беруть участь багато компаній, причому будівництво їх комплексів знаходиться на різних стадіях готовності. Тому на даний момент дуже складно прогнозувати попит на студентське житло. У таблиці наведені можливі платежі компанії *Kelly Construction* для різних рівнів попиту.

Рішення	Попит, дол.		
	Низький (C1)	Середній (C2)	Високий (C3)
Будувати 100 модулів	500 тис.	500 тис.	500 тис.
Будувати 200 модулів	0	1 000 тис.	1 000 тис.
Будувати 300 модулів	-700 тис.	400 тис.	1 500 тис.

Нехай імовірність низького попиту дорівнює 0,3, середнього попиту – 0,5 і високого – 0,2. Яке рішення є оптимальним в умовах ризику?

Затверджено на засіданні  
кафедри економічної кібернетики ХНЕУ ім. С. Кузнеця.

Протокол № \_\_\_\_ від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Екзаменатор \_\_\_\_\_  
(підпис) (підпис)

Виконання кожної складової частини екзаменаційного завдання оцінюється таким чином (табл. 10.1):

Таблиця 10.1

### Оцінка складових екзаменаційного завдання

Завдання	Кількість балів
Завдання 1 (теоретичне)	15
Завдання 2 (діагностичне)	10
Завдання 3 (евристичне)	15
Разом	40

#### **1. Оцінювання стереотипної (теоретичної) частини**

Завдання спрямоване на оцінювання когнітивних знань студента за дисципліною, що дозволяє визначити рівень володіння навчальним теоретичним матеріалом, для цього використовуються такі критерії (табл. 10.2).

Таблиця 10.2

#### Схема оцінювання

Бали	Кількість правильних відповідей	Бали	Кількість правильних відповідей
15	20	8	10
14	19	7	9
14	18	6	8
13	17	5	7
12	16	5	6
11	15	4	5
11	14	3	4
10	13	2	3
9	12	2	2
8	11	1	1

## 2. Оцінювання діагностичної частини

Завдання дає можливість визначити здатність студента застосовувати отримані знання на практиці (табл. 10.3).

Таблиця 10.3

### Схема оцінювання

Бали	Вимоги до відповіді студента	Бали	Вимоги до відповіді студента
10	Повна, економічно обґрунтована відповідь на поставлені запитання завдань з особистим розумінням студента щодо обраного результату. Доповнення відповідей необхідними елементами теоретичного матеріалу	5	Присутність відповіді на запитання, але з несуттєвими помилками та без обґрунтування позиції студента
9	Повна, економічно обґрунтована відповідь на обидва завдання з особистим розумінням студента щодо обраного результату	4	Повна відповідь на запитання, але з суттєвими помилками
8	Повна, економічно обґрунтована відповідь на поставлені запитання завдань	3	Часткова відповідь на запитання з суттєвими помилками
7	Повна відповідь на поставлені запитання, але без повного обґрунтування	2	Спроба відповіді не доведена до кінця
6	Повна відповідь на поставлені запитання, але без повного обґрунтування та з деякими помилками	0	Відсутність рішення завдання

## 3. Оцінювання евристичної частини

Евристична частина екзаменаційного білета спрямована на виявлення креативності мислення студента, його здібності інтегрувати отримані знання для застосування економіко-математичних методів і моделей на практиці з метою прогнозування та планування стану економіки в майбутньому. Система оцінювання наведена в табл. 10.4.

## Схема оцінювання

Бали	Вимоги до відповіді студента	Бали	Вимоги до відповіді студента
15	Повна, економічно обґрунтована відповідь на поставлені запитання завдань з особистим розумінням студента щодо обраного результату. Доповнення відповідей необхідними елементами теоретичного матеріалу	7 – 8	Присутність відповіді на запитання, але з несуттєвими помилками та без обґрунтування позиції студента
14	Повна, економічно обґрунтована відповідь на обидва завдання з особистим розумінням студента щодо обраного результату	6	Повна відповідь на запитання, але з суттєвими помилками
12 – 13	Повна, економічно обґрунтована відповідь на поставлені запитання завдань	5	Часткова відповідь на запитання з суттєвими помилками
10 – 11	Повна відповідь на поставлені запитання, але без повного обґрунтування	3 – 4	Спроба відповіді не доведена до кінця
9	Повна відповідь на поставлені запитання, але без повного обґрунтування та з деякими помилками	0	Відсутність рішення завдання

Округлення отриманих балів здійснюється за загальними правилами округлення.

**Підсумкова оцінка** розраховується з урахуванням балів, отриманих під час іспиту та балів, отриманих під час поточно-модульного контролю за накопичувальною системою. Умовою здачі дисципліни є наявність: 1) мінімум 25 балів із 40 для зарахування іспиту; 2) мінімум 60 балів (35 + 25) для зарахування дисципліни.

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей студентів денної форми навчання наведена в таблиці 11.1.

### Система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей

Професійні компетентності	Навчальний тиждень	Години	Методи та форми навчання		ОЦІНКА рівня сформованості компетентностей			
					Форми контролю	Макс. бал		
1	2	3	4		5	6		
<b>Змістовий модуль 1. Математичні методи та моделі в дослідженні еколого-економічних систем</b>								
Здатність усвідомлювати принципи системного підходу до дослідження еколого-економічних процесів; базові поняття математичного моделювання еколого-економічних систем. Уміння формалізувати процес прийняття рішень та побудувати математичні моделі прийняття рішень у еколого-економічних системах	1	Ауд.	2	Лабораторне заняття	1. Прийняття рішень в екології та економіці на підставі побудови дерев рішень	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1	
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	-	
	2	Ауд.	2	Лекція	Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем	Робота на лекції	1	
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	-	
	3			2	Лабораторне заняття	1. Прийняття рішень в екології та економіці на підставі побудови дерев рішень	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт Здавання лабораторної роботи 1	3 4,5	

Продовження табл. 11.1

1	2	3		4		5	6
рішень та визначенні оптимальної стратегії. Здатність розраховувати ап-ріорні та апостеріорні дані та використовувати ці дані для прогнозування наслідків майбутніх дій. Уміння визначати вірогідності настання різноманітних подій у екології та економіці на базі методів теорії імовірності	4	Ауд.	2	Лекція	<b>Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем</b>	Робота на лекції	1
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	-
Здатність усвідомлювати поняття про ієрархічні системи та слабкі та сильні сторони експертних оцінок. Уміння застосувати математичні методи в еколого-економічній метрології та математичні методи екологічного страхування. Вміння обробляти експертні оцінки у ході дослідження еколого-економічних систем. Уміння побудувати ієрархічні моделі еколого-економічних систем. Вміння проводити парні порівняння та розраховувати ваги альтернатив	5		2	Лабораторне заняття	<b>2. Експертний аналіз еколого-економічних факторів на базі методу аналізу ієрархій</b>	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Перевірка ДЗ	-
	6	Ауд.	2	Лекція	<b>Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки</b>	Робота на лекції	1
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	-

Продовження табл. 11.1

1	2	3	4		5	6	
Здатність провести ієрархічний синтез, враховуючи ваги альтернатив та їхнє місце в ієрархії						–	
	7		2	Лабораторне заняття	2. Експертний аналіз еколого-економічних факторів на базі методу аналізу ієрархій	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт	3
			Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт		Здавання лабораторної роботи 2	4,5	
Здатність усвідомлювати поняття про екологічне страхування та еколого-економічний менеджмент у цілому. Вміння застосовувати методи, принципи та показники еколого-економічного менеджменту		Ауд.	2	Лекція	Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту. Екологічне страхування	Робота на лекції	1
	8	СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	–
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт		
				Підготовка до контрольної роботи	Контрольна робота з теорії	4,5	
<b>Змістовий модуль 2. Моделі еколого-економічної взаємодії</b>							
Вміння застосовувати методи аналізу інвестиційних проектів в екології. Уміння аналізувати властивості інвестиційних проектів в екології; розподіляти інвестиції за проектами, в списку яких є природоохоронні			2	Лабораторне заняття	3. Оцінка й аналіз інвестиційних проектів в екології	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
	9	СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Здавання лабораторної роботи 3	3
			Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт				

Продовження табл. 11.1

1	2	3		4		5	6	
Здатність усвідомлювати поняття та роль імітаційного моделювання у аналізі еколого-економічних систем. Вміння будувати концептуальні моделі еколого-економічних систем, що дають змогу спостереження та аналізу. Уміння будувати причинно-наслідкові зв'язки між показниками розвитку еколого-економічних систем та процесами в них. Здатність розробляти, будувати і аналізувати динамічні моделі екологічних і економічних систем; розробляти й аналізувати імітаційні моделі еколого-економічних систем	10	Ауд.	2	Лекція	<b>Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем</b>	Робота на лекції	1	
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	-	
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт			
	11	СРС	6	Підготовка до занять	Лабораторне заняття	<b>4. Імітаційне моделювання еколого-економічної взаємодії</b>	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
					Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	-	
		Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт						
	12	Ауд.	2	Лекція	<b>Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем</b>	Робота на лекції	1	
		СРС	6	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	-	
					Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт			
	13	СРС	6	Підготовка до занять	Лабораторне заняття	<b>4. Імітаційне моделювання еколого-економічної взаємодії</b>	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
					Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Здавання лабораторної роботи 4	3	
		Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт						

Закінчення табл. 11.1

1	2	3		4		5	6
Уміння будувати балансові моделі еколого-економічних систем. Здатність до аналізу економіки на базі моделі міжгалузевого балансу Леонтєва. Вміння аналізувати та розраховувати зовнішні ресурси та екологічний стан на базі балансової моделі Леонтєва-Форда. Здатність до дослідження еколого-економічної взаємодії на базі балансових моделей	14	Ауд.	2	Лекція	<b>Тема 5. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузевого балансу Леонтєва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонтєва-Форда</b>	Робота на лекції	1
			СРС	8	Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ
		Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт					
		Підготовка до контрольної роботи				<b>Контрольна робота з теорії</b>	6
		2		Лабораторне заняття	<b>4. Імітаційне моделювання еколого-економічної взаємодії</b>	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	1
			8		Підготовка до занять	Вивчення лекційного матеріалу, пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Тести за практичними аспектами виконання лабораторних робіт
	Виконання індивідуальних завдань з лабораторних робіт	Здавання лабораторної роботи 5		4,5			
	Підготовка до контрольної роботи	<b>Контрольна робота з практики</b>		6			
	СЕСІЯ	Ауд.		Передекзам. консультація	Вирішення практичних завдань на різні теми, що входять до підсумкового контролю	Підсумковий контроль	40
				4	ЕКЗАМЕН		
СРС		16	Підготовка до екзамену	Повторення матеріалів змістових модулів			
<b>УСЬОГО годин</b>		<b>144</b>	<b>Загальна максимальна кількість балів із дисципліни</b>			<b>100</b>	
з них			з них				
аудиторні:		<b>34</b>	поточний контроль:			<b>60</b>	
самостійна робота:		<b>110</b>	підсумковий контроль:			<b>40</b>	

Розподіл балів за методами навчання наведено в табл. 11.2.

Таблиця 11.2

### Розподіл балів за методами навчання

Теми змістового модуля		Лекції	Лабораторні заняття	Виконання індивідуальних лабораторних завдань	Поточні тестові практичні завдання	Поточні письмові КР	Σ
ЗМ 1	Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем	2	2	4,5	3	4,5	31,5
	Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки	1	2	4,5	3		
	Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту. Екологічне страхування	1	1	3	–		
ЗМ 2	Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем	2	2	3	–	12	28,5
	Тема 5. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузевого балансу Леонт'єва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонт'єва-Форда	1	1	4,5	3		
Σ		7	8	19,5	9	16,5	60
Екзамен							40

Максимальну кількість балів, яку може накопичити студент протягом тижня за формами та методами навчання, наведено в табл. 11.3.

Таблиця 11.3

### Розподіл балів за тижнями

Теми змістового модуля			Лекції	Лабораторні заняття	Виконання індивідуальних лабораторних завдань	Поточні тестові практичні завдання	Поточні письмові КР	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗМ 1	Тема 1	1 тиждень	–	1	–	–	–	1
		2 тиждень	1	–	–	–	–	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ЗМ 2		3 тиждень	—	1	4,5	3	—	8,5	
		4 тиждень	1	—	—	—	—	1	
	Тема 2	5 тиждень	—	1	—	—	—	1	
		6 тиждень	1	—	—	—	—	1	
		7 тиждень	—	1	4,5	3	—	8,5	
	Тема 3	8 тиждень	1	—	—	—	4,5	5,5	
		9 тиждень	—	1	3	—	—	4	
	Тема 4	10 тиждень	1	—	—	—	—	1	
		11 тиждень	—	1	—	—	—	1	
		12 тиждень	1	—	—	—	—	1	
		13 тиждень		1	3	—	—	4	
	Тема 5	14 тиждень	1	—	—	—	6	7	
		15 тиждень	—	1	4,5	3	6	14,5	
	Σ			<b>7</b>	<b>8</b>	<b>19,5</b>	<b>9</b>	<b>16,5</b>	<b>60</b>
	Екзамен								<b>40</b>
Усього								<b>100</b>	

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця (табл. 11.4).

Оцінки за цією шкалою заносяться до відомостей обліку успішності, індивідуального навчального плану студента та іншої академічної документації.

Таблиця 11.4

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано

## 12. Рекомендована література

### 12.1. Основна

1. Горстко А. Б. Введение в моделирование эколого-экономических систем / А. Б. Горстко, Г. А. Угольницкий. – Ростов н/Д. : Издательство Ростовского университета, 1990. – 112 с.
2. Моделирование экономики: учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, В. А. Забродский, О. Ю. Полякова та ін. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2001. – 140 с.
3. Принципи моделювання та прогнозування в екології : підручник / В. В. Боговаящий, К. Р. Курбанов, П. Б. Палій та ін. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.

### 12.2. Додаткова

4. Андрейчиков А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : ФиС, 2000. – 219 с.
5. Ащепкова Л. Т. Динамика эколого-экономических систем / Л. Т. Ащепкова, Н. В. Беляев, П. М. Брусиловский. – Новосибирск : Наука, 1981. – 224 с.
6. Баранчик В. П. Экономика природопользования : курс лекций для студентов специальности 1-57 01 01 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / В. П. Баранчик, С. А. Касперович. – Мн. : БГТУ, 2010. – 265 с.
7. Белов Г. В. Экологический менеджмент предприятия : учеб. пособ. / Г. В. Белов. – М. : Логос, 2006. – 240 с.
8. Екологічний менеджмент : навч. посіб. / за ред. В. Ф. Семенова, О. Л. Михайлюк. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 407 с.
9. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
10. Клебанова Т. С. Методы прогнозирования : учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, В. В. Иванов, Н. А. Дубровина. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2002. – 372 с.
11. Конспект лекций по магистерской специальности "Прикладная экономика". Т. I / под ред. д. э. н., профессора Т. С. Клебановой. – Донецк : Издательство Донецкого национального университета. – 418 с.

12. Конспект лекций по магистерской специальности "Прикладная экономика". Т. IV / под ред. д. э. н., профессора Т. С. Клебановой. – Донецк : Издательство Донецкого национального университета. – 418 с.

13. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – М. : Радио и связь, 1988. – 232 с.

14. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Моделювання економіки" для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання / укл. О. Ю. Полякова, Г. С. Ястребова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2012. – 68 с.

15. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Імітаційне моделювання" для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізації "Інформаційні управляючі системи та технології" денної форми навчання / укл. О. Ю. Полякова, Г. С. Ястребова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2012. – 88 с.

16. Методичні рекомендації до виконання практичних завдань з навчальної дисципліни "Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків" для студентів напряму підготовки "Економіка підприємства" денної форми навчання / укл. С. В. Мілевський, С. О. Степуріна, Г. С. Ястребова. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 56 с.

17. Моделирование экономической динамики : учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, Н. А. Дубровина, О. Ю. Полякова, и др. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2004. – 244 с.

18. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Т. Нейлор ; [пер. с англ. В. Ю. Лебедева, А. В. Лотова] ; под ред. А. А. Петрова. – М. : Мир, 1975. – 502 с.

19. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків : навч. посіб. / Т. С. Клебанова, О. В. Мілов, С. В. Мілевський та ін. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 264 с.

20. Орлов А. И. Экспертные оценки : учеб. пособ. / А. И. Орлов. – М. : [б. и.], 2002. – 31 с.

21. Угольницкий Г. А. Управление эколого-экономическими системами : учеб. пособ. / Г. А. Угольницкий. – М. : Вузовская школа, 2004. – 132 с.

22. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер ; пер. с англ., общая редакция Д. М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971. – 340 с.

23. Царенко О. М. Основи екології та економіки природо-користування : курс лекцій / О. М. Царенко, О. О. Невсетов, М. О. Кабацький. – Суми: Університетська книга, 2001. – 326 с.

24. Эколого-экономические системы: модели, информация, эксперимент / В. И. Гурман, В. А. Дыхта, М. Ф. Кашина. – Новосибирск : Наука, 1987. – 216 с.

### **12.3. Інформаційні ресурси**

25. Міжнародна організація із стандартизації ISO [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iso.org/iso/ru>.

26. Міжнародний сайт проблем системної динаміки. – Режим доступу : [www.sysdyn.mit.edu](http://www.sysdyn.mit.edu) <http://econwpa.wustl.edu>.

27. Сайт про техніки прийняття рішень. – Режим доступу : [www.mindtools.com/pages/main/newMN\\_TED.htm](http://www.mindtools.com/pages/main/newMN_TED.htm).

28. Компанія VENSIM – виробник програмного забезпечення для моделювання на базі концепції системної динаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.vensim.com](http://www.vensim.com).

29. Державна служба статистики України. – Режим доступу : [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

# Додатки

Додаток А  
Таблиця А.1

## Структура складових професійних компетентностей з навчальної дисципліни "Математичне моделювання еколого-економічних систем" за Національною рамкою кваліфікацій України

Складові компетентності, яка формується в рамках теми	Мінімальний досвід	Знання	Вміння	Комунікації	Автономність і відповідальність
1	2	3	4	5	6
<b>Тема 1. Математичне моделювання як метод дослідження еколого-економічних систем.</b>					
Визначати способи формалізації та моделювання еколого-економічних систем	Сутність базових понять математичного моделювання еколого-економічних систем	Знання характеристик господарських рішень, основних форм їх вираження та реалізації; параметрів та умов забезпечення якості й ефективності господарських рішень	Формалізувати процес прийняття рішень та побудувати математичні моделі прийняття рішень у еколого-економічних системах. Здатність розраховувати апостеріорні та апостеріорні дані та використовувати ці дані для прогнозування наслідків майбутніх дій. Уміння визначати вірогідності настанні різноманітних подій у екології та економіці на базі методів теорії імовірності	Здатність формувати комунікаційну стратегію щодо використання системного підходу до дослідження еколого-економічних процесів	Відповідальність за прийняття рішень в умовах ризику та детермінованості в еколого-економічних системах, уміння враховувати аналітичну додаткову інформацію у ході побудови дерев рішень та визначення оптимальної стратегії
<b>Тема 2. Застосування математичних методів в еколого-економічній метрології. Експертні оцінки.</b>					
Визначати технологію застосування математичних методів та експертних оцінок в еколого-економічній метрології	Здатність усвідомлювати поняття ієрархічних систем та слабкі та сильні сторони експертних оцінок	Знання технології парних порівнянь та розрахунку ваги альтернатив. Знання процедур ієрархічного синтезу, враховуючи ваги альтернатив та їхнє місце в ієрархії	Уміння застосувати математичні методи в еколого-економічній метрології та математичні методи екологічного страхування. Уміння обробляти експертні оцінки у ході дослідження еколого-економічних систем. Уміння побудувати ієрархічні моделі еколого-економічних систем	Презентувати результати експертного аналізу та оцінювання щодо прийняття рішень в еколого-економічних системах	Відповідальність за узгодженість та якість експертних оцінок

Закінчення додатка А  
Закінчення табл. А.1

1	2	3	4	5	6
<b>Тема 3. Математичні методи еколого-економічного менеджменту. Екологічне страхування</b>					
Здійснювати обґрунтований вибір інвестиційних еколого-економічних проектів та розподіляти інвестиції за проектами, в списку яких є природоохоронні	Здатність усвідомлювати поняття про екологічне страхування та еколого-економічний менеджмент у цілому	Знання методичних основ, принципів та показників еколого-економічного менеджменту	Уміння застосовувати методи аналізу інвестиційних проектів в екології. Уміння аналізувати властивості інвестиційних проектів в екології	Презентувати результати вибору інвестиційних еколого-економічних проектів та прийняття рішень щодо екологічного страхування	Самостійно приймати ефективні управлінські рішення щодо вибору інвестиційних еколого-економічних проектів
<b>Тема 4. Імітаційне моделювання еколого-економічних систем</b>					
Здатність розробляти й аналізувати імітаційні моделі еколого-економічних систем	Сутність імітаційного моделювання, поняття та роль імітаційного моделювання в аналізі еколого-економічних систем	Знання технології побудови концептуальних моделей еколого-економічних систем, що дають змогу спостереження та аналізу; побудови причинно-наслідкових зв'язків між показниками розвитку еколого-економічних систем та процесами в них	Уміння розробляти, будувати й аналізувати динамічні моделі екологічних і економічних систем	Презентувати результати імітації в еколого-економічних відносинах	Приймати ефективні управлінські рішення на основі сценаріїв імітаційного моделювання
<b>Тема 8. Балансові моделі еколого-економічних систем. Модель міжгалузевго балансу Леонтьєва. Облік зовнішніх ресурсів. Модель Леонтьєва-Форда</b>					
Уміння будувати балансові моделі еколого-економічних систем	Визначення понять "корисність" та "лостерея". Види функцій корисності. Детермінований еквівалент корисності	Знання технології аналізу економіки на базі моделі міжгалузевго балансу Леонтьєва	Уміння аналізувати та розраховувати зовнішні ресурси та екологічний стан на базі балансової моделі Леонтьєва-Форда	Презентувати результати побудови балансових моделей	Здатність до самостійного дослідження еколого-економічної взаємодії на базі балансових моделей

## Зміст

Вступ.....	3
1. Опис навчальної дисципліни .....	4
2. Мета та завдання навчальної дисципліни .....	4
3. Програма навчальної дисципліни .....	7
4. Структура навчальної дисципліни.....	9
5. Плани лабораторних робіт .....	11
6. Самостійна робота студентів .....	12
7. Контрольні запитання для самодіагностики .....	13
8. Індивідуально-консультативна робота .....	14
9. Методи навчання .....	15
10. Методи контролю .....	17
11. Розподіл балів, які отримують студенти .....	31
12. Рекомендована література.....	39
12.1. Основна .....	39
12.2. Додаткова .....	39
12.3. Інформаційні ресурси .....	41
Додатки.....	42

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Робоча програма  
навчальної дисципліни  
"МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ"**

**для студентів спеціальності  
8.05010105 "Комп'ютерний  
еколого-економічний моніторинг"  
денної форми навчання**

*Самостійне електронне текстове мережне видання*

Укладач **Ястребова** Ганна Сергіївна

Відповідальний за випуск *Клебанова Т. С.*

Редактор *Лященко О. Г.*

Коректор *Ковальчук М. А.*

План 2015 р. Поз. № 120 ЕВ. Обсяг 45 с.

---

Видавець і виготівник – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Леніна, 9-А

---

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*