

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
КАФЕДРА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана з навчальної роботи

Олена КАШПУР

2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕКОЛОГІЧНІ Й ЕКОНОМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ  
для студентів

галузь знань 12 – «Інформаційні технології»  
спеціальність 122 – «Комп'ютерні науки»  
освітній рівень бакалавр  
освітня програма «Інформатика»  
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2021/2022  
Семестр 7  
Кількість кредитів ECTS 4  
Мова викладання, навчання та оцінювання українська  
Форма заключного контролю залік

Викладачі: доцент Коробова М.В., к.ф.-м.н., доц.

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробники: доцент **Коробова М.В.**, к.ф.-м.н., доц. кафедри моделювання складних систем.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Завідувач кафедри моделювання

складних

систем



Дмитро ЧЕРНІЙ

Протокол № ... від “12” 2021 року

Схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»



Людмила ОМЕЛЬЧУК « 6 » 2021 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп’ютерних наук та кібернетики

Протокол від « 6 » 2021 року № 10

Голова науково-методичної комісії  Людмила ОМЕЛЬЧУК

© Коробова М.В., 2021 рік

**1. Мета дисципліни:** ознайомлення та засвоєння основних принципів побудови і дослідження найпоширеніших математичних моделей економічних явищ і процесів, екології та еколого-економічної взаємодії; з різними підходами до моделювання; застосування моделей для потреб практики (прогнозування динаміки конкретних явищ).

## 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.

Для успішного вивчення дисципліни «Екологічні й економічні процеси та їх моделювання» академічний рівень студента повинен відповідати таким вимогам:

1. *Знати:* матеріали стандартних курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, чисельних методів.
2. *Вміти:* ставити та розв'язувати оптимізаційні задачі; працювати з матрицями; знаходити екстремальні значення функцій; розв'язувати та досліджувати диференціальні рівняння та системи, зокрема, за допомогою чисельних методів.
3. *Володіти:* елементарними навичками побудови моделей, роботи зі статистичною інформацією.

## 3. Анотація навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Екологічні й економічні процеси та їх моделювання» є складовою освітньо-професійної програми «Інформатика» підготовки фахівців за бакалаврським рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» в рамках спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Дисципліна належить до переліку обов'язкових навчальних дисциплін. Викладається у 7 семестрі в обсязі 120 годин (4 кредити ECTS). Зокрема, лекції – 34 години; консультації – 2 години; лабораторні заняття – 14 годин; самостійна робота – 70 годин. У курсі передбачено 3 змістовні частини та 5 лабораторних робіт. Дисципліна закінчується заліком.

## 4. Завдання (навчальні цілі).

Основними завданнями дисципліни «Екологічні й економічні процеси та їх моделювання» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до кваліфікації «бакалавр з комп'ютерних наук». Зокрема, розвивати:

- ЗК18: прагнення до збереження навколишнього середовища;
- СК2: здатність до виявлення закономірностей випадкових явищ, застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу;
- СК5: здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні рішення, будувати моделі оптимального вибору управління з урахуванням змін параметрів економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії;
- СК6: здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язуванні системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<i>Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідністю)</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
<b>Код</b>	<b>Результат навчання</b>			
<i>PH1.1</i>	Знати основні моделі ринкової рівноваги, теорії споживання, теорії виробництва та їх властивості	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторних робіт № 1, 2	20%

<i>PH1.2</i>	Знати статичні моделі Леонт'єва та ціноутворення, моделі економічного зростання	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи № 3	10%
<i>PH1.3</i>	Знати основні етапи моделювання екосистем, найпростіші математичні моделі динаміки ізольованої популяції, модель Леслі вікової структури, а також їх властивості	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи № 4	8%
<i>PH1.4</i>	Знати основні типи взаємодії популяцій, модель «хижак – жертва», її модифікації та властивості	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи № 4	7%
<i>PH1.5</i>	Знати принципи моделювання еколого-економічних систем, статичну та динамічну моделі Леонт'єва-Форда, умови існування невід'ємних розв'язків; модель оптимального збирання врожаю та її властивості; математичні основи імітаційного моделювання динамічних систем	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи № 5	10%
<i>PH2.1</i>	Формулювати, розв'язувати та досліджувати якісні властивості задач, пов'язаних з функціонуванням економічних процесів	Лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторних робіт	10%
<i>PH2.2</i>	Розпізнавати основні характеристики екологічних процесів, досліджувати якісні властивості цих процесів, проводити кількісний аналіз	Лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторних робіт	8%
<i>PH2.3</i>	Обирати оптимальний математичний апарат для моделювання еколого-економічних процесів, за необхідності – розробляти належне програмне забезпечення	Лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторних робіт	7%
<i>PH3.1</i>	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки моделей, складати письмові звіти	Лабораторні заняття	Захист лабораторних робіт	5%
<i>PH4.1</i>	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату	Самостійна робота	Захист лабораторних робіт	8%
<i>PH4.2</i>	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	Лабораторні заняття, самостійна робота	Захист лабораторних робіт	7%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
<b>ПРН2.</b> Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації за галузями.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН3.</b> Демонструвати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки експериментальних даних і побудови прогнозних моделей.	+		+		+		+	+	+	+	+
<b>ПРН7.</b> Вміти застосовувати методологію імітаційного моделювання об'єктів, процесів і систем, планувати та проводити експерименти з моделями, прийняття рішень щодо досягнення мети за результатами моделювання.			+	+	+		+	+	+	+	

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### семестрове оцінювання:

Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, – **100 балів**:

1. *Лабораторна робота 1: РН1.1, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 20/12 балів.*
2. *Лабораторна робота 2: РН1.1, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 20/12 балів.*
3. *Лабораторна робота 3: РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 20/12 балів.*
4. *Лабораторна робота 4: РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 20/12 балів.*
5. *Лабораторна робота 5: РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 20/12 балів.*

Захист лабораторної роботи 1 – 5 передбачає здачу лабораторного проекту та відповіді на теоретичні питання за його темою.

#### Теоретичні питання для захисту лабораторних робіт

##### Лабораторна робота 1

1. Поняття попиту. Функція попиту. Попит і ціна, закон попиту.
2. Загальне поняття еластичності та її застосування в економічних дослідженнях. Види еластичності.
3. Пропозиція. Величина пропозиції, функція пропозиції. Пропозиція і ціна, закон пропозиції.
4. Модель Маршала («хрест» Маршала). Статична та динамічна рівновага ринку.
5. Дискретна павутиноподібна модель. Динамічна рівновага. Поняття стабільної нестабільної та квазістабільної рівноваги.
6. Види державного регулювання ринкових відносин та їхні наслідки (зміни в ринковій рівновазі).

## Лабораторна робота 2

1. Порядкова функція корисності. Властивості. Теорема Дебре.
2. Задача раціональної поведінки споживача (за Маршалом).
3. Функції попиту та граничної вартості грошей.
4. Задача раціональної поведінки споживача (за Хіксом).
5. Виробнича функція. Властивості.
6. Умови повної конкуренції. Модель поведінки фірми в умовах досконалої конкуренції.
7. Функції попиту на ресурси і пропозиції продукції.
8. Недосконала конкуренція. Монополія, моносонія. Умови оптимальності.
9. Неповна конкуренція. Олігополія, олігосонія; математична модель.
10. Дуополії Курно та Штекельберга.

## Лабораторна робота 3

1. Міжгалузевий баланс виробництва і витрат.
2. Модель Леонтьєва (модель «витрати-випуск»).
3. Продуктивність моделі «витрати-випуск». Число та вектор Фробеніуса матриці. Ознаки продуктивності.
4. Модель міжгалузевої залежності цін (модель ціноутворення).
5. Коефіцієнти прямих та повних матеріальних витрат.
6. Динамічна неперервна модель Леонтьєва.
7. Неокласична модель економічного зростання. «Золоте правило» накопичення.

## Лабораторна робота 4

1. Поняття екологічної системи (екосистеми). Основні принципи та етапи моделювання екосистем.
2. Найпростіші математичні моделі динаміки популяцій (неперервні моделі). Ізольовані популяції. Види рівнянь динаміки популяцій. Модель Мальтуса.
3. Логістичне рівняння, властивості.
4. Моделі обмеженого росту популяції. Популяції з нижнім та верхнім критичними рівнями чисельності.
5. Вікова структура популяції. Функції народжуваності та функції переходу в наступну вікову групу. Матриця (оператор) Леслі, її властивості.
6. Рівноважний розв'язок моделі Леслі. Оцінка внутрішньої швидкості приросту популяції.
7. Взаємодія популяцій. Різні типи співіснування двох видів.
8. Модель Вольтера динаміки жертви та хижака. Стаціонарні стани системи.
9. Врахування внутрішньовидової конкуренції у моделі «хижак-жертва».
10. Співіснування двох видів, що вживають одну їжу. Стани рівноваги.
11. Біфуркація. Біфуркаційна діаграма та виникнення «катастрофи» в моделі екосистеми.

## Лабораторна робота 5

1. Особливості моделювання еколого-економічних систем. Концепція сталого розвитку.
2. Статична міжгалузева модель Леонтьєва–Форда.
3. Варіанти моделі міжгалузевої залежності цін (для моделі Леонтьєва–Форда).
4. Динамічна модель Леонтьєва–Форда. Технологічний темп зростання та прийнятність розв'язків.
5. Економіко-екологічні моделі зростання. Рівноваги «золотого віку» та «темного віку».
6. Модель оптимального збирання врожаю, моделювання технологій з еколого-економічними характеристиками.

### **підсумкове оцінювання у формі заліку:**

Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання, передбаченими даною програмою. Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

Студент отримує загальну позитивну оцінку з дисципліни, якщо його оцінка за семестр становить не менше, ніж 60 балів.

## **7.2 Організація оцінювання:**

### **Терміни проведення форм оцінювання:**

- 1. Лабораторна робота 1: до 2 лабораторного заняття включно.*
- 2. Лабораторна робота 2: до 3 лабораторного заняття включно.*
- 3. Лабораторна робота 3: до 4 лабораторного заняття включно.*
- 4. Лабораторна робота 4: до 5 лабораторного заняття включно.*
- 5. Лабораторна робота 5: до 6 лабораторного заняття включно.*

У випадку відсутності студентів з поважних причин відпрацювання та передачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

У випадку встановлення фактів порушення студентами академічної доброчесності передбачених пунктом 9.8.2 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» що діє від 07.05.2018, вони будуть притягнуті до відповідальності передбаченої пунктом 9.8.3 цього положення.

У разі неякісного або невчасного виконання лабораторної роботи, викладач має право не зарахувати лабораторну роботу.

Студент має право здавати лабораторні роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з послідовною втратою трьох балів на кожному наступному лабораторному занятті. Студент має право захистити на одному лабораторному занятті не більше однієї лабораторної роботи.

## **7.3 Шкала відповідності оцінок**

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Fail</b>	<b>0-59</b>

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Частина 1 «Моделювання економічних процесів»</b>				
1	Вступ. Особливості моделювання економічних явищ та процесів. <i>Самостійна робота:</i> Огляд математичних методів моделювання процесів та явищ.	1		2
2	Модель А. Маршала «Попит-пропозиція». <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань та виконання лабораторної роботи 1.	1	2	4
3	Теорія споживання. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 2.	2	2	2
4	Теорія виробництва. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань та виконання лабораторної роботи 2.	4	2	6
5	Багатогалузеві моделі. <i>Самостійна робота:</i> Багатогалузеві економічні моделі. Опрацювання теоретичних питань та виконання лабораторної роботи 3.	4	2	6
6	Економічне зростання. <i>Самостійна робота:</i> Моделювання економічного зростання. Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 3.	2		4
<b>Частина 2 «Моделювання процесів та явищ в екології»</b>				
7	Принципи та етапи моделювання екологічних процесів. <i>Самостійна робота:</i> Приклади поетапного моделювання екологічних процесів.	1		2
8	Моделі популяцій. Моделювання динаміки ізольованої популяції. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань та виконання	2	2	4

	лабораторної роботи 4.			
9	Дискретні моделі. Модель Леслі вікової структури. <i>Самостійна робота:</i> Модель Леслі з нестационарною матрицею. Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 4.	2		4
10	Взаємодія популяцій. Модель «хижак – жертва». Взаємодія кількох видів, що вживають одну їжу. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань та виконання лабораторної роботи 4.	4	2	6
11	Найпростіші моделі теорії катастроф. Біфуркаційна діаграма. <i>Самостійна робота:</i> Біфуркація. Найпростіші моделі теорії катастроф. Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 4.	1		6
<b>Частина 3 «Еколого-економічне моделювання»</b>				
12	Концепція сталого розвитку та особливості моделювання еколого-економічних систем. <i>Самостійна робота:</i> Концепція сталого розвитку та її вплив на особливості моделювання еколого-економічних систем.	1		4
13	Статична модель Леонтьєва-Форда. Еколого - економічні виробничі функції. <i>Самостійна робота:</i> Балансові та оптимізаційні еколого-економічні моделі. Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 5.	2		4
14	Динамічна модель Леонтьєва-Форда. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань та виконання лабораторної роботи 5.	2	2	4
15	Економіко-екологічні моделі зростання. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 5.	2		6
16	Модель оптимального збирання врожаю. Моделювання технологічних процесів	2		2

	екологічно чистих виробництв. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання теоретичних питань по лабораторній роботі 5.			
17	Імітаційна модель. Побудова імітаційних систем. <i>Самостійна робота:</i> Побудова імітаційних систем та сфера їх застосування.	1		4
<b>ВСЬОГО</b>		<b>34</b>	<b>14</b>	<b>70</b>

**Загальний обсяг – 120 год.**, у тому числі:

Лекцій – **34 год.**

Лабораторні заняття – **14 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **70 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основні:

1. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Горіцина І.А. Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів: навчальний посібник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. – 320 с.
2. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2006. – 304 с.
3. Ляшенко І.М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. – К.: Вища школа, 1999. – 236 с.
4. Ляшенко І.М., Мукоєд А.П. Моделювання біологічних та екологічних процесів. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 340 с.
5. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. М., 2003, 368 с.

### Додаткові:

1. Пономаренко О.І., Перестюк М.О., Бурим В.М. Сучасний економічний аналіз: У 2ч. Ч.1. Мікроекономіка. Ч.2. Макроекономіка: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 2004. – 472 с.
2. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Горіцина І.А., Колянова Т.В. Прості моделі пояснюють складні явища. Методичні рекомендації з курсів «Моделювання економічних та екологічних процесів», «Математична біологія». – <http://www.unicyb.kiev.ua/Library/МЕЕР/МЕЕР.pdf>.
3. Чарльз Генри Эдвардс, Девид Э. Пенни. Дифференциальные уравнения и краевые задачи. Моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB. – М: ООО ИД «Вильямс», 2008. – 1104 с.
4. Мур Джеффри, Уэдерфорд Ларри Р. и др. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. – М: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
5. Форрестер Дж. Мировая экономика. – М.: Наука, 1978. – 168 с.
6. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навчальний посібник. – ВПЦ «Київський університет», 2010. – 336 с.
7. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 128 с.