**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет математики та інформатики
(назва інституту / факультету)

**Кафедра** прикладної математики та інформаційних технологій
(назва кафедри)

**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**
**Деканка факультету математики та інформатики**
**проф. Мартинюк О.В.**
**"_" _____ 2026_ року**

# РОБОЧА ПРОГРАМА
## навчальної дисципліни
## Комп'ютерне моделювання еколого-економічних систем
(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова
(вказати: обов'язкова / вибіркова )

**Освітньо-професійна програма** Технології програмування та комп'ютерне моделювання
(назва програми)

**Спеціальність** F1 Прикладна математика
(вказати: код, назва)

**Галузь знань** F Інформаційні технології
(вказати: шифр, назва)

**Рівень вищої освіти** другий (магістерський)
(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

**факультет** математики та інформатики
(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання** українська
(вказати: на якій мові читається дисципліна)

**Чернівці 2026 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Комп'ютерне моделювання еколого-економічних систем»** складена відповідно до освітньо-професійної програми **«Технології програмування та комп'ютерне моделювання»**, спеціальність F1 – прикладна математика, галузь знань **F** – Інформаційні технології.

**Розробник:**____Маценко Василь Григорович доцент, канд. – фіз. мат. наук, доцент
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

**Викладач**, що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:
Маценко Василь Григорович, доцент, канд. – фіз. мат. наук, доцент
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

**Погоджено з гарантом ОП** _____ Микола ФІЛІПЧУК

**Затверджено** на засіданні кафедри прикладної математики та інформаційних технологій
Протокол № 2 від "28" серпня 2026 року
Завідувач кафедри _____ Ярослав БІГУН

**Схвалено** методичною радою факультету математики та інформатики
Протокол № 1 від "28" серпня 2026 року

Голова методичної ради
факультету математики та інформатики _____ Тоня ФРАТАВЧАН

©Кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, 2026рік
©_____, 2026 рік

**1. Мета навчальної дисципліни:** студенти повинні опанувати проблеми, що виникають при математичному (комп'ютерному) моделюванні природних явищ з урахуванням економічних факторів, вивчити принципи побудови математичних і комп'ютерних моделей, методи їх дослідження та їх застосування, здійснювати кількісний прогноз прийняття різних альтернативних рішень.

Студенти повинні навчитись будувати моделі складних еколого-економічних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютера. Розв'язувати задачі комп'ютерного моделювання шляхом використання спеціалізованих (у тому числі й створених) програмних засобів. Проводити системний аналіз об'єктів моделювання та обґрунтовувати вибір методів, алгоритмів та способів їх дослідження

**2. Пререквізити:** Числові методи, диференціальні рівняння, Методи оптимізації, програмування.

## 3. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студент має набути таких **компетентностей:**

**знати:** основні поняття математичного (компютерного) моделювання, класифікацію моделей, етапи побудови математичних моделей, проблеми комп'ютерного моделювання, методи, основні напрямки побудови моделей еколого-економічних систем, принципи побудови математичних моделей та методи їх дослідження, методи ідентифікації та агрегування математичних моделей, приклади математичних моделей еколого-економічних систем, суть поняття сталого розвитку**.**

**вміти:** використовувати сучасні методи математичного моделювання, застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних природно-економічних систем, здійснювати побудову та змістовний аналіз математичних моделей еколого-економічних систем, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач. розв'язувати проблеми інформаційного забезпечення, оцінювати складність математичного моделювання еколого-економічних систем, здійснювати вибір рівня агрегованості, на основі моделювання виробляти правильну еколого-економічну політику, розв'язувати питання ціноутворення на основі двоїстої моделі Леонтьєва-Форда. за допомогою моделювання одержувати нові знання, формулювати висновки та оцінювати їх адекватність, складність та ефективність, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються наступні

**загальні компетентності:**

ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК04. Здатність бути критичним і самокритичним.
ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**фахові компетентності:**

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.
ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК09. Здатність до проведення математичного і комп’ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв’язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв’язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.
ФК19. Здатність застосовувати сучасні інформиаційні технології для компютерної реалізхації математичних моделей.

та отримуються наступні **програмні результати навчання:**
ПРН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.
ПРН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв’язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
ПРН06. Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об’єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв’язку
ПРН12. Розв’язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.
ПРН14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.
ПРН21. Досліджувати математичні моделі процесів якісними й аналітичними методами, застосовувати програмне забезпечення для їх комп’ютерного моделювання.

## 4. Опис навчальної дисципліни

### 4.1. Загальна інформація

| Форма навчання | Рік підготовки | Семестр | Кількість | | Кількість годин | | | | | | Вид підсумкового контролю |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | кредитів | годин | лекції | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | індивідуальні завдання | |
| **Денна** | 1 | 1 | 5 | 150 | 30 | | | 15 | 105 | | екзамен |
| **Заочна** | | | | | | | | | | | |

### 4.2. Структура змісту навчальної дисципліни

| Назви змістових | Кількість годин | |
|---|---|---|
| | денна форма | заочна форма |

| модулів і тем | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 150 | 30 | – | 15 | | 105 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **Теми лекційних занять** | **Змістовий модуль 1**. (Основні поняття комп'ютерного моделювання еколого-економічних систем. Моделі збору урожаю.) | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Основні поняття, положення комп'ютерного моделювання . Поняття комп'ютерної моделі. Проблеми достовірності комп'ютерних розв'язків науково-екологічних задач. Модельні приклади. | 9 | 2 | | | | 7 | | | | | | |
| Тема 2. Поняття еколого-економічної системи. Основні глобальні екологічні проблеми, що обумовлені антропогенною дією. Концепція стійкого розвитку | 11 | 2 | | 2 | | 7 | | | | | | |
| Тема 3. Принципи побудови математичних моделей еколого-економічних систем. Проблеми моделювання. Приклади моделей еколого-економічних систем | 9 | 2 | | | | 7 | | | | | | |
| Тема 4. Раціональне використання природних популяцій. Збір урожаю у логістичній моделі. Мягка та жорстка стратегії. Існування критично допустимих рівнів збору урожаю. Збір урожаю в інших моделях. | 11 | 2 | | 2 | | 7 | | | | | | |
| Тема 5. Модель оптимального збору врожаю в логістичній моделі. | 9 | 2 | | | | 7 | | | | | | |
| Тема 6. Моделі збору урожаю у системі «хижак-жертва». Існування стаціонарних станів, їх стійкість. | 11 | 2 | | 2 | | 7 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тема 7. Інші моделі двовидових систем (модель конкуренції, симбіозу). Збір урожаю у цих моделях. | 10 | 2 | | 1 | | 7 | | | | | | |
| Тема 8. Модель взаємодії забруднення і природи. Параметричний портрет системи. Три варіанти взаємодії. | 10 | 2 | | 1 | | 7 | | | | | | |
| Разом за ЗМ1 | 80 | 16 | | 8 | | 56 | | | | | | |
| **Теми лекційних занять** | **Змістовий модуль 2.** (Комп'ютерні моделі тривидових систем. Балансові моделі. Глобальні динамічні моделі.) | | | | | | | | | | | |
| Тема 9. Системи з трьох популяцій. Трофічні зв'язки у системах. Система один хижак-дві жертви. | 10 | 2 | | 1 | | 7 | | | | | | |
| Тема 10. Математичні моделі динаміки трьох трофічних рівнів та трьох конкурентів. Біологічний метод боротьби зі шкідниками. Збір урожаю в моделях. | 10 | 2 | | 1 | | 7 | | | | | | |
| Тема 11. Модель динаміки вікової структури біологічних популяцій. Умови виживання популяцій. Збір урожаю в моделі. | 9 | 2 | | | | 7 | | | | | | |
| Тема 12. Оптимізаційні моделі еколого-економічних систем. Моделі оптимізації випуску та доходів. Модель оптимізації з комплексом екологічних обмежень. | 10 | 2 | | 1 | | 7 | | | | | | |
| Тема 13.Міжгалузеві балансові моделі. Балансові моделі економічних систем. Модель Леонтьєва. Її дослідження. | 11 | 2 | | 2 | | 7 | | | | | | |
| Тема 14. Модель еколого-економічної взаємодії. Модель Леонтьєва-Форда. Продуктивність моделі. Знаходження розв'язків | 11 | 2 | | 2 | | 7 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| моделі. Модельні приклади. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 15. Глобальна модель світової динаміки. Модель Форрестера. Модифікації моделі Форрестера. Висновки. | 9 | 2 | | | | 7 | | | | | | |
| Разом за ЗМ 2 | 70 | 14 | | 7 | | 49 | | | | | | |
| **Усього годин** | 150 | 30 | | 15 | | 105 | | | | | | |

## 4.3. Теми лабораторних занять

| № | Назва теми |
|---|---|
| 1 | **Модуль 1. Побудова моделей еколого-економічних систем на основі екологічних моделей. Їх комп'ютерна реалізація.** Доповнити екологічні моделі фактором збору урожаю в двовидових та тривидових системах. Виконати їх якісний та комп'ютерний аналіз. Знайти критичні значення параметрів при яких система не розвалюється. Зробити висновки. |
| 2 | **Модуль 2.Побудова моделей еколого-економічних систем на основі економічних моделей. Їх комп'ютерна реалізація.** Економічні моделі доповнити фактором забруднення довкілля. Виконати комп'ютерне дослідження одержаних систем |

## 4.4.Зміст завдань для самостійної роботи

| № п/п | Назва теми | Форми контролю |
|---|---|---|
| 1 | Основи комп'ютерного моделювання. Поняття еколого-економічної системи. | колоквіум усне опитування |
| 2 | Збір урожаю у логістичній моделі. Мягка та жорстка стратегії. | колоквіум |
| 3 | Модель оптимального збору врожаю в логістичній моделі | колоквіум |
| 4 | Моделі збору урожаю у системі «хижак-жертва». Існування стаціонарних станів, їх стійкість. | колоквіум |
| 5 | Модель взаємодії забруднення і природи. | колоквіум |
| 6 | Математичні моделі динаміки тривидових систем. Збір урожаю в моделях. | усне опитування |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Модель динаміки вікової структури біологічних популяцій. | колоквіум |
| 8 | Комп'ютерне дослідження моделей збору урожаю у двовидових та тривидових системах. | Лабораторна робота |
| 9 | Комп'ютерне моделювання оптимізації випуску продукції з урахуванням забруднення. Дослідження моделі Леонтьєва-Форда. | Лабораторна робота |

Самостійна робота студента полягає в опрацюванні лекційного матеріалу, більш детальному розгляді окремих питань курсу, виконанні домашніх завдань, підготовці до лабораторних, лекційних занять і колоквіумів, виконанні лабораторних завдань і ффформування звітів

Самостійна робота студента загалом складає 105 годин. Розподіл цих годин за видами робіт:

- опрацювання лекційного матеріалу, більш детальний розгляд окремих питань курсу – 25 годин;
- виконання та формування звітів до лабораторних завдань – 25 годин;
- підготовка до колоквіумів– 25;
- підготовка до лабораторних і лекційних занять і іспиту – 30 годин.

Оцінювання самостійної роботи студента є складовою частиною оцінювання його виконання його лабораторних робіт.

### 4.5. Індивідуальні науково-дослідні завдання (ІНДЗ)

ІНДЗ з даної навчальної дисципліни не передбачені.

## 5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

(Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання можебути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати його в мінімальну позитивну оцінку використовуваної числової (рейтингової) шкали).

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю. Об'єктом оцінювання є програмний матеріал дисципліни, засвоєння якого і перевіряється даними видами контролю.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і написання та захист аналітичних звітів з лабораторних робіт. Завданнями поточного контролю є перевірка рівня розуміння та засвоєння лекційного матеріалу, набуття практичних навичок розв'язування конкретних задач.

Завданням підсумкового контролю (іспиту) є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, здатності успішно розв'язувати поставлені практичні задачі та комплексно використовувати отримані знання.

Оцінювання знань здійснюється за 100-бальною шкалою. Результати роботи впродовж навчального семестру оцінюються в ході поточного контролю в діапазоні загалом від 0 до 60 балів, а результати підсумкового контролю (іспиту) оцінюються від 0 до 40 балів.

**Розподіл балів, які отримують студенти**

| Поточне оцінювання (*аудиторна та самостійна робота*) | | | | | | | | | | | | | | | | Кількість балів (екзамен) | Сумарна к-ть балів |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Змістовний модуль 1 | | | | | | | | Змістовний модуль 2 | | | | | | | 40 | 100 | |
| Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | Т6 | Т7 | Т8 | Т9 | Т10 | Т11 | Т12 | Т13 | Т14 | Т15 | | | |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Впродовж семестру студенти виконують 2 лабораторні роботи (по 20 балів кожна) за змістовими модулями дисципліни.

Екзаменаційний білет (40 балів) складається з 4 питань – 2 теоретичних і 2 практичних завдання. Кожне питання оцінюється по 10 балів.. За суттєві помилки в розв'язуванні задачі знімається 5-7 балів. За несуттєві помилки в розв'язуванні задачі знімається 1-4 бали. Часткове розв'язання задачі із грубими помилками, що не привело до отримання розв'язку, оцінюється не вище 3 балів.

Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни виставляється за загальною сумою балів, набраних студентом, згідно з наступною таблицею:

## Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

(для 1-3, 5-6 курсів)

| **Оцінка за національною шкалою** | **Оцінка за шкалою ECTS** | |
|---|---|---|
| | **Оцінка (бали)** | **Пояснення за розширеною шкалою** |
| **Відмінно** | A (90-100) | відмінно |
| **Добре** | B (80-89) | дуже добре |
| | C (70-79) | добре |
| **Задовільно** | D (60-69) | задовільно |
| | E (50-59) | достатньо |
| **Незадовільно** | FX (35-49) | (незадовільно) з можливістю повторного складання |
| | F (1-34) | (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом |

*(4 курс оцінюється за старою шкалою оцінювання)*

**6. Методи навчання. П**ерелік методів, що використовуються у освітньому процесі:

- методи формування професійної компетентності (розповідь, пояснення, бесіда, генерування ідей для побудови моделей, аналіз та демонстрація результатів моделювання);
- методи формування практичних умінь та навичок (розв'язування задач, виконання практичних та лабораторних завдань, розробка схем, таблиць, розробка звітів виконання роботи та захист презентацій).

## 7. Система контролю та оцінювання. Види та форми контролю

Формами поточного контролю є дві лабораторні роботи та усна відповідь студента на колоквіумі.

Формами підсумкового контролю є екзамен.

**Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- контрольні роботи;
- аналітичні звіти з лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;

### Форми поточного та підсумкового контролю

Формами поточного контролю є лабораторні роботи, відповідь студента на колоквіумах та на усних опитуваннях.

Формами підсумкового контролю є екзамен.

### Нормативно-процесуальні умови оцінювання, допуску та апеляції

*Оцінювання знань здобувачів вищої освіти* здійснюється відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» та «Положення про контроль і систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича».

*Умови допуску до підсумкового семестрового контролю (іспиту):*

- Обов'язкове виконання, подання та успішний захист двох лабораторних робіт, передбачених робочою програмою;
- Проходження поточного контролю за двома змістовими модулями;
- Набрання за результатами поточного оцінювання не менше 35 балів із 60 можливих.

*Політика ліквідації заборгованостей та апеляції:*

- Здобувачі освіти, які не були допущені до іспиту або отримали під час семестрового контролю незадовільну оцінку FX (35–49 балів), мають право на ліквідацію академічної заборгованості за затвердженим графіком у визначені терміни до початку наступного навчального семестру.
- Перескладання іспиту дозволяється не більше двох разів: один раз — викладачу, вдруге – комісії, створеній деканом факультету. Перескладання семестрового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не допускається.
- Здобувачі, які отримали оцінку F (1-34 бали), зобов'язані пройти повторний курс вивчення дисципліни.
- У разі незгоди з отриманою на семестровому іспиті оцінкою здобувач вищої освіти має право подати письмову апеляційну заяву на ім'я декана факультету (або ректора Університету) не пізніше 12:00 наступного робочого дня після оголошення результату відповідно до Положення про апеляцію на результати підсумкового семестрового контролю ЧНУ.

## ЗАРАХУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Відповідно до «*Порядку визнання у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти*» (https://www.chnu.edu.ua/media/4g5fzssb/poriadok-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-ta-abo-informalnoi-osvity.pdf) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та / або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Згідно з рішенням кафедри студентам можуть бути зараховані бали за наявності сертифіката про проходження курсів, тренінгів, вебінарів, які відповідають тематиці освітнього компонента.

***Механізм та умови визнання результатів:***

1. **Перезарахування окремих тем / лабораторних робіт / поточного контролю:**
   - У разі часткової відповідності змісту онлайн-курсу або сертифікованої програми тематиці окремих змістових модулів дисципліни «Програмування», здобувач звертається в усній формі до викладача, подаючи підтверджуючі документи.
   - За умови підтвердження відповідності результатів навчання здобувачу зараховується максимальний бал з відповідної теми (лабораторної роботи, тесту) та звільняється від виконання відповідних завдань. Загальний обсяг балів, який може бути зарахований здобувачу за результатами неформальної/інформальної освіти з окремих тем, не може перевищувати 25% від загальної кількості балів з дисципліни (до 25 балів зі 100).
2. **Повне зарахування освітнього компонента (підсумкового контролю):**
   - У разі необхідності повного зарахування навчальної дисципліни здобувач подає письмову заяву на ім’я декана факультету, до якої додає освітню декларацію про попереднє навчання та сертифікати.
   - Розгляд документів, співставлення результатів навчання із програмою дисципліни та оцінювання здійснює Предметна комісія, призначена розпорядженням декана.
3. **Процедура підтвердження та оцінювання:**
   - У разі прийняття Предметною комісією рішення про проведення контрольного заходу (співбесіди, контрольного завдання), здобувачу надається до 10 робочих днів для підготовки за питаннями і завданнями, що виносяться на контроль.
   - Загальний обсяг визнаних результатів неформальної освіти за весь строк навчання за ОПП «Технології програмування та комп’ютерне моделювання» (галузь знань F «Інформаційні технології») не може перевищувати 35% від загального обсягу освітньої програми.

## 8. Політика освітнього процесу та академічної доброчесності

Здобувач зобов'язаний своєчасно та якісно виконувати всі отримані завдання; за необхідності, з метою з'ясування всіх незрозумілих під час самостійної та індивідуальної роботи питань, відвідувати консультації викладача. Також студенти зобов'язані дотримуватись правил академічної доброчесності відповідно до «Етичного кодексу ЧНУ». Політика дотримання академічної доброчесності (відповідно до Закону України «Про освіту») полягає у тому, що викладання навчальної дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності – сукупності етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень. Наявність академічного плагіату в студентських роботах є підставою для виставлення негативної оцінки. Списування студентів під час проходження тестування є підставою для дострокового припинення його складання та виставлення негативної оцінки.

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» ( https://tinyurl.com/EKChNU );
- «Положення про виявлення та запобігання академічному плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» ( https://tinyurl.com/PolPlagChNU ).
- «Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»

https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/

**Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:**

- *допускається за умови* дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- *не допускається* використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
- *додаткові обмеження чи вимоги* щодо використання ШІ можуть визначатися викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.

## 9. Рекомендована література

### 9.1. Базова (основна)

1. Маценко В.Г. Математичне моделювання екологічних процесів: навч. посібник. – Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2019. – 376 с. [електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3209?

2. Маценко В.Г. Математичне моделювання динаміки вікової структури біологічних популяцій : монографія. – Чернівці : Чернівец нац ун-т ім Ю. Федьковича. 2018. – 191 с. [електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3212?

3 Григорків В.С. Моделювання еколого-економічної взаємодії : навч. пос. – Чернівці : Рута, 2007. – 84 с.

4. Ляшенко И.Н., Михалевич М.В., Утеулиев Н.У. Методы эколого-экономического моделирования. – Нукус : Билин, 1994. – 236 с.

5. Ляшенко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. – К. : Вища школа, 1999. – 236 с.

6. Маценко В.Г. Математичне моделювання : навч. посібник. – Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2014. – 519 с. [електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3208?

### 9.2. Допоміжна

**1.** Ляшенко І. М., Мукоєд А.П. Моделювання екологічних та біологічних процесів. – К.: Київський університет, 2002. – 340 с.

## 10. Інформаційні ресурси

1. https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=3740 сторінка курсу в системі **moodle ЧНУ**
2. Маценко В.Г. Математичне моделювання екологічних процесів: навч. посібник. – Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2019. – 376 с. [електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3209?
3. Маценко В.Г. Математичне моделювання динаміки вікової структури біологічних популяцій : монографія. – Чернівці : Чернівец нац ун-т ім Ю. Федьковича. 2018. – 191 с. [електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3212?

## Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю

**Контрольні питання до модуля 1.**

- Поняття комп’ютерної моделі.
- Проблеми достовірності комп’ютерних розв’язків науково-екологічних задач.
- Поняття еколого-економічної системи. Основні глобальні екологічні проблеми, що обумовлені антропогенною дією.

- Принципи побудови математичних моделей еколого-економічних систем. Проблеми моделювання еколого-економічних систем.
- Збір урожаю у логістичній моделі. Мягка та жорстка стратегії. Існування критично допустимих рівнів збору урожаю.
- Модель оптимального збору врожаю в логістичній моделі.
- Моделі збору урожаю у системі «хижак-жертва». Існування стаціонарних станів, їх стійкість.
- Інші моделі двовидових систем (модель конкуренції, симбіозу). Збір урожаю у цих моделях.
- Модель взаємодії забруднення і природи. Параметричний портрет системи. Три варіанти взаємодії.

**Контрольні питання до модуля 2.**

- Системи з трьох популяцій. Трофічні зв'язки у системах. Система один хижак-дві жертви. Збір урожаю.
- Математичні моделі динаміки трьох трофічних рівнів та трьох конкурентів. Біологічний метод боротьби зі шкідниками. Збір урожаю в моделях.
- Модель динаміки вікової структури біологічних популяцій. Умови виживання популяцій.
- Збір урожаю в моделі динаміки вікової структури біологічних популяцій.
- Оптимізаційні моделі еколого-економічних систем. Моделі оптимізації випуску та доходів. Модель оптимізації з комплексом екологічних обмежень.
- .Міжгалузеві балансові моделі. Балансові моделі економічних систем. Модель Леонтьєва. Її дослідження. Висновки
- Модель еколого-економічної взаємодії. Модель Леонтьєва-Форда. Продуктивність моделі. Знаходження розв'язків.
- Глобальна модель світової динаміки. Модель Форрестера. Побудова, ідентифікація моделі. Модифікації моделі Форрестера. Висновки.

**Питання до модуль-контролю.**

- Поняття комп'ютерної моделі.
- Проблеми достовірності комп'ютерних розв'язків науково-екологічних задач.
- Поняття еколого-економічної системи. Основні глобальні екологічні проблеми, що обумовлені антропогенною дією.
- Принципи побудови математичних моделей еколого-економічних систем. Проблеми моделювання еколого-економічних систем.
- Збір урожаю у логістичній моделі. Мягка та жорстка стратегії. Існування критично допустимих рівнів збору урожаю.
- Модель оптимального збору врожаю в логістичній моделі.
- Моделі збору урожаю у системі «хижак-жертва». Існування стаціонарних станів, їх стійкість.

- Інші моделі двовидових систем (модель конкуренції, симбіозу). Збір урожаю у цих моделях.
- Модель взаємодії забруднення і природи. Параметричний портрет системи. Три варіанти взаємодії.
- Системи з трьох популяцій. Трофічні зв’язки у системах. Система один хижак-дві жертви. Збір урожаю.
- Математичні моделі динаміки трьох трофічних рівнів та трьох конкурентів. Біологічний метод боротьби зі шкідниками. Збір урожаю в моделях.
- Модель динаміки вікової структури біологічних популяцій. Умови виживання популяцій.
- Збір урожаю в моделі динаміки вікової структури біологічних популяцій.
- Оптимізаційні моделі еколого-економічних систем. Моделі оптимізації випуску та доходів. Модель оптимізації з комплексом екологічних обмежень.
- .Міжгалузеві балансові моделі. Балансові моделі економічних систем. Модель Леонтьєва. Її дослідження. Висновки
- Модель еколого-економічної взаємодії. Модель Леонтьєва-Форда. Продуктивність моделі. Знаходження розв’язків.
- Глобальна модель світової динаміки. Модель Форрестера. Побудова, ідентифікація моделі. Модифікації моделі Форрестера. Висновки.