

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
 Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій  
 Кафедра екології

УЗГОДЖЕНО  
 Декан ФЕБІТ

  
 Ірина МАТВЕСВА

«25» 04 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Проректор з навчальної роботи

  
 Анатолій ПОЛУХІН

«05» 05 2023 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«Моделювання і прогнозування стану довкілля»**

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Галузь знань: 10 «Природничі науки»

Спеціальність: 101 «Екологія»

Форма навчання	Сем.	Усього (годин /кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.3	Л.3.	СРС	ДЗ/РГР/К.р	КР/КП	Форма сем. контролю
Денна	6	135/4,5	32	-	32	71	-	КР 6с	екзамен – 6с
Заочна	6, 7	135/4,5	10	-	6	119	К.р. 7с	КР 7с	екзамен - 7с

Індекс: НБ-3-101/22-2.1.23

Індекс: НБ-3-101з/21-2.1.23

**СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023**



Робочу програму навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-3-101/21, №РБ-3-101/22 та №НБ-3-101з/21, №РБ-3-101з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

Професор кафедри екології, д.т.н.  Юрій ОЛЬХОВИК

Доцент кафедри екології, к.ф.-м.н.  Валентина ГРОЗА

Доцент кафедри екології, к.ф.-м.н.  Андріан ЯВНЮК

Доцент кафедри екології, к.ф.-м.н.  Ігор ГОРБАЧ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол № 3 від «16» 03 2023 р.

Завідувач кафедри  Тамара ДУДАР

Гарант ОПП  Маргарита РАДОМСЬКА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 7 від «17» 03 2023 р.


Голова НМРР  Валентина ГРОЗА

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**




	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023
		стор. 3 з 16	

## ЗМІСТ

	сторінка
<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля...	5
2.3. Тематичний план .....	9
2.4. Контрольна (домашня) робота (ЗФН) .....	10
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену .....	10
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	10
3.1. Методи навчання .....	10
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	10
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті .....	11
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b>	12



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023
		стор. 4 з 16	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни

**Місце** дисципліни в системі професійної підготовки фахівця. Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі природничих наук.

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок у галузі моделювання фізичних і біотичних процесів під впливом природних та антропогенних чинників у довкіллі та прогнозування змін його стану з використанням математичного апарату та статистичних методів обробки інформації та реалізацією відповідних моделей в сучасних програмних пакетах.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння загальними принципами використання класичних та спеціальних методів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, статистики, математичного програмування для моделювання і прогнозування стану довкілля;
- вивчення методів математичного моделювання біотичних процесів на рівні організмів, угруповань, екосистем, популяцій та біосфери;
- навчання студентів методам математичного моделювання фізичних процесів у довкіллі на локальному, регіональному та глобальному рівнях;
- оволодіння методами прогнозування наслідків антропогенного впливу на біотичну та абіотичну складові довкілля різних рівнів.

### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна

ПРН 2. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

ПРН 8. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень;

ПРН 9. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

ПРН 10. Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.

ПРН 11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище;

ПРН 21. уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна

ІК1. Інтегральна компетентність (у комплексі з іншими дисциплінами): здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов.


Навчальна дисципліна дає змогу здобувачу вищої освіти такі загальні компетентності (у комплексі з іншими дисциплінами):

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК 8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023
		стор. 5 з 16	

Навчальна дисципліна дає змогу здобувачу вищої освіти такі спеціальні (фахові) компетентності (у комплексі з іншими дисциплінами):

ФК 15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

ФК 18. здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

ФК 23. здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

#### 1.4. Міждисциплінарні зв'язки

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Вища математика», «Інформаційні технології в екології», «Фізика», «Біологія», «Хімія», «Гідрологія», «Ландшафтна екологія», «Загальна екологія та неоекологія», «Моніторинг довкілля» та є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Урбоекологія», «Техноекологія», «Нормування антропогенного навантаження на довкілля» та інших.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- модуля №1 «Теоретичні основи моделювання в екології»

- модуля №2 «Математичні моделі розповсюдження забруднення в атмосфері, гіросфері та літосфері», кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів їх виконання.

Окремим третім модулем є **курсва робота (КР)**, що виконується у 6 семестрі (7 семестрі ЗФН), відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій. КР є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни, зокрема розуміння екологічних проблем сучасності та ролі людини у їх виникненні.

### 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

#### Модуль 1. Теоретичні основи моделювання в екології

##### Інтегровані вимоги модуля №1:

##### знати:

- класифікацію моделей в екології;
- основні поняття та етапи системного аналізу в контексті побудови екологічних моделей;
- етапи побудови моделей екосистем;
- основні принципи та методи математичного моделювання стану навколишнього середовища (експрес-методи, екстраполяційні методи, статистичні методи);
- методи оптимізації у прийнятті екологічних рішень (методи лінійного програмування, теорії ігор, нелінійні методи);
- загальні диференціальні рівняння динаміки чисельності популяцій;

##### вміти:

- виконувати попередню обробку даних моніторингу довкілля;
- самостійно проводити розрахунки парних та множинних регресійних моделей;
- самостійно реалізувати алгоритми оптимізації у прийнятті екологічних рішень;
- самостійно проводити дослідження динамічних систем розвитку біологічних популяцій з використанням ПЕОМ.





### **Тема 1. Основні поняття, принципи та етапи моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища.**

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з екології та охорони навколишнього середовища. Основні поняття моделювання і прогнозування стану довкілля. Задачі моделювання стану довкілля. Особливості моделювання екологічних об'єктів та процесів. Коротка історична довідка.

Поняття екологічної моделі. Класифікація моделей в екології. Глобальні моделі розвитку соціоекосистеми. Схема побудови моделей екосистем. Постановка задачі. Концептуалізація зовнішніх зв'язків. Роль експериментів та спостережень в побудові екологічних моделей.

Системний підхід до побудови екологічних моделей. Поняття системи та її складників. Основні поняття та етапи системного аналізу. Методологічні питання системного підходу до побудови моделей екосистем.

Основні принципи математичного моделювання стану навколишнього середовища.

### **Тема 2. Використання елементарних функцій для моделювання екологічних процесів.**

Поняття змінної величини та функції. Використання лінійної функціональної залежності в екології. Пряма та обернена пропорціональні залежності, приклади застосування для моделювання в природних процесах. Дробово-лінійна функція, рівняння Міхаеліса-Ментен. Степенева функція та її застосування в екології. Показникова та логарифмічна функції, їх застосування до опису розмноження популяцій. Тригонометричні функції та їх застосування до моделювання періодичних процесів.

### **Тема 3. Застосування диференціальних рівнянь до моделювання екологічних процесів.**

Поняття похідної та її застосування до вивчення законів природи. Задачі, що приводять до поняття похідної. Приклади застосування похідної до моделювання біологічних, хімічних і фізичних процесів.

Побудова емпіричних формул. Приклад побудови емпіричної формули методом найменших квадратів для моделювання лінійних екологічних процесів.

Загальні принципи моделювання екологічних систем за допомогою диференціальних рівнянь, стаціонарні розв'язки та їх стійкість.

### **Тема 4. Моделювання динаміки чисельності біологічних популяцій.**

Моделювання динаміки чисельності окремої популяції. Експоненціальний закон. Логістична модель. Моделювання міжвидових взаємовідносин. Основні типи взаємовідносин між популяціями. Моделі Лотки-Вольтерра.

Моделювання трофічних ланцюгів. Концептуальна модель трофічного ланцюга. Математична модель трофічного ланцюга. Математичні моделі спрощеного трофічного ланцюга водної екосистеми.

### **Тема 5. Статистичні методи в екології.**


Основні положення математичної статистики та умови використання статистичних методів. Основні принципи роботи з статистичними даними. Методи статистичного спостереження. Похибки статистичних даних в екології. Вирівнювання даних як методи виключення грубих похибок.

Аналіз і моделювання часових рядів в екології. Поняття часового ряду в статистиці. Використання часових рядів в екології. Методи аналізу часових рядів. Поняття тренду. Типи трендів. Перевірка адекватності та ефективності тренду. Прогнозування на основі моделі часового ряду.

### **Тема 6. Регресійні моделі в екології. Екстраполяційні та інтерполяційні методи моделювання в екології.**

Умови використання регресійних моделей в екології. Основні принципи кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка взаємозв'язку між екологічними характеристиками, представ-



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023
		стор. 7 з 16	

леними статистичними даними. Парна регресія. Оцінка значущості коефіцієнта кореляції. Метод найменших квадратів як основа побудови регресійного рівняння. Множинна регресія. Багатофакторні моделі екологічних процесів. Поняття про планування екстремальних дослідів в екології на прикладі ПФЕ 2<sup>3</sup>.

Поняття екстраполяції та інтерполяції та їх застосування. Постановка задачі інтерполяції та екстраполяції. Інтерполяційний многочлен Лагранжа.

#### **Тема 7. Методи оптимізації в екології.**

Задача оптимізації. Основні поняття. Методи лінійного програмування. Графічний метод. Симплекс-метод. Реалізація в Excel. Приклади застосування методів оптимізації до дослідження функціонування та розвитку екологічних систем.

Метод Лагранжа як приклад методу нелінійної оптимізації. Приклади задач нелінійної оптимізації в екології.

Основні поняття та принципи математичної теорії ігор. Класифікація ігор. Застосування статичних теоретико-ігрових моделей в екології. Динамічні теоретико-ігрові моделі охорони навколишнього середовища.

#### **Модуль № 2 «Математичні моделі розповсюдження забруднення в атмосфері, гідросфері та лігосфері»**

##### **Інтегровані вимоги модуля №1:**

##### **знати:**

- класифікацію моделей розповсюдження забруднення у повітрі;
- методи моделювання стану атмосферного повітря на основі рівнянь масообміну, аеромеханіки та фундаментальних законів збереження маси, імпульсу та енергії;
- статистичні методи дослідження стану атмосферного повітря;
- основні методи моделювання стану водних об'єктів;
- методи моделювання фізичних та хімічних процесів у ґрунтах;

##### **вміти:**

- самостійно будувати аналітичні та відповідні скінченно-різницеві моделі забруднення атмосферного повітря;
- самостійно проводити аналіз впливу чинників рівня забруднення атмосферного повітря;
- самостійно будувати аналітичні та відповідні скінченно-різницеві моделі забруднення гідросфери;
- застосовувати моделі процесів у ґрунтах до прогнозування забруднення.

#### **Тема 1. Класифікація математичних моделей стану повітряного середовища. Прості детерміновані моделі стану повітряного середовища.**

Класи математичних моделей аналізу і прогнозу рівня забруднення атмосферного повітря та їх загальні характеристики. Системи координат у моделюванні розповсюдження забруднення у повітрі.


Показники забруднення повітря. Моделі простого поверхневого джерела забруднення. Моделі зниження до попереднього рівня та їх застосування. Обмеження та переваги простих детермінованих моделей.

Методи Гаусса локальних викидів. Властивості моделей Гаусса. Основні формули для розрахунку концентрації забруднення для точкового викиду. Типи моделей Гаусса для точкового викиду. Загальні характеристики та особливості. Узагальнення формули гауссового розподілу на випадок джерела забруднення, рівномірно розподіленого вздовж лінії та на майданчику.

#### **Тема 2. Моделі забруднення повітря на основі диференціальних рівнянь.**

Моделі контрольних об'ємів забруднення повітряного середовища. Сіткові моделі стану повітряного середовища на базі скінченно-різницевих методів.



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.03.-01-2023
		стор. 8 з 16	

Основний принцип побудови моделей контрольних об'ємів. Інтегральна модель приземного шару. Балансова модель. Методи частинок для опису розповсюдження забруднення у повітрі.

Основний принцип скінченно-різницевого методу розв'язування диференціальних рівнянь. Оцінка точності наближень.

Фізичні моделі. Регіональні моделі.

### **Тема 3. Характеристики моделей забруднення повітря.**

Математичні, географічні та фізичні характеристики моделей. Характеристики просторових та часових масштабів прогнозу та аналізу якості повітря. Стаціонарні та динамічні характеристики. Забруднювальні речовини та механізми реакцій їх перетворень. Вплив рельєфу та типу місцевості на процеси розповсюдження забруднення в атмосфері. Роль невизначеностей в задачах моделювання процесів забруднення повітря.

### **Тема 4. Довгострокове та короткострокове моделювання забруднення водних систем.**

Особливості водних екосистем. Фактори впливу на стан водних екосистем. Моделі розповсюдження забруднення вздовж русла річок та в озерах і ставках. Схема організації моніторингу стану водних систем для

Основні принципи та особливості моделювання гідроекологічних процесів. Моделювання водного і гідрохімічного режимів. Модель динаміки органічної речовини і розчиненого кисню з урахуванням водообміну.

### **Тема 5. Моделювання забруднення ґрунтового та рослинного середовищ.**

Моделювання водно-фізичних процесів у ґрунтах. Моделювання процесів випаровування, транспірації, капілярного підняття розчинів та конвективного переміщення в ґрунтах.

Моделювання основних процесів життєдіяльності рослин.

Моделювання міграції радіонуклідів в агроекосистемах. Моделювання процесу поглинання важких металів ґрунтом і рослинним покривом.

### **Тема 6. Прогнозування стану навколишнього середовища.**

Поняття прогнозу та прогнозування. Класифікація методів прогнозування. Базові методи прогнозування стану довкілля. Прогнозування якості довкілля. Прогнозування як основа проектування соціоекосистеми

### **Тема 7. Сучасні напрями розвитку імітаційного математичного моделювання екологічних процесів.**

Пріоритетні напрями екологічних досліджень. ГІС-технології в екології. Методологічні основи побудови природоохоронної геоінформаційної системи. Інформаційно-експертні системи оцінювання водних об'єктів. Імітаційне математичне моделювання як складова інформаційно-експертної системи.

### **Модуль №3. Курсова робота**

Курсова робота (КР) виконується у шостому (ЗФН - у сьомому) семестрі. Метою курсової роботи є закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в галузі моделювання, що використовуються в подальшому при вивченні наступних дисциплін професійної підготовки фахівця. Конкретна мета КР полягає у виборі, обґрунтуванні та реалізації математичної моделі конкретного екологічного об'єкта відповідно до варіанту.

Теми курсової роботи пов'язані з аналізом причин виникнення та розвитку екологічних проблем різного рівня з формуванням заходів для усунення або пом'якшення передумов виникнення даних проблем. Теми курсових робіт є індивідуальними та затверджуються керівником курсової роботи після обговорення. Завдання та вказівки для виконання курсової роботи розробляються провідним викладачем та затверджуються протоколом засідання випускової кафедри, доводяться до відома студента індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій.

Виконання КР є важливим етапом у підготовці майбутнього фахівця-еколога до участі в студентських конференціях, виконання дипломної роботи, участі в науковій роботі.





### 2.3. Тематичний план

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль №1 «Теоретичні основи моделювання в екології»</b>									
		<b>6 семестр</b>				<b>6 семестр</b>			
1.1	Основні поняття, принципи та етапи моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища	6	2	2	2	10	2	-	8
1.2	Використання елементарних функцій для моделювання екологічних процесів	7	2	2	3	10	2	-	8
1.3	Застосування диференціальних рівнянь до моделювання екологічних процесів	7	2	2	3	10	2	-	8
						30	6	-	24
1.4	Моделювання динаміки чисельності біологічних популяцій	7	2	2	3	<b>7 семестр</b>			
						6	-	-	6
1.5	Статистичні методи в екології	7	2	2	3	6	2	-	4
1.6	Регресійні моделі в екології. Екстраполяційні та інтерполяційні методи моделювання в екології	10	2	2	4	7	-	2	5
1.7	Методи оптимізації в екології	6	2	2	2	7	-	2	5
1.8	Модульна контрольна робота №1	3	2	-	1	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>53</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>21</b>				
<b>Модуль № 2 «Математичні моделі розповсюдження забруднення в атмосфері, гідросфері та літосфері»</b>									
		<b>6 семестр</b>				<b>7 семестр</b>			
2.1	Класифікація математичних моделей стану повітряного середовища. Прості детерміновані моделі стану повітряного середовища	10	2	2	4	7	-	-	7
2.2	Моделі забруднення повітря на основі диференціальних рівнянь	10	2	2	4	5	-	-	5
2.3	Характеристики моделей забруднення повітря	3	2	-	1		-	-	
2.4	Довгострокове та короткострокове моделювання забруднення водних систем	7	2	2	3	5	-	-	5





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5	Моделювання забруднення ґрунтового та рослинного середовищ	7	2	2	3	8	-	-	8
2.6	Прогнозування стану навколишнього середовища	6	2	2	2	8	-	2	6
2.7	Сучасні напрями розвитку імітаційного математичного моделювання екологічних процесів	6	2	2	2	8	2	-	6
2.8	Модульна контрольна робота №1	3	2	-	1	-	-	-	-
2.9	Контрольна (домашня) робота (ЗФН)					8	-	-	8
Усього за модулем № 2		52	16	16	20	75	4	6	65
<b>Модуль №3 «Курсова робота»</b>									
3.1	Тема курсової роботи	30	-	-	30	30	-	-	30
Усього за модулем №3		30	-	-	30	30	-	-	30
Усього за навчальною дисципліною		135	32	32	71	135	10	6	119

#### 2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Домашня робота з дисципліни виконується у другому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання. Контрольна робота є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, її слід виконувати з використанням запропонованої спеціалізованої літератури та інших літературних джерел, в тому числі науково-популярних видань. Номер варіанта домашньої роботи визначається за останньою цифрою номера залікової книжки.

#### 2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: робота в малих групах, семінар-дискусія, мозкова атака, презентація.

#### 3.2. Рекомендована література

##### Базова література

3.2.1. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. У 2 ч. – Ч.1. / Михалевська Т.В., Ісаєнко В.М., Гроза В.А., Криворотько В.М. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 212 с.

3.2.2. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. У 2 ч. – Ч.2. / Михалевська Т.В., Ісаєнко В.М., Гроза В.А., Криворотько В.М. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2011. – 252 с.

3.2.3. Хом'як І.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: конспект лекцій. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2022. 72 с.

3.2.4. Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. – К.: Вид. дім “Академія”, 2010. – 400 с





3.2.5. Екологічна статистика: Підручник. / Тарасова В.В. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

3.2.6. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с.

3.2.7. Гой Т.П., Махней О.В. Диференціальні рівняння: навчальний посібник. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2021. 357 с. URI: <http://hdl.handle.net/123456789/11113>.

3.2.8. Математичне програмування : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / О. В. Шибаніна, В. П. Клочан, І. В. Клочан та ін. – Миколаїв : МНАУ, 2021. – 136 с.

#### Допоміжна література

3.2.9. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник / Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. – Київ: Центр навчальної літ-ри, 2004. – 216 с.

3.2.10. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник / Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М. та ін. – К.: Видавничий центр «Академія», 2010. – 397 с.

3.2.11. I. Matvieieva, V. Tikhonova, V. Groza. Application of Box Models in Radioecology // Interdisciplinary Studies of Complex Systems. – No. 14 (2019). – P. 53-57. - <https://doi.org/10.31392/iscs.2019.14.053>.

3.2.12. Towers, David A., Dilwyn Edwards, and Mike Hamson. Guide to mathematical modelling. Bloomsbury Publishing, 2020.

3.2.13. Методичні вказівки до практичних занять "Математичні та статистичні методи в екології"/ Т. С. Тихомирова та ін. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". 2021. 40 с. URI: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/56092>.

3.2.14. Чисельні методи: навч.-метод посіб. / Є. І. Байда, О. Ю. Кропачек – Харків. : НТУ «ХПІ», 2020. – 118 с.

3.2.15. Л. Чубко, І. Матвеева, В. Гроза. Методи моніторингу, моделювання та прогнозування лісових пожеж з використанням ГІС та даних дистанційного зондування Землі. *Збірник наукових статей за матеріалами II Міжнародної науково-практичної конференції «Європейські виміри сталого розвитку», 26 червня 2020. К.Ж НУХТ. 2020. С. 79-86.*

3.2.16. Matvieieva I., Groza V., Pavliukh L., Rudyak Y., Daradkeh Y. Information Model of Ecological Systems on the Basis of Reliability and Radiocapacity with Application of GIS Technologies. Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2019) co-located with 1st International Conference on Cyber Hygiene and Conflict Management in Global Information Networks (CyberConf 2019), pp. 593-603. (2019).

3.2.17. Matvieieva I., Groza V. Mathematical modelling of dynamics of radioecological processes and reliability of pollutants transport in a forest ecosystem. *Scientific Journal of TNTU*. 2019. Vol 93. № 1. P. 102–112.

#### 3.3. Інформаційні ресурси з інтернет

3.3.1. <https://mepr.gov.ua/>

3.3.2. <http://www.ukrstat.gov.ua>

3.3.3. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua>

3.3.4. <https://climatedata.imf.org/>

3.3.5. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change <https://www.ipcc.ch>

3.3.6. <https://data.worldbank.org/>





#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕН-ТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
<b>6 семестр (6, 7 семестр ЗФН)</b>					
<b>Модуль №1 «Теоретичні основи моделювання в екології»</b>			<b>Модуль №2 «Математичні моделі розповсюдження забруднення в атмосфері, гідросфері та літосфері»</b>		
Види навчальної роботи	бали	бали	Види навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт (1-5,7)х3б.=18б, 6р.х7б.=7б.	25 (сумарно)	-	Виконання та захист лабораторних робіт 1р.х7б.=7б, 2р.х6б.=6б, (3-6)х3б = 12 б.	25 (сумарно)	-
Виконання та захист лабораторних робіт (з урахуванням виконання завдань, отриманих під час настановної сесії) розв'язання задач, відповіді на теоретичні питання	-	-		-	40 (сумарно)
			Виконання контрольної роботи (домашньої)	-	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	15	-	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	15	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	15	-	Виконання модульної контрольної роботи №2	15	-
<b>Усього за модулем №1</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>Усього за модулем №2</b>	<b>40</b>	<b>-</b>
<b>Усього за модулями №1, №2</b>				<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	
<b>Модуль №3</b>					
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів				
	Денна та заочна форма навчання				
Виконання курсової роботи	60				
Захист курсової роботи	40				
<b>Виконання та захист курсової роботи</b>	<b>100</b>				





4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсної роботи** в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.5. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 4).

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.





(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	0302	05.05.23	Фігерідо Мекенже	Ука	

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				





Додаток 3

Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

(рекомендовані значення)

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14		15
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		27
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		39
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		51
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62		63
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74		75
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка у балах											Оцінка за національною шкалою	
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		87
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно





Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах  
оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
1-34		F	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)