

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут хімії та екології
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНХЕ

[Signature] /проф. Василь ЛЕНДЄЛ/

« 20 » *червня* 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА»**

Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Спеціалізація	Екологія та охорона навколишнього середовища
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки і спеціальності 101 Екологія спеціалізації Екологія та охорона навколишнього середовища.

Розробники: РОМАН Людмила Юріївна, к.х.н., доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища;

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри екології та охорони навколишнього середовища

протокол № 12 від «12» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри  Сергій СУХАРЄВ

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ

протокол № 10 від «26» серпня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 7	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 210	I - ий	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 7	1 - ий	-
	Лекції:	
	32	-
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: іспит	Лабораторні:	
	50	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	128	-

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є надання студентам теоретичних знань та практичних навичок у галузі аналізу складних систем навколишнього середовища як основи для вивчення професійно-орієнтованих дисциплін і виконання дипломного проекту.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК 7. Здатність мотивувати людей та рухатись до спільної мети.
- ЗК 8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів.
- ЗК 9. Здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, гнучкість мислення.
- ЗК 12. Здатність до письмової й усної комунікації рідною мовою, до презентації власних і колективних результатів професійної та науково-дослідної діяльності.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК2. Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем.
- ФК 3. Здатність до використання принципів, методів та організаційних процедур дослідницької та/або інноваційної діяльності.
- ФК 4. Здатність застосовувати нові підходи до аналізу та прогнозування складних явищ, критичного осмислення проблем у професійній діяльності
- ФК 15. Здатність володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

1. Вища математика.
2. Обчислювальна техніка і основи програмування.
3. Загальна екологія (та неоекологія).
4. Геоінформаційні системи в екології.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системний аналіз якості навколишнього середовища», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля.	1
Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності.	2
Знати на рівні новітніх досягнень основні концепції природознавства, сталого розвитку і методології наукового пізнання.	3
Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання.	6
Уміти оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища.	12

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знати та розуміти фундаментальні поняття дисципліни: системний аналіз, складна система, надсистема, нечітко поставлені цілі, система, принципи системного аналізу, ознаки та функції природних систем, тощо.	1
Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності для моделювання екосистем та представлення результатів екологічного моніторингу об'єктів довкілля.	2
Знати на рівні новітніх вітчизняних та міжнародних досягнень основні концепції природознавства, сталого розвитку і методології наукового пізнання.	3
Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання використовувати програмні пакети Microsoft (Word, Excel, PowerPoint), Statistica.	6
Уміти оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття України та світу та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища (водні об'єкти, атмосферне повітря, ґрунти, тощо).	12

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- екзамен;
- тести;
- наскрізні та командні проєкти;
- реферати;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- презентації та виступи на наукових заходах.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання практичних завдань, захисту лабораторних робіт, проведення контрольних робіт та колоквиумів. Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом перевірки виконаних завдань на практичних, лабораторних та індивідуальних заняттях, захисту лабораторних робіт, написання рефератів.

Форма модульного контролю: письмові контрольні роботи або тестування (комп'ютерного чи письмового).

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, передбаченого робочою програмою навчальної дисципліни.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота												Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	50	100
4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4		

T1 - Предмет системного аналізу; T2 - Система та її властивості; T3 - Методологія системного аналізу; T4 - Основні ідеї методів експертних оцінок; T5 - Методи розрахунку узгодженості думок експертів; T6 - Моделювання у системному аналізі; T7 - Вербальні (словесні) та математичні моделі; T8 - Динамічні та матричні моделі; T9 - Марковські моделі; T10 - Оптимізаційні моделі; T11 - Моделі теорії гри; T12 - Моделі теорії катастроф.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	50	100
7	7	7	7	8	7	7		

T13 - Лінійний кореляційний аналіз. Лінійний регресійний аналіз; T14 - Нелінійний кореляційний і регресійний аналіз; T15 - Кластерний аналіз; T16 - Дисперсійний аналіз; T17 - Факторний аналіз. Аналіз головних компонент. Дискримінантний аналіз.; T18 - Способи представлення інформації; T19 - Екосистемний аналіз.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	6	40	6	40
Презентація	-	-	1	10
Реферат	1	10	-	-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні модульної контрольної роботи враховується обсяг і правильність виконаних завдань:

а) оцінка «відмінно» (А) ставиться за правильне виконання всіх завдань (або більше 90% усіх завдань);

б) оцінка «добре» (В) ставиться за виконання 85% усіх завдань;

в) оцінка «добре» (С) ставиться за виконання 75% усіх завдань;

в) оцінка «задовільно» (D) ставиться, якщо правильно виконано 65% запропонованих завдань;

в) оцінка «задовільно» (E) ставиться, якщо правильно виконано більше 50% запропонованих завдань;

г) оцінка «незадовільно» (FX) ставиться, якщо завдань виконано менше від 50 %.

Неявка на модульну контрольну роботу – 0 балів.

Вище наведені оцінки трансформуються в рейтингові бали у такий спосіб:

«А» – 45 - 50 балів;

«В» – 41-45 балів;

«С» – 37-40 балів;

«D» – 32-36 балів.

«E» – 30-31 бал;

«FX» – менше 30 балів.

Неявка на МКР – 0 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без підсумкового іспиту) – «відмінно», «добре», та «задовільно». Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		<i>для іспиту</i>
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Предмет системного аналізу.

Передумови та необхідність виникнення системного підходу. Ознаки системного підходу. Принципи системного підходу. Цілі і завдання курсу. Задачі системного аналізу в екології. Основні терміни і визначення системного аналізу: системний аналіз, складна система, надсистема, нечітко поставлені цілі, тощо. Призначення системного аналізу. Предмет системного аналізу. Застосування системного аналізу до екологічних систем.

Тема 2. Система та її властивості.

Поняття системи. Класифікація систем. Види систем: абстрактні (описові і математичні) та матеріальні (природні, штучні, змішані), закриті і відкриті, прості і складні. Властивості систем. Елементи системи. Ознаки складної системи: цілісність, якісна визначеність, відмежованість відносно середовища, гетерогенність і структурованість, взаємодія частин системи між собою, взаємодія і зв'язок з навколишнім середовищем, наявність інтегрованих характеристик, емерджентність, наявність цілей та їх сукупності, ціленаправленість. Система і проблема. Система і середовище.

Тема 3. Методологія системного аналізу.

Методологія системного дослідження, орієнтована на дослідження існуючих систем та виявлення проблем. Характерні особливості системного аналізу та його основні етапи: вибір проблеми, постановка задачі та обмеження ступеню її складності, встановлення ієрархії цілей і задач, вибір шляхів вирішення задачі, моделювання, оцінка можливих стратегій, впровадження результатів. Вибір змінних, що характеризують систему та її керованість. Постановка завдання системного аналізу.

Тема 4. Основні ідеї методів експертних оцінок. Етапи експертного оцінювання.

Поняття експертних оцінок. Цілі експертного оцінювання. Методи колективної роботи експертної групи: Метод «мізкового штурму», метод «сценаріїв», метод «ділових ігор», метод «круглого столу», метод «суду». Методи виявлення індивідуальної думки членів експертної групи: методи анкетного опитування, інтерв'ю, метод Дельфі. Метод дерева цілей. Переваги і недоліки методів експертних оцінок.

Етапи експертного оцінювання: постановка мети дослідження; вибір форми дослідження, визначення бюджету проекту; підготовка інформаційних матеріалів, бланків анкет, інвентарю і модератора процедури; вибір

експертів; проведення експертизи; статистичний аналіз результатів; підготовка звіту з результатами експертного оцінювання.

Тема 5. Методи розрахунку узгодженості думок експертів.

Похибка першого та другого роду. Розрахунок похибок. Вплив об'єму вибірки на результати досліджень. Дисперсія, середньоквадратичне відхилення, похибка та стандартна похибка в екологічних дослідженнях.

Кореляція рангів та її вимірювання. Визначення узгодженості думок експертів, розрахунок коефіцієнта конкордації. Поняття про ранг, ранжування, рангову кореляцію. Методи рангової кореляції. Обробка результатів експертного оцінювання. Розрахунок статистичних показників.

Тема 6. Моделювання у системному аналізі.

Поняття моделі, її визначення. Побудова моделей систем як основна процедура системного аналізу. Моделювання. Основні етапи моделювання. Цілі моделювання. Класифікація моделей за ціллю моделювання. Засоби побудови моделей. Властивості моделей. Сімейства моделей, їх властивості та умови реалізації. Абстрактні і матеріальні моделі. Аналогові і дискретні (цифрові) моделі. Види математичних моделей. Переваги та недоліки математичних моделей.

Роль моделювання в аналізі екологічних систем та природокористуванні. Збір інформації, використання наявних статистичних даних і оцінок експертів, постановка спеціальних експериментів. Конкретизація кількісних взаємозв'язків у еколого-економічних системах, перевірка кількісних взаємозв'язків між змінними.

Тема 7. Вербальні (словесні) та математичні моделі.

Словесні і математичні моделі. Модель та імітація. Аналітичні та імітаційні моделі. Детерміновані і стохастичні математичні моделі. Популяція і вибірка. Функція правдоподібності. Стадії побудови детермінованих моделей. Принцип матеріального балансу. Закон діючих мас. Стехіометричні обмеження. Приклади побудови детермінованих моделей стану екосистем.

Види імовірнісних моделей екологічних процесів. Формальні та змістовні моделі. Принцип «чорної скриньки» та стадії створення статистичних моделей екологічних процесів. Приклади побудови статистичних моделей екологічних процесів. Змістовна модель типу «Склад системи» і «Структура системи». Теорія множин, теорія графів.

Тема 8 Динамічні та матричні моделі.

Динамічні моделі. Етапи системної динаміки. Основні характеристики динамічних моделей. Переваги та недоліки динамічних моделей.

Матричні моделі. Матриця. Типи матриць: квадратні, одиничні, нульові, симетричні. Матриці вектор-стовпчик і матриця вектор-рядок. Характеристики матриць. Переваги та недоліки матричних моделей.

Тема 9 Марковські моделі.

Марковські моделі як одні із типів стохастичних моделей. Марковська модель першого порядку. Марковський ланцюг. Основні умови застосування марковської моделі першого порядку. Значення марковських моделей в екології. Перехідні, замкнуті і поглинаючі стани. Побудова моделей марковського типу. Переваги і недоліки моделей марковського типу.

Тема 10. Оптимізаційні моделі.

Оптимізаційні моделі, їх сутність та характеристика. Переваги та недоліки оптимізаційних моделей. Оптимальна стратегія хижака як приклад оптимізаційної моделі. Графічне вирішення простої задачі лінійного програмування.

Тема 11. Моделі теорії гри.

Основні характеристики моделі теорії гри. Гра двох людей з нульовою сумою. Матриця гри, що вказує стратегії вирішення екологічних задач. Поняття «сідлових точок». Пошук «сідлових точок» як важливий момент у теорії гри. Матриця гри для різних стратегій.

Тема 12. Моделі теорії катастроф.

Основні положення моделі теорії катастроф. Типи катастроф: катастрофа складка, катастрофа збірка. Властивість дивергенції на прикладі моделі катастрофи збірка. Приклад моделі, оснований на теорії катастроф, для захворювання голландського в'язу.

Модуль 2.

Тема 13. Лінійний кореляційний аналіз. Лінійний регресійний аналіз.

Теоретичні основи проведення одно- та багатовимірних методів аналізу біологічних об'єктів (регресійний, кореляційний, факторний, кластерний, дискримінантний аналіз). Лінійні моделі та обмеження їх застосування. Квадратичні, кубічні, експоненційні, логарифмічні моделі, рівні їх надійності. Отримання навичок застосування методів регресійного аналізу в екології.

Тема 14. Нелінійний кореляційний і регресійний аналіз.

Вимоги до вихідних даних для кореляційного аналізу. Емпіричний коефіцієнт кореляції. Рангові коефіцієнти кореляції. Похибка та достовірність коефіцієнта кореляції. Отримання навичок застосування кореляційних методів аналізу в екології.

Тема 15. Кластерний аналіз.

Вимоги до вихідних даних для кластерного аналізу. Методи нормування вихідних вибірок. Алгоритм проведення кластерного аналізу. Методи

кластеризації даних. Інтерпретація графічних результатів аналізу. Теоретичні та практичні аспекти кластерного аналізу в екології.

Тема 16. Дисперсійний аналіз.

Поняття дисперсії. Задачі дисперсійного аналізу. Фактори, що розглядаються у дисперсійному аналізі. Однофакторний дисперсійний аналіз. Двофакторний дисперсійний аналіз.

Тема 17. Факторний аналіз. Аналіз головних компонент. Дискримінантний аналіз.

Поняття, види та алгоритм проведення факторного аналізу. Теоретичні та практичні аспекти факторного аналізу в екології. Галузі застосування багатовимірних статистичних методів.

Дискримінантні функції та їх геометрична інтерпретація. Розрахунок коефіцієнтів дискримінантної функції. Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності k навчальних вибірок. Взаємозв'язок між дискримінантними змінними і дискримінантною функцією. Теоретичні та практичні аспекти дискримінантного аналізу в екології.

Тема 18. Способи представлення інформації.

Способи представлення інформації про результати дослідження: графічні, схематичні, табличні. Корисність одержаних результатів. Використання одного показника при виборі рішення, що пов'язане з ризиком. Дерево рішень. Страхування на випадок невдалого рішення. Приклад вибору дій, необхідних для підвищення рівня споживання природних ресурсів без суттєвого забруднення навколишнього середовища. Використання одного показника при виборі рішення, що пов'язаний з ризиком.

Тема 19. Екосистемний аналіз.

Екосистемний аналіз при дослідженні структури і функціонування екологічних систем. Продуктивність екосистем та її елементів.

Продуктивність популяцій та екосистем. Основні показники продуктивності. Продуктивність біологічної системи. Схеми розрахунку продуктивності. Характеристики основних моделей розрахунку продуктивності популяцій.

Дослідження структури і функціонування екосистем. Структура ценозів та видова різноманітність. Міжпопуляційні відносини в екосистемах.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1-ий семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Предмет системного аналізу.	3	1	-	-	-	2
Тема 2. Система та її властивості.	7	2	-	-	1	4
Тема 3. Методологія системного аналізу.	9	1	-	4	-	4
Тема 4. Основні ідеї методів експертних оцінок. Етапи експертного оцінювання.	9	2	-	-	1	6
Тема 5. Методи розрахунку узгодженості думок експертів.	13	1	-	6	-	6
Тема 6. Моделювання у системному аналізі.	11	1	-	4	-	6
Тема 7. Вербальні та математичні моделі.	5	1	-	-	-	4
Тема 8. Динамічні та матричні моделі.	11	1	-	4	-	6
Тема 9. Марковські моделі.	6	1	-	-	-	5
Тема 10. Оптимізаційні моделі.	12	2	-	4	-	6
Тема 11. Моделі теорії гри.	13	2	-	4	1	6
Тема 12. Моделі теорії катастроф.	7	1	-	-	1	5
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	108	18	-	26	4	60
Модуль 2						
Тема 13. Лінійний кореляційний і регресійний аналіз.	17	2	-	4	1	10
Тема 14. Нелінійний кореляційний і регресійний аналіз	16	2	-	4	-	10
Тема 15. Кластерний аналіз.	17	2	-	4	1	10
Тема 16. Дисперсійний аналіз.	17	2	-	4	1	10
Тема 17. Факторний аналіз. Аналіз головних компонент. Дискримінантний аналіз.	16	2	-	4	-	10
Тема 18. Способи представлення інформації досліджень.	8	1	-	2	-	5
Тема 19. Екосистемний аналіз при дослідженні структури і функціонування екологічних систем.	9	1	-	2	1	5
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	102	14	-	24	4	60
Разом за семестр	210	32	-	50	8	120

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Застосування MS EXCEL (формули, прості та логічні функції, побудова діаграм) для розрахунків в екології.	4
2	Експертні методи оцінки якості навколишнього середовища. Розрахунок узгодженості думок експертів. Обробка результатів експертного опитування та їх представлення.	6
3	Статистична оцінка параметрів розподілу випадкового процесу.	4
4	Вирівнювання статистичних рядів.	4
5	Моделі теорії гри в екології.	4
6	Оптимізаційні моделі в екології.	4
7	Кореляційний аналіз в екології.	4
8	Регресійний аналіз в екології.	4
9	Дисперсійний аналіз в екології.	4
10	Кластерний аналіз для обробки та представлення результатів досліджень екосистем.	4
11	Факторний аналіз для обробки та представлення результатів досліджень екосистем.	4
12	Представлення інформації про результати екологічних досліджень.	4
Всього		50

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	2	3
1	Склад системи. Елементи системи. Принципи системного підходу. Побудова концептуальних моделей систем довкілля.	2
2	Призначення системного аналізу.	4
3	Використання балансових та статистичних моделей екологічних процесів.	2
4	Система і проблема. Система і середовище.	4
5	Використання моделей екологічних процесів.	4
6	Вибір змінних, що характеризують систему та її керованість.	4
7	Застосування методу «мозкового штурму».	2
8	Застосування методу Дельфі.	2
9	Методи рангової кореляції.	4
10	Роль моделювання в аналізі екологічних систем та природокористуванні.	4
11	Засоби побудови моделей.	4

1	2	3
12	Принцип матеріального балансу. Закон діючих мас.	4
13	Характеристики матриць.	4
14	Значення марковських моделей в екології	6
15	Графічне вирішення простої задачі лінійного програмування.	4
16	Матриця гри для різних стратегій.	6
17	Приклади побудови статистичних моделей екологічних процесів.	4
18	Квадратичні, кубічні, експоненційні, логарифмічні моделі, рівні їх надійності.	4
19	Рангові коефіцієнти кореляції. Похибка та достовірність коефіцієнта кореляції.	4
20	Отримання навичок застосування кореляційних методів аналізу в екології.	4
21	Методи кластеризації даних.	4
22	Теоретичні та практичні аспекти кластерного аналізу в екології.	4
23	Взаємозв'язок між дискримінантними змінними і дискримінантною функцією.	4
24	Теоретичні та практичні аспекти дискримінантного аналізу в екології.	4
25	Двофакторний дисперсійний аналіз.	4
26	Галузі застосування багатовимірних статистичних методів.	6
27	Дерево рішень. Страхування на випадок невдалого рішення.	6
28	Дослідження структури і функціонування екосистем.	4
29	Структура ценозів та видова різноманітність.	4
30	Міжпопуляційні відносини в екосистемах.	4
Разом		120

6.5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне навчально-дослідне завдання, студент виконує за рахунок годин самостійної роботи під загальним керівництвом викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системне моделювання в моніторингу довкілля. Типова структура системної моделі.	1
2	Застосування методу «мозкового штурму» в екологічних дослідженнях.	1
3	Застосування методу Дельфі в екології.	1
4	Застосування моделей теорії катастроф у екології.	1
5	Значення марковських моделей в екології.	1
6	Матриця гри, що вказує стратегії вирішення екологічних задач.	1
7	Застосування методів регресійного аналізу в екології.	1
8	Екосистемний підхід при дослідженні структури і функціонування екологічних систем.	1
Всього		8

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: пристрої збереження та обробки інформації (ПК, ноутбук, планшет, тощо).

Програмне забезпечення: Microsoft (Word, Excel, PowerPoint), Statistica, демоверсія програм Matlab, MathCAD, Mathematica, OriginPro.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник / Т.А. Сафранов, Я.О. Адаменко, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна, А.В. Чугай, А.В. Колісник. За ред. проф. Т.А. Сафранова і проф. Я.О. Адаменко. – Одеса: ТЕС, 2014. – 244 с.
2. Добровольський В.В. Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посіб./ В. В. Добровольський, Є. М. Безсонов. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2018. – 164 с.
3. Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.. Системний аналіз якості навколишнього середовища. Навчальний посібник для студентів спеціальності 101 Екологія. – Кропивницький: 2021. – 80 с.
4. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. – Харків: ХНАМГ – 2004. – 291 с.
5. Гнатів П.С., Хірівський П.Р. Теорія систем і системний аналіз в екології: навч. пос. Львів.: Камула, 2010. - 204 с.
6. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем. - К.: Кондор, 2009.-205 с.
7. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методологія, практика: Навч. посіб. – Львів: ЛРІДУ УАДУ, 2002. – 300 с.
8. Чорней Н. Б. Теорія систем і системний аналіз: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: МАУП, 2005. – 256с.
9. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації. Навчальний посібник. Львів: «Новий світ-2000», 2003. - 424 с.
10. Кветний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 191 с.
11. Теорія систем в екології: підручник/ Ю.Г. Масікевич, О.В. Шестопапов, А.А. Негадайло та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 330 с.
12. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
13. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 272 с.

Допоміжна література

1. Літнарівч Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник. - Рівне: МЕРУ, 2011.-140 с.
2. Мокін В.Б. Новий підхід до ідентифікації параметрів малих річок за нечіткими експертними оцінками. Вісник ВПІ. 2005, № 4. – С. 34–41.
3. Шейко В. Організація та методика науково-дослідницької діяльності. Підручник.- К.: Знання, 2002.
4. Дивак М.П, Гладій Г.М. Методичні вказівки до самостійного вивчення розділу "Використання методів інтервального аналізу для моделювання економічних систем" курсу "Системний аналіз". Тернопіль: ТІНГ, 1994.
5. Теорія ігор в дослідженні конфліктних ситуацій. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст та магістр / В.М. Рева, О.П. Купенко. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 56 с.
6. Кількісні методи експертного оцінювання: наук.-метод. розробка/ уклад.: В.П. Новосад, Р.Г. Селіверстов, І.І. Артим. - К.: НАДУ, 2009. - 36 с.
7. Хусаїнов Д.Я. Введення в моделювання динамічних систем: Навч. посібник / Д.Я. Хусаїнов, І.І. Харченко, А.В. Шатирко / Київ: КНУ ім..Т.Шевченка, 2010. – 130 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник. За ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. –Режим доступу: http://eprints.library.odku.edu.ua/3356/1/SafranovTA_SAYNS_2015.pdf
2. Офіційний сайт Державної служби статистики України. Режим доступу: <https://ukrstat.gov.ua/>
3. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/>
4. Варенко В. М., Братусь І. В., Дорошенко В. С., Смольніков Ю. Б., Юрченко В.О. Системний аналіз інформаційних процесів. Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/images/nak_mon_partneriv/SA.pdf
5. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу. Режим доступу: http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/navch_mat/sa_t1.pdf

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __).

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)