

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра прикладної екології та природокористування**



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор із науково-педагогічної роботи

Богдан КОРОБКО

2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ»**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

підготовки доктор філософії

(назва ступеня вищої освіти)

освітньої програми Технології захисту навколишнього середовища

(назва освітньої програми)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва спеціальності)

**Полтава  
2025 рік**

**Робоча програма навчальної дисципліни «Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля» для аспірантів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.**

**Складена відповідно до освітньо-наукової програми «Технології захисту навколишнього середовища» 2024 року.**

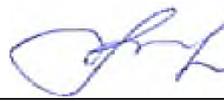
**Розробники: Бредун В.І., доцент кафедри прикладної екології та природокористування, к.т.н., доц.**

**Погоджено**

Гарант освітньої програми  Віола ВАМБОЛЬ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної екології та природокористування

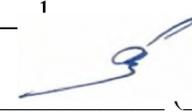
**Протокол від “ 28 ” серпня 2025 року № 1**

Завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування  Ілляш О.Е.

“ 28 ” серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту

**Протокол від. “ 29 ” серпня 2025 року № 1**

Голова навчально-методичної комісії ННІНГ  (Гаврик С.Ю.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ 29 ” серпня 2025 року

**1. Опис навчальної дисципліни**

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		форма здобування освіти денна
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>18 «Виробництво та технології»</u>	Вибіркова
Загальна кількість годин – 90		
Модулів – 1	Спеціальність <u>183 «Технології захисту навколишнього середовища»</u>	<b>Рік підготовки:</b> 2-й
Змістових модулів – 3		<b>Семестр</b> 4-й
		<b>Лекції</b> 18 год.
Індивідуальне завдання – навчальним планом не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>третій (освітньо-науковий)</u>	<b>Практичні</b> 12 год.
		<b>Лабораторні</b> -
		<b>Самостійна робота</b> 60 год.
		<b>Індивідуальна робота: -</b>
		<b>Вид контролю:</b> диференційований залік

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобування освіти – 30/60.

## **2. Мета навчальної дисципліни**

**Метою** вивчення дисципліни «Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля» є формування у майбутніх фахівців умінь та компетенцій у користуванні геоінформаційними системами з метою оцінювання, спостереження, моделювання окремих компонентів довкілля. Зокрема:

- здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми в галузі дослідницько-інноваційної діяльності у сфері технологій захисту навколишнього середовища, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, здійснювати власні наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення; застосовувати сучасні методології наукової та науково-педагогічної діяльності;
- здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері технологій захисту навколишнього середовища та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів;
- здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні рішення у сфері досліджень, розроблення та впровадження сучасних природо-, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, лідерство під час їх реалізації.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Вибіркова навчальна дисципліна «Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля» є складовою циклу професійної та практичної підготовки фахівців освітньо-наукового рівня доктор філософії. Дисципліна базується на знаннях дисциплін, що формують основу підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня.

## **4. Очікувані результати навчання з дисципліни**

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з технологій захисту навколишнього середовища і управління екологічною безпекою на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;
- застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;
- формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

## **5. Критерії оцінювання результатів навчання**

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

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

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90--100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	<b>Високий</b> , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82-89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	<b>Достатній</b> , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74-81	C	Добре	Здобувач в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	<b>Достатній</b> , Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64-73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	<b>Середній</b> , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60-63	E	Достатньо	Здобувач має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально	<b>Середній</b> , що є мінімально допустимим у всіх складових

			допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використання м основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	навчальної дисципліни
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необгрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у Здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: диференційований залік; стандартизовані тести; опитування; виконання практичних завдань; контрольна робота, реферат, модульний контроль (тестування).

### 7. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовний модуль 1

#### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ

##### Тема 1. Геоінформаційні технології в системі екологічного контролю

Поняття та завдання екологічного контролю забруднень довкілля. Роль геоінформаційних технологій у системі моніторингу та управління якістю довкілля. Історія розвитку ГІС у задачах контролю забруднень. Геоінформатика як наукова основа екологічного моніторингу. Місце ГІС у структурі екологічної інформаційної системи. Інтеграція ГІС із системами екологічного нормування та оцінки ризиків.

##### Практичне заняття №1.

##### Тема 2. Просторові та атрибутивні дані для контролю забруднень

Типи екологічних даних у ГІС контролю забруднень. Джерела просторової інформації про забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів. Атрибутивна інформація в ГІС. Способи подання атрибутивних даних. Бази даних як модель об'єктів і процесів забруднення довкілля. Структура екологічних баз даних. Функціонування баз даних у ГІС. Керування екологічними даними. Розподілені бази даних екологічного моніторингу. Метадані та стандарти екологічної інформації.

##### Практичне заняття №2.

##### Тема 3. Аналіз даних і моделювання процесів поширення забруднень у ГІС

Основи аналізу екологічних даних у ГІС. Просторовий аналіз як інструмент контролю забруднень. Загальний алгоритм просторового аналізу забруднень. Аналіз точкових, лінійних

і площинних джерел забруднення. Аналіз поверхонь концентрацій забруднюючих речовин. Цифрові моделі поверхонь концентрацій. Растрові та векторні моделі розподілу забруднень. Методи статистичного аналізу екологічних поверхонь. Інтерполяція і екстраполяція екологічних показників. Геостатистичні методи оцінки забруднень. Мережний аналіз поширення забруднень (річкові мережі, транспортні комунікації).

### **Практичне заняття №3.**

#### **Тема 4. Геоінформаційний аналіз забруднень за допомогою картометричних, оверлейних та вибіркового операцій**

Картометричні операції в екологічному контролі. Вимірювання координат джерел забруднення. Вимірювання відстаней до об'єктів чутливості. Аналіз санітарно-захисних зон. Операції вибору за просторовими та атрибутивними умовами. Оверлейний аналіз у задачах контролю забруднень. Накладання векторних шарів забруднень, землекористування та природоохоронних територій. Оверлейні операції з растровими даними. Топологічні оператори. Аналіз за допомогою матриць шарів. Використання даних дистанційного зондування Землі для контролю забруднень. Застосування GPS для позиціонування джерел і зон забруднення.

### **Практичне заняття №4.**

## **Змістовний модуль 2**

### **ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТРОЛІ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ**

#### **Тема 5. ГІС у системах моніторингу та контролю забруднень**

Етапи проведення екологічного контролю із застосуванням ГІС. Класифікація задач контролю забруднень за допомогою ГІС. Контроль забруднення атмосферного повітря. Контроль забруднення поверхневих і підземних вод. Контроль забруднення ґрунтів. Оцінка екологічних ризиків на основі ГІС. Приклади національних і регіональних ГІС-проектів екологічного контролю. Екологічні геоінформаційні системи України. Глобальні ГІС-платформи екологічного моніторингу. Відомчі ГІС у системі охорони довкілля. Інформаційне забезпечення екологічного моніторингу та контролю забруднень.

#### **Тема 6. Програмне забезпечення геоінформаційного контролю забруднень**

Загальна характеристика програмного забезпечення екологічних ГІС. Мережеві технології в екологічному моніторингу. Розподілені екологічні бази даних. Internet-сервіси та веб-ГІС для контролю забруднень. Аналіз сучасних універсальних ГІС-пакетів. Комерційні та відкриті ГІС у задачах екологічного контролю. Безкоштовні ГІС-платформи. Тенденції розвитку програмного забезпечення ГІС у сфері екологічного контролю та управління якістю довкілля.

### **Практичне заняття №5.**

## **Змістовний модуль 3**

### **МОДУЛІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ArcGIS У ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ**

#### **Тема 7. Робота в пакеті QGIS для аналізу та контролю забруднень**

Загальна характеристика платформи QGIS. Архітектура QGIS. Основні функціональні можливості QGIS у задачах екологічного контролю. Встановлення та налаштування програмного середовища. Графічний інтерфейс користувача. Типи просторових даних. Проекти та їх структура. Робота з системами координат і проєкціями. Перепроєктування даних. Геоприв'язка. Робота з векторними даними джерел забруднення. Редагування та векторизація. Перевірка топології. Робота з атрибутивними таблицями екологічних показників. Візуалізація забруднень. Робота з растровими даними (ДДЗ, концентраційні поля). Просторовий аналіз і геообробка. Оверлейні операції. Створення карт забруднень. Робота з геобазою даних. Публікація результатів.

#### **Тема 8. Геостатистичний та просторовий аналіз забруднень в ArcGIS**

Загальна характеристика платформи ArcGIS. Архітектура ArcGIS Desktop та ArcGIS Pro. Основні функціональні можливості ArcGIS у задачах екологічного контролю. Встановлення та налаштування програмного середовища. Графічний інтерфейс користувача. Типи просторових даних. Проекти та їх структура. Робота з системами координат і проєкціями. Перепроєктування даних. Геоприв'язка. Робота з векторними даними джерел забруднення. Редагування та векторизація. Перевірка топології. Робота з атрибутивними таблицями екологічних показників. Візуалізація забруднень. Робота з растровими даними (ДДЗ, концентраційні поля). Просторовий аналіз і геообробка. Оверлейні операції. Створення карт забруднень. Робота з геобазамі даних. Публікація результатів. Модулі Spatial Analyst та Geostatistical Analyst. Аналіз поверхонь концентрацій забруднюючих речовин. Інтерполяція (IDW, Kriging, Spline). Аналіз зон впливу джерел забруднення. Моделювання поширення забруднень. Аналіз ризиків і сценаріїв. Використання даних ДДЗ в ArcGIS для контролю забруднень. Комплексний аналіз екологічної ситуації з використанням ArcGIS.

### Практичне заняття №6.

## 8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	л	п	лаб	Індивідуальна на робота	Самостійна робота
<b>Змістовний модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>						
Тема 1. Геоінформаційні технології в системі екологічного контролю	6	2	2	-	-	2
Тема 2. Просторові та атрибутивні дані для контролю забруднень	6	2	2	-	-	2
Тема 3. Аналіз даних і моделювання процесів поширення забруднень у ГІС	6	2	2	-	-	2
Тема 4. Геоінформаційний аналіз забруднень за допомогою картометричних, оверлейних та вибіркової операцій	6	2	2	-	-	2
<b>Разом за модулем</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
<b>Змістовний модуль 2. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТРОЛІ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>						
Тема 5. ГІС у системах моніторингу та контролю забруднень	6	2	-	-	-	4
Тема 6. Програмне забезпечення геоінформаційного контролю забруднень	8	2	2	-	-	4
<b>Разом за модулем</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
<b>Змістовний модуль 3. МОДУЛІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ArcGIS У ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>						
Тема 7. Робота в пакеті QGIS для аналізу та контролю забруднень	42	2	-	-	-	40
Тема 8. Геостатистичний та просторовий аналіз забруднень в ArcGIS	10	4	2	-	-	4
<b>Разом за модулем</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>44</b>
<b>Усього по дисципліні</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>

### 9. Перелік питань для семінарських занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	

### 10. Перелік питань для практичних занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
1	Практичне заняття №1. Геоінформаційні технології в системі екологічного контролю забруднень довкілля. Роль ГІС у моніторингу якості довкілля. Аналіз структури екологічної інформаційної системи.	2
2	Практичне заняття №2. Просторові та атрибутивні дані екологічного контролю. Формування та аналіз екологічних баз даних. Атрибутивні таблиці показників забруднення.	2
3	Практичне заняття №3. Просторовий аналіз і моделювання поширення забруднень у ГІС. Аналіз джерел забруднення. Побудова поверхонь концентрацій забруднюючих речовин.	2
4	Практичне заняття №4. Картометричні, оверлейні та вибіркові операції в контролі забруднень. Аналіз санітарно-захисних зон. Просторові запити та оверлейний аналіз.	2
5	Практичне заняття №5. Застосування ГІС у системах екологічного моніторингу та контролю забруднень. Оцінка екологічних ризиків. Аналіз прикладів екологічних ГІС-проектів.	2
6	Практичне заняття №6. Просторовий та геостатистичний аналіз забруднень у QGIS та ArcGIS. Інтерполяція, аналіз зон впливу, візуалізація результатів екологічного контролю.	2
<b>Усього</b>		<b>12</b>

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин
	Лабораторні заняття не передбачені	

### 12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи аспіранта є: працювати з бібліотечними фондами і каталогами, з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи аспіранта:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання диференційованого заліку за контрольними питаннями.

**Питання для самостійного вивчення аспірантами**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<b>Змістовний модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>	
	Тема 1. Геоінформаційні технології в системі екологічного контролю	
1	Геоінформатика, суть поняття. Роль геоінформаційних технологій у системі екологічного контролю та моніторингу забруднень довкілля.	2
	Тема 2. Просторові та атрибутивні дані для контролю забруднень	
2	Структура екологічних баз даних. Атрибутивна інформація, метадані та стандарти екологічних даних.	2
	Тема 3. Аналіз даних і моделювання процесів поширення забруднень у ГІС	
3	Інтерполяція та екстраполяція екологічних показників. Геостатистичні методи оцінки рівнів забруднення.	2
	Тема 4. Геоінформаційний аналіз забруднень за допомогою картометричних, оверлейних та вибіркових операцій	
4	Аналіз санітарно-захисних зон. Оверлейний аналіз джерел забруднення, землекористування та природоохоронних територій.	2
	<b>Змістовний модуль 2. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТРОЛІ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>	
	Тема 5. ГІС у системах моніторингу та контролю забруднень	
5	Інформаційне забезпечення екологічного моніторингу та контролю забруднень довкілля.	4
	Тема 6. Програмне забезпечення геоінформаційного контролю забруднень	
6	Internet-сервіси та веб-ГІС екологічного контролю. Тенденції розвитку програмного ГІС-забезпечення.	4
	<b>Змістовний модуль 3. МОДУЛІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ArcGIS У ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕНЬ ДОВКІЛЛЯ</b>	
	Тема 7. Робота в пакеті QGIS для аналізу та контролю забруднень	
7	Робота з векторними та растровими даними. Просторовий аналіз та оверлейні операції у QGIS.	40
	Тема 8. Геостатистичний та просторовий аналіз забруднень в ArcGIS	
8	Геостатистичний аналіз. Моделювання поширення забруднень та оцінка екологічних ризиків із використанням ArcGIS.	4
	<b>Разом</b>	<b>60</b>

### 13. Індивідуальні завдання

Навчальним планом індивідуальні завдання не передбачені.

### 14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання з використанням ПЕОМ з встановленим відповідним програмним забезпеченням.

Словесні і наочні використовуються під час лекцій, практичні при проведенні практичних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація в тому числі й на ПЕОМ.

Під час проведення практичних занять застосовуються та словесні бесіди: вступні, поточні, репродуктивні, евристичні, підсумкові; аспірантами виконуються тренувальні, творчі, практичні вправи на ПЕОМ. Під час самостійної роботи роботи здобувачі проводять творче осмислення тематик з можливим складанням реферату.

З метою формування soft skills використовуються:

- активні/інтерактивні методи навчання (лекція-бесіда, лекція-дискусія, лекція-конференція, лекція із заздалегідь запланованими помилками, лекція-візуалізація, проблемна лекція, брейнстормінг, круглий стіл, ситуаційний аналіз, метод «Експертна оцінка»);
- прийом створення ситуації зацікавленості (використання цікавих прикладів, парадоксальних фактів, цікаві аналогії, зокрема зіставлення наукових і життєвих тлумачень окремих явищ);
- прийоми створення ситуації новизни, актуальності, наближення змісту до важливих наукових відкриттів тощо.

### 15. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять, опитування, тестування, реферату і має на меті перевірку рівня підготовленості аспіранта до виконання конкретної практичної роботи. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань аспірантів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому практичному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння аспірантом певної сукупності знань та вмій, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (стандартизованих тестів), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу аспірантів.

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

### 16. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Види робіт/контролю	Перелік тем							
	Тема 1.	Тема 2.	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7.	Тема 8.
	Практичне заняття							
	пр1	пр2	пр3	пр4		пр5		пр6
Опитування	2	2	2	2	2	2	2	2
Тестування	1	1	1	1	1	1	1	1
Виконання практичних завдань	2	2	2	2		2		2
Виконання контрольної роботи					5		5	
Модульний контроль				3				3
Реферат	2							
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Всього за темами</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Залік</b>	<b>30</b>							
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>							

**Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування**

Бали	Критерії оцінювання
Денна форма	
2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

**Оцінювання тестування:**

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $0,2 \times 5 = 1$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Оцінювання модульного контролю (тестування):**

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $0,1 \times 30 = 3$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань**

Бали	Критерії оцінювання
Денна форма	
2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи**

Бали	Критерії оцінювання
Денна форма	
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання реферату**

Бали	Критерії оцінювання
Денна форма	
2	Виконання реферату здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

1	Виконання реферату здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Реферат не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

#### Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи

Бали	Критерії оцінювання
5	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
4	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
3	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками.
2	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 30% потрібної інформації) із помилками.
1	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 15% потрібної інформації) із суттєвими помилками
0	Відповідь відсутня.

#### Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання диференційованого заліку у формі тестування

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ( $2 \times 15 = 30$ ), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

#### Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

- при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку до 70 балів аспірант може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль.

**1. Поточний контроль.** Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних заняттях (захист практичних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

Присутність на лекціях і практичних не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності аспіранта на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Аспірант, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

**2. Підсумковий контроль.** Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

### 17. Методичне забезпечення

1. Бредун В.І. Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля: опорний конспект лекцій для аспірантів спеціальностей 183 «Технології захисту навколишнього середовища». – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. – 54 с.

2. Бредун В.І. Методичні вказівки до практичних робіт із дисциплін «Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля» для аспірантів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», - Національний університет імені Юрія Кондратюка.- 2023.-47с.

3. Бредун В.І. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисциплін «Геоінформаційні технології контролю забруднень довкілля» для аспірантів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», - Національний університет імені Юрія Кондратюка.- 2024.-11с.

### 18. Рекомендована література

#### Базова

1. Шевченко Р. Ю. Геоінформаційні системи в екології [Електронне видання]: електронний підручник для здобувачів другого та третього рівня вищої освіти галузей знань: 10 – «Природничі науки», спеціальностей 101 – «Екологія», 103 – «Науки про Землю», 106 – «Географія»; 12 – «Інформаційні технології», спеціальність 126 – «Інформаційні системи та технології»; 18 – «Виробництво та технології», спеціальність 183 – «Технології захисту навколишнього середовища»; 19 – «Архітектура та будівництво», спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій» / Р.Ю. Шевченко. – Київ, 2022. – 224 с. – режим доступу: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4649>

2. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS [Текст] : навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т.Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. — 228 с.

3. Alan Keith Turner, Holger Kessler, Michiel J. van der Meulen. Applied multidimensional geological modeling: informing sustainable human interactions with the shallow subsurface, 2021. 644 p.

4. Starodubtsev V.M., Ladyka M.M., Bogdanets V.A., Naumovska O.I. Dams and Environment: landscapes change in the Kaniv reservoir on the Dnieper river, Ukraine. INTELLECTUAL DEVELOPMENT OF MANKIND IN MODERN CONDITIONS: PSYCHOLOGY, PHILOLOGY, MEDICINE, BIOLOGY AND ECOLOGY.: Book 19, Part 3. Chapter: 5. Publisher: Kuprienko S.V. 2021. 26 p.

5. Tsatsaris Andreas, et al. Geoinformation Technologies in support of Environmental hazards monitoring under Climate Change: An extensive review. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2021, 10.2: 94.

6. Svitlychnyi O.O., Piatkova A.V. (2022). PROBLEMS OF SPATIALLY DISTRIBUTED QUANTITATIVE EVALUATION OF SOIL EROSION LOSSES. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*, № 56. 184-197.

#### Допоміжна

1. Геоінформаційні системи в екології. – Електронний навчальний посібник / Під ред. Є. М. Крижановського. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 192 с.
2. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник / Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. – Чернівці:, 2012.– 273с.
3. Самойленко В.М. Проектування ГІС: Підручник (англ. і укр.) / В.М. Самойленко, Л.М. Даценко, І.О. Діброва. – К.: ДП "Прінт Сервіс", 2015. – 256 с. ISBN 978-617-7069-19-4
4. Галактіонов, М., & Бредун, В. (2025). Модельовання та прогнозування в інтелектуальних транспортних системах. *Проблеми охорони праці в Україні*, 41(1-2), 93-97. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.41-1-2.2025.93-97>
5. Галактіонов М. С., Бредун В. І. Визначення впливу автотранспорту на атмосферне повітря за допомогою існуючих прогнозних моделей / Науково-виробничий журнал "Автошляховик України", № 4'2024, С. 49-56. doi: <https://doi.org/10.33868/0365-8392-2024-281-49-56>
6. Halaktionov M., Bredun V. (2024). Determining the impact of motor vehicles on atmospheric air using existing predictive models. *Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering*. –1 (62)' 2024, 59-65. <https://doi.org/10.26906/znp.2024.63.3877>

#### 19. Інтернет-ресурси

1. Репозитарій університету <http://reposit.nupp.edu.ua/>
2. Сторінка дистанційного курсу <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=1642>
3. Дані OpenStreetMap у форматі share-файлів / GIS-Lab [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/>
4. Global Map / International Steering Committee for Global Mapping (ISCGM) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iscgm.org/cgibin/fswiki/wiki.cgi?page=Summary>
5. Natural Earth [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.naturearthdata.com/>
6. SRTM 90m Digital Elevation Data (SRTM DEM) / Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://srtm.csi.cgiar.org/>
7. QGIS Spatial without Compromise. – Режим доступу: <https://www.qgis.org/>
8. QGIS. Навчальні матеріали [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.qgis.org/uk/site/forusers/trainingmaterial/index.html/>
9. Навчальні матеріали з QGIS [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.qgistutorials.com/uk/docs/learning\\_resources.html/](http://www.qgistutorials.com/uk/docs/learning_resources.html/)