



Аналітичний інструментарій в екологічних дослідженнях

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G2 Технології захисту навколишнього середовища
Освітня програма	Екоєфективне повоєнне відновлення забруднених територій
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1-й рік навчання, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЕКТС (150 год) Лекції – 30 год, практичні заняття – 16 год, СРС – 104 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / модульна контрольна робота (МКР), реферат
Розклад занять	Згідно з офіційним розкладом на сайті https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна, helenkof555-ieee@kpi.ua Практичні: професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна, helenkof555-ieee@kpi.ua
Розміщення курсу	Стає доступним у Google Classroom перед початком семестру. Посилання на курс надається викладачем.

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Аналітичні методи є основою для проведення екологічних досліджень. Володіння аналітичними методами дозволить здобувачам отримувати достовірну інформацію про стан довкілля, приймати зважені й обґрунтовані управлінські рішення. Ці знання та навички є важливими не лише в сфері захисту довкілля, а й в усіх дотичних до екології сфер, включаючи природокористування, санітарію, харчову промисловість тощо. Здобувачі навчаться розв'язувати задачі в сфері захисту навколишнього середовища, отримують знання статистики та ймовірнісного аналізу, вміння використовувати статистичні методи для обробки даних, експертні методи, знання щодо використання програмного забезпечення для обробки даних та візуалізації результатів. Студенти навчаться застосовувати релевантні методики відбору проб та фізико-хімічні методи аналізу відповідно до цілей дослідження. Здобувачі отримають здатності застосовувати математичні й статистичні методи для обробки даних екологічних досліджень; використовувати програмне забезпечення для екологічних досліджень; відбирати проби води, ґрунту, повітря, біологічних об'єктів; використовувати фізико-хімічні методи аналізу для визначення забруднюючих речовин у

довкіллі та їх вилучення; дотримуватися етичних принципів та правил безпеки при проведенні екологічних досліджень.

Метою дисципліни є посилення у здобувачів наступних компетентностей, зазначених в освітній програмі:

ФК01 Здатність контролювати й оцінювати екологічні ризики впливу техногенних об'єктів і господарської діяльності на довкілля.

ФК06 Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

Зазначені компетентності посилюють такі результати навчання:

ПРН01 Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру.

ПРН03 Використовувати сучасні комунікаційні, комп'ютерні технології у природоохоронній сфері, збирати, зберігати, обробляти і аналізувати інформацію про стан навколишнього середовища та виробничої сфери для вирішення завдань професійної діяльності.

ПРН09 Оцінювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів.

Предмет навчальної дисципліни – методологія та практичне застосування сучасних аналітичних і фізико-хімічних методів для оцінювання та інтерпретації кількісних і якісних даних про стан компонентів навколишнього середовища з метою обґрунтування рішень у сфері захисту довкілля.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Здобуті упродовж опанування дисципліни компетентності і програмні результати навчання використовуються у подальшому при проходженні здобувачами вищої освіти практики та є підґрунтям для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Тема 1. Застосування якісного аналізу та інструментальних методів для отримання інформації про якість навколишнього середовища

Тема 2. Принципи кількісного аналізу зразків компонентів навколишнього середовища

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Аналітична хімія : навчальний посібник / О.Ю. Кичкирук, А.В. Шляніна, Н.В. Кусяк. Житомир : ЖДУ імені Івана Франка, ПП «Євро-Волинь», 2022. 240 с. URL:

https://eprints.zu.edu.ua/34306/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%20_2022.pdf

2. Спецпрактикум з аналітичної хімії : навчальний посібник / В.А. Копілевич, Л.В. Войтенко, Т.І. Ушапівська, Р.В. Лаврик, Т.К. Панчук, О.О. Кравченко. Київ: ДДП «Експо-Друк», 2024. 191 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u342/btb_eko_specpr_2024.pdf

3. Пляцук Л. Д. Системні дослідження навколишнього середовища: корпоративні екологічні системи, хімічна екологія : підручник для студентів закладів вищої освіти / Л.Д. Пляцук, Т.В. Козуля, Л.Л. Гурець, В.Ф. Моїсєєв, І.Ю. Аблеєва. Суми : Університетська книга, 2022. 459 с. URL: https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000642070&local_base=KPI01

4. 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.
5. Спаська О.А., Білокопитов Ю.В., Ятчишин Й.Й. Аналітична хімія та інструментальні методи хімічного аналізу / О.А.Спаська, Ю.В.Білокопитов, Й.Й.Ятчишин К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУдрук» 2021. 584 с.

Додаткова література

1. Найважливіші інструментальні методи дослідження мінеральної сировини: Навчальний посібник / І.І.Лазарєва. Інтернет-ресурс Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2024 207 с. https://www.geology.knu.ua/media/library/docs/Lazarieva_Metody_doslidzh_2024.pdf
2. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л.П.Циганок, Т.О.Бубель, А.Б.Вишнікін, О.Ю.Вашкевич; За ред. проф. Л.П.Циганок. Дніпро: ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с. URL: http://library.dnu.dp.ua/Metodichki/analit_chimija.pdf
3. Мітрасова О. П. Практикум з хімічного моніторингу довкілля : [навчальний посібник] / О. П. Мітрасова, В. М. Смирнов. 2-ге вид. випр. і доп. Миколаїв : ЧДУ імені Петра Могили, 2014. 160 с.
4. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: навч. посіб. К.: «КНТ», 2007. 228 с.
5. Орфанова М. М. Геохімія навколишнього середовища : конспект лекцій / М. М. Орфанова. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. 64 с.
6. Бутченко Л.І., Терещенко О.М., Черьопкіна Р.І. Збірник задач з аналітичної хімії. Якісний аналіз. Навчальний посібник. К.: ЕКМО, 2011. 182 с.
7. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 1. Основні класи та будова органічних сполук [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1,80 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 92 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33706>
8. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 2. Похідні аліфатичних вуглеводнів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,00 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 153 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33844>
9. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 3. Вуглеводи, ароматичні та гетероциклічні сполуки [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 214 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41896>

Інформаційні ресурси

1. Репозитарій відкритих даних досліджень НАН України. Репозитарій DataverseUA. URL: <https://opendata.nas.gov.ua>
2. Мультидисциплінарний репозитарій Harvard Dataverse. Harvard. URL: <https://dataverse.harvard.edu>
3. Реєстр репозитаріїв наукових (дослідницьких) даних. Re3Data. URL: <https://www.re3data.org/>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1-5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, викладач зазначає на відповідному занятті. Усі інші літературні джерела є необов'язковими, з ними рекомендується ознайомитись.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час вивчення матеріалу дисципліни застосовуються такі методи колективного та активного навчання:

- особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах у методах навчання: мозкова атака під час колективних дискусій, розв'язання кейсів, інтерактивне спілкування; наукові конференції та диспути;
- методи проблемного навчання, частково-пошукові завдання, аналітичні доповіді та аналіз окремих ситуацій (кейсів);
- інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи здобувачів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (із використанням мережі Інтернет, платформи G Suite for Education (Google Classroom) під час дистанційного навчання).

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних та цілісних знань з дисципліни;
- виховання у здобувачів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- використання методичних особливостей подання матеріалу для кращого його розуміння та сприйняття;
- використання наочних елементів для сприйняття матеріалу;
- доступність для сприйняття конкретною аудиторією;
- формування у здобувачів необхідної мотивації та зацікавленості у продовженні навчання під час самостійної роботи;
- залучення здобувачів до процесу творчої роботи спільно з викладачем, до генерації нових ідей тощо.

Форми проведення лекційних занять: лекції-повідомлення, проблемні лекції, лекції-дискусії.

Тематика лекційних занять та перелік основних питань

Назва теми лекції та перелік основних питань
Л–1. Вступ. Предмет та задачі курсу «Аналітичний інструментарій в екологічних дослідженнях», зв'язок з іншими науками, понятійний апарат. Значення курсу «Аналітичний інструментарій в екологічних дослідженнях» для збереження якості навколишнього природного середовища. Література: [1, 2].
Тема 1. Застосування якісного аналізу та інструментальних методів для отримання інформації про якість навколишнього середовища. Л-2. Прямі, непрямі виміри; сумісні та сукупні виміри. Засоби вимірювальної техніки. Перетворення вимірювального сигналу на кількісну величину. Періодична система хімічних елементів та її значення в аналітичних визначеннях. Значення хіміко-аналітичних властивостей йонів в зв'язку з положенням елементів в періодичній системі. Л-3-4. Способи вираження концентрації речовин, іонів, радикалів тощо. Розчини електролітів і неелектролітів. Закони Рауля. Фазові переходи. Закони Коновалова. Аналітична характеристика хімічних процесів: чутливість, границя визначення, специфічність, граничне відношення іонів. Специфічність поведінки розчинів електролітів. Осмотричний тиск. Тиск насиченої пари. Поверхневих натяг, поверхнево-активні речовини в «Аналітичному інструментарії...». Дисперсні системи. Закон діючих мас для гомогенних і гетерогенних процесів. Електролітична дисоціація в

розчинах. Розрахунок рівноважних концентрацій компонентів реакції при дисоціації слабких електролітів.

Л-5-6. Пробовідбір та пробопідготовка до аналітичного аналізу, репрезентативні зразки. Принципи вибору місця контролю забруднення та/або шкідливого впливу. Середня пропорційна проба. Методи маскування, розділення і концентрування. Обробка результатів експериментальних досліджень, абсолютні та відносні похибки вимірювання. Відтворюваність отриманих результатів (стійкість, robustness). Нормовані та дійсні метрологічні характеристики.

Л-7-8. Аналітичний контроль якості довкілля або еколого-аналітичний контроль. Етапи еколого-аналітичного контролю якості довкілля. Відбір проб

ґрунту. Особливості визначення в ґрунті поверхнево-розподілених речовин. Консервування, збереження і транспортування проб для аналізу. Зберігання проб ґрунту. Осадження і співосадження. Екстракція, закони екстракції. Сорбція, органічні та неорганічні сорбенти, які використовуються в аналізі. Ізотерма адсорбції, рівняння Ленгмюра. Кількісні характеристики сорбції. Природні адсорбенти.

Література: [1, 3, 4].

Тема 2. Принципи кількісного аналізу зразків компонентів навколишнього середовища

Л-9. Державний реєстр методик виконання аналітичних визначень, затверджений Держспоживстандартом України. Випадкові та систематичні складові похибки виміру. Способи виключення систематичних складових похибки: метод заміщення; спосіб компенсації; спосіб протиставлення; спосіб симетричних спостережень; спосіб рандомізації (різні прилади) - переведення у випадкову похибку. Поправочний коефіцієнт.

Л-10-11. Системний аналіз компонентів навколишнього природного середовища. Біологічні та екологічні системи. Особливості біологічної системи. Біосенсиори та біотестування в еколого-аналітичному контролі. Регуляція біосистем. Класифікація біосенсорів (ферментні, імунні, мікробні). Використання живих організмів (тест-об'єктів) для інтегральної оцінки токсичності (визначення гострої та хронічної токсичності за дафніями, водоростями тощо).

Л-12. Екологічні системи, їх особливості. Схема структурних елементів системного аналізу (мета; шляхи досягнення поставленої мети; визначення необхідних ресурсів і їх розподіл; модель; критерій). Зміна стану системи: криза, катастрофи, катаклізми. Розділ біологічних і екологічних систем за ступенем складності структури.

Л-13. Модель - суть, розвиток та основні функції моделювання. Короткострокові і довгострокові прогнози. Вимоги, що пред'являються до моделей в аналітичних визначеннях. Послідовність етапів побудови математичної моделі природних і техногенних процесів. Класифікація і типи моделей, типи областей використання моделей. Системний підхід до моделювання світових екологічних проблем.

Л-14-15. Нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності. Санітарні та гігієнічні нормативи; виробничо-господарські нормативи. Способи та прилади для вимірювання концентрації речовин. Методи і критерії оцінювання якості компонентів навколишнього природного середовища: потенціометричне (вимірювання різниці потенціалів) і кондуктометричне (вимірювання електропровідності) визначення концентрації речовин; оптична густина. Нефелометрія і спектроскопія як методи встановлення якості природних і техногенних об'єктів. Оцінка якості атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод, ґрунтів тощо.

Література: [2, 4, 5].

Практичні заняття

Передбачено проведення практичних занять. На практичні заняття виносяться теми, які дозволяють краще зрозуміти лекційний матеріал. Зміст цих занять і методика їх проведення сприяють забезпеченню розвитку творчої активності особистості здобувача вищої освіти. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити

знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тому практичні заняття виконують не тільки пізнавальну і виховну функції, але й покликані сприяти зростанню здобувачів вищої освіти як творчих і креативних фахівців.

Назва теми заняття та перелік основних питань
ПЗ-1, ПР-1. 1. Концептуальні основи та хіміко-аналітичні принципи Проаналізувати та класифікувати прямі, непрямі, сумісні та сукупні виміри в екологічному моніторингу. Обґрунтувати, як положення елемента в Періодичній системі визначає вибір якісного та інструментального методу його визначення.
ПЗ-2-3, ПР-2-3. Властивості розчинів та аналітичні характеристики методів Описати вплив осмотичного тиску та поверхнево-активних речовин на аналіз водних проб. Сформулювати Закон діючих мас та пояснити його застосування для рівноваг у природних системах. Визначити та порівняти практичне значення чутливості, границі визначення та специфічності аналітичних методів.
ПЗ-4, ПР-4. Репрезентативність проб та метрологія похибок Обґрунтувати принципи вибору місця контролю та формування репрезентативного зразка (середньої пропорційної проби). Проаналізувати функції методів маскуванню, розділення та концентрування під час пробопідготовки. Пояснити сутність стійкості (robustness) та відтворюваності результатів, а також різницю між нормованими і дійсними метрологічними характеристиками.
ПЗ-5-6, ПР-5. Етапи еколого-аналітичного контролю та процеси розділення Описати повну послідовність етапів еколого-аналітичного контролю якості довкілля. Порівняти вимоги до консервування та зберігання проб ґрунту та води. Охарактеризувати процеси осадження, співосадження, екстракції та сорбції як методи розділення, пояснивши сутність ізотерми адсорбції (наприклад, Ленгмюра).
ПЗ-7, ПР-6. Системний аналіз та біоаналітичний контроль Описати способи виключення систематичних складових похибки виміру (заміщення, компенсація, рандомізація). Розкрити зміст структурних елементів системного аналізу (мета, модель, критерій) на прикладі екологічної проблеми. Порівняти принципи та застосування біосенсорів (ферментних) і методів біотестування (на дафніях) для інтегральної оцінки токсичності.
ПЗ-8. МКР.

6. Самостійна робота здобувача

Самостійна робота здобувача передбачає:

підготовку до лекцій – 15 год;

підготовку до практичних занять – 16 год;

самостійне опрацювання окремих тем за списком – 31 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

написання реферату – 10 год;

підготовку до екзамену – 30 год.

Самостійне опрацювання окремих тем за списком

Тема	Години
Сучасні інструментальні методи та екологічна хімія Цей блок фокусується на детальному вивченні високотехнологічних методів, які використовуються для ідентифікації та кількісного визначення складних забруднювачів, а також на хімічній трансформації цих речовин.	9

Хроматографічні методи аналізу в екології: Принцип роботи та застосування газової хроматографії (ГХ) та високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) для аналізу пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) та інших органічних забруднювачів у ґрунті та воді. Огляд детекторів, що використовуються в екологічних дослідженнях (мас-спектрометричні, електронного захоплення тощо). Атомно-абсорбційна та атомно-емісійна спектрометрія: Детальне вивчення принципів атомно-абсорбційної спектрометрії (ААС) та індуктивно зв'язаної плазми з мас-спектрометричним закінченням (ІЗП-МС) для ультраслідового визначення важких металів. Екологічна хімія забруднювачів: Механізми трансформації (деградації) та накопичення (біоаккумуляції) пріоритетних забруднювачів у різних компонентах довкілля. Літературні джерела [4, 5].	
Валідація методик та забезпечення якості даних (QA/QC) Валідація аналітичних методик: Етапи валідації (або верифікації) методик: визначення лінійності, діапазону вимірювань, межі виявлення (LOD) та межі кількісного визначення (LOQ). Роль сертифікованих еталонних матеріалів (CRM) у контролі якості. Системи забезпечення та контролю якості (QA/QC): Впровадження внутрішнього лабораторного контролю: використання холостих проб (blank), дублікатів, проб з додаванням стандартів. Аналіз та інтерпретація результатів міжлабораторних порівнянь. Акредитація екологічних лабораторій. Літературні джерела [3, 4, 5].	6
Специфіка пробовідбору та моніторингу різних об'єктів Особливості відбору проб атмосферного повітря: Стаціонарний та пересувний моніторинг. Активний та пасивний пробовідбір. Методи відбору проб аерозолів та газів (використання поглинаючих розчинів, твердофазних сорбентів). Пробовідбір донних відкладень та біологічних об'єктів (біоіндикація): Методи відбору донних відкладень (грабери, пробовідбірники) та їх роль як депо забруднюючих речовин. Принципи біоіндикації та біомоніторингу: відбір проб біологічних об'єктів (молюски, лишайники) та їх використання для оцінки довгострокового забруднення. Автоматизовані системи моніторингу: Огляд стаціонарних та портативних автоматизованих систем для безперервного контролю параметрів води (рН, електропровідність, розчинений кисень) та повітря. Літературні джерела [1, 2].	4
Етичні, правові та безпекові основи екологічних досліджень Етичні принципи та чесність даних (Data Integrity): Міжнародні та національні етичні кодекси еколога-дослідника: принципи доброчесності, об'єктивності та конфіденційності. Поняття маніпулювання даними (data falsification) та його наслідки для прийняття управлінських рішень і репутації спеціаліста. Забезпечення прозорості та відкритості аналітичних результатів. Юридична відповідальність та правові наслідки:	12

Адміністративна, дисциплінарна та кримінальна відповідальність фахівця з технологій захисту навколишнього середовища за фальсифікацію аналітичних даних або недотримання правил безпеки, що призвело до шкоди. Літературні джерела [1, 4, 5].	
--	--

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Ключовими заходами при викладанні дисципліни є ті, які формують семестровий рейтинг здобувача вищої освіти. Тому здобувачі вищої освіти повинні своєчасно виконувати завдання на практичних заняттях і контрольні заходи. Штрафні бали з дисципліни не передбачено. Заохочувальні бали здобувач може отримати за поглиблене вивчення окремих тем курсу шляхом здобуття неформальної освіти (за умови підтвердження відповідним сертифікатом). Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 % рейтингової шкали.

Неформальна освіта здобувається шляхом проходження онлайн курсів. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно (тематику курсу необхідно попередньо узгодити з викладачем) або за рекомендацією викладача. Максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Відвідування занять та поведінка на заняттях

Бали за присутність на занятті не додаються, штрафні бали за пропуски занять не передбачено. Втім, вагома частина рейтингу здобувача формується через активну участь у заходах на практичних заняттях, а саме у вирішенні завдань кейсів практичних робіт, груповій та індивідуальній роботі. Тому пропуск певного практичного заняття не дає можливість здобувачу отримати за нього бали у семестровий рейтинг.

На заняттях здобувачу дозволяється користуватись інтерактивними засобами навчання, в т.ч. виходити в Інтернет із метою пошуку навчальної або довідкової інформації, якщо це передбачено тематикою завдання. Активність здобувача на заняттях, його готовність до дискусій, кейсів та участь в обговоренні навчальних питань також може бути оцінена заохочувальними балами на розсуд викладача.

Здобувачі вищої освіти повинні не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Пропущені контрольні заходи

Для перевірки ступеню засвоєння теоретичного матеріалу здобувачами вищої освіти та вміння використовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань, передбачено проведення МКР.

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), здобувачу вищої освіти надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. Повторне написання МКР не допускається. В разі порушення термінів і невиконання завдання з неповажних причин, здобувач не допускається до складання екзамену в основну сесію.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, здобувачі мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної поведінки і етики

Здобувачі вищої освіти мають бути толерантними, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки здобувачів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Політику щодо академічної доброчесності докладно описано у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Передбачається, що здобувач бере повну відповідальність за те, що всі виконані ним завдання і роботи відповідають принципам академічної доброчесності.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Рейтинг здобувача з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що здобувач отримує за:

- виконання практичних робіт (кейсів) і презентацію їх результатів (6 практичних робіт);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання реферату;

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Виконання практичних робіт (кейсів) оцінюється із 5 балів за кожну:

- «відмінно» – бездоганна робота, повне, глибоке і всебічне розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 90 % потрібної інформації), творчий підхід до аналізу даних й розкриття сутності проблеми – 5 балів;
- «добре» – достатньо повне і глибоке розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 75 % потрібної інформації), є незначні недоліки у підготовці та/або презентації роботи – 4 бали;
- «задовільно» – неповне розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 60 % потрібної інформації), є доволі суттєві недоліки у підготовці та/або презентації роботи – 3 бали;
- «незадовільно» – завдання не виконане або виконане з дуже суттєвими недоліками – 0 балів.

2.2. МКР оцінюється із 10 балів:

- бездоганна робота – 9-10 балів;
- є незначні недоліки у виконанні роботи – 7-8 балів;
- є доволі суттєві недоліки у виконанні роботи – 6 балів;
- робота не виконана на належному рівні – 0 балів.

Наявність позитивної оцінки з МКР є умовою допуску до екзаменаційної контрольної роботи.

2.3. Виконання реферату оцінюється із 10 балів за такими критеріями:

- бездоганна робота – 9-10 балів;
- є незначні недоліки у виконанні роботи – 7-8 балів;
- є доволі суттєві недоліки у виконанні роботи – 6 балів;
- робота не виконана на належному рівні – 0 балів.

Наявність позитивної оцінки за реферат є умовою допуску до екзаменаційної контрольної роботи.

3. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 10 балів, другої атестації – отримання не менше 35 балів за умови зарахування МКР.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування МКР, реферату та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет містить 5 запитань (завдань), тематику яких розкрито у додатку 1 силабусу.

Кожне контрольне завдання (запитання) оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації, надані відповідні обґрунтування та особистий погляд) – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації, є незначні неточності) – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації, наявні деякі помилки) – 6 балів;

– «незадовільно» – незадовільна відповідь, яка не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску, зазначені у PCO	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Щотижня викладачем проводиться консультація, на якій студенти можуть задавати питання щодо матеріалів занять, завдань з дисципліни. Завдання реферату узгоджується з викладачем із врахуванням побажань здобувачів. Завдання і вимоги до реферату знаходяться у Google Classroom з дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професором Кофановою Оленою Вікторівною

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол № 15 від 23.06.2025 року)

Погоджено Навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 30 від 25.06.2025 року)

Орієнтовний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Проаналізувати та класифікувати прямі, непрямі, сумісні та сукупні виміри в екологічному моніторингу та визначити засоби вимірювальної техніки.
2. Обґрунтувати, як положення елемента в Періодичній системі визначає вибір якісного та інструментального методу його аналітичного визначення.
3. Охарактеризувати закони Рауля і пояснити їхнє значення при аналізі фазових переходів у природних системах.
4. Визначити специфічність поведінки розчинів електролітів і розкрити суть явищ осмотичного тиску та тиску насиченої пари в аналітичній практиці.
5. Проаналізувати функції поверхнево-активних речовин (ПАР) в екологічному аналізі та їхній вплив на властивості дисперсних систем.
6. Описати етапи еколого-аналітичного контролю якості довкілля та визначити ключові завдання на кожному етапі.
7. Обґрунтувати принципи вибору місця контролю забруднення та механізм формування репрезентативного зразка (середньої пропорційної проби).
8. Проаналізувати особливості відбору, консервування, збереження і транспортування проб ґрунту для аналізу.
9. Охарактеризувати процеси осадження та співосадження і визначити їхній вплив на чистоту аналітичних осадів.
10. Сформулювати закони екстракції та пояснити їхнє значення для методів розділення.
11. Охарактеризувати ізотерму адсорбції (наприклад, Ленгмюра) та визначити кількісні характеристики сорбції.
12. Проаналізувати випадкові та систематичні складові похибки виміру та запропонувати способи виключення систематичних похибок (метод заміщення, рандомізація тощо).
13. Пояснити сутність стійкості (robustness) та відтворюваності отриманих результатів, а також різницю між нормованими та дійсними метрологічними характеристиками.
14. Охарактеризувати системний аналіз компонентів навколишнього середовища, визначивши його мету та місце в екологічних дослідженнях.
15. Розкрити зміст схеми структурних елементів системного аналізу (мета, шляхи, ресурси, модель, критерій).
16. Проаналізувати зміни стану системи (криза, катастрофа, катаклізм) та методи розділу систем за ступенем складності структури.
17. Визначити сутність, розвиток та основні функції моделювання в екологічних дослідженнях, включаючи короткострокові та довгострокові прогнози.
18. Охарактеризувати вимоги, що пред'являються до моделей в аналітичних визначеннях природних і техногенних процесів.
19. Проаналізувати послідовність етапів побудови математичної моделі природних і техногенних процесів.
20. Визначити класифікацію і типи моделей та типи областей їх використання.
21. Охарактеризувати біосенсори та біотестування в еколого-аналітичному контролі, надавши класифікацію біосенсорів (ферментні, імунні, мікробні).
22. Проаналізувати використання живих організмів (тест-об'єктів) для інтегральної оцінки токсичності (на прикладі дафній, водоростей).
23. Визначити нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності, включаючи санітарні, гігієнічні та виробничо-господарські нормативи.
24. Охарактеризувати Державний реєстр методик виконання аналітичних визначень та його роль у забезпеченні достовірності даних.

25. Описати використання мас-спектрометричних детекторів у газовій (ГХ) та високоефективній рідинній (ВЕРХ) хроматографії для визначення забруднювачів.
26. Проаналізувати особливості застосування атомно-абсорбційної спектрометрії (ААС) та атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ІЗП-МС) для ультраслідового визначення елементів.
27. Охарактеризувати основні механізми трансформації (деградації) забруднюючих речовин у навколишньому середовищі.
28. Проаналізувати процес біоаккумуляції забруднювачів та його значення для оцінки екологічних ризиків.
29. Визначити та пояснити сутність таких параметрів валідації методик, як лінійність, діапазон, межа виявлення (LOD) та межа кількісного визначення (LOQ).
30. Охарактеризувати роль сертифікованих еталонних матеріалів (CRM) та процедур QA/QC (холості проби, дублікати) у забезпеченні якості аналітичних даних.
31. Проаналізувати специфіку пробовідбору атмосферного повітря (стаціонарний, пересувний, активний, пасивний) та методи збору аерозолів і газів.
32. Охарактеризувати методи пробовідбору донних відкладень та біологічних об'єктів для цілей біоіндикації та біомоніторингу.
33. Проаналізувати етичні принципи та правила безпеки при проведенні екологічних досліджень.
34. Визначити поняття чесності даних (Data Integrity) та проаналізувати наслідки маніпулювання даними в екологічному контролі.
35. Охарактеризувати значення автоматизованих систем моніторингу для безперервного контролю якості навколишнього середовища.