



Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	ОПП Екологічна безпека
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4(120)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	3 години на тиждень (1 година лекційні та 2 години лабораторних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com Лабораторні: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2514

Програма навчальної дисципліни

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

Інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу зумовив виникнення низки глобальних екологічних проблем, кожна з яких здатна призвести до знищення нашої цивілізації. Серед цих проблем найбільш пріоритетними є: дефіцит прісної води, зниження видового біологічного і ландшафтного різноманіття планети, парниковий ефект, озонові діри, кислотні дощі, забруднення Світового океану, опустелення, загибель лісів тощо.

Зменшення рівня антропогенного впливу на біосферу можна досягти якісним управлінням соціально-економічними системами всіх рівнів впровадженням науково обґрунтованої системи екологічного та соціально-економічного менеджменту, який би будувався на об'єктивних даних відповідної системи екологічного та соціально-економічного моніторингу.

Система моніторингу повинна в інформаційному плані забезпечити організацію необхідних інформаційних потоків і поліпшити спостереження за основними процесами та явищами в біосфері.

Предмет навчальної дисципліни – процеси контролю якості компонентів довкілля, методики визначення вмісту забруднювачів у повітрі, воді та ґрунті, програми обробки результатів вимірювань та періодичності відбору проб.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;
- знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження навколишнього середовища;
- уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

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

Вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу» потребує знань, які формуються на базі вивчення таких дисциплін, як «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Органічна хімія». Дисципліна «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу» є фундаментальною основою, що має забезпечити такі дисципліни як «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Екологічна та природно-техногенна безпека», дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 2. Інструментальні методи аналізу

Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу

Тема 1.1. Класифікація фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів.

Розділ 2. Абсорбційна спектроскопія

Тема 2.1. Фотометричні та спектроскопічні методи аналізу

Розділ 3. Спектральні методи аналізу

Загальні положення спектрального аналізу. Спектри речовин.

Тема 3.1. Атомно-емісійний спектральний аналіз

Тема 3.2. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз

Тема 3.3. Рентгеноспектральний аналіз

Тема 3.4. Люмінесцентний аналіз

Розділ 4. Електрохімічні методи аналізу

Класифікація електрохімічних методів аналізу.

Тема 4.1. Потенціометричний аналіз

Абсолютна потенціометрія і потенціометричне титрування. Електроди у потенціометричному методі аналізу

Тема 4.2. Полярографічний аналіз

Розділ 5. Хроматографічні методи

Тема 5.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу

Тема 5.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях: методичні вказівки до вивчення дисципліни «Методи та засоби контролю навколишнього середовища». Частина II. Фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи аналізу/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2011. – 58 с.

2. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях: методичні вказівки до вивчення дисципліни «Методи та засоби контролю навколишнього середовища». Частина III. Фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи аналізу/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2011. – 56 с.

3. Методичні вказівки до розв'язування типових задач/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2010. – 56 с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том1. – М.:Техносфера, 2003. – 416 с.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том2. – М.:Техносфера, 2004. – 288 с
6. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання по курсу “Аналітична хімія”. / Укл.: Л.В.Калабіна, Л.І.Бутченко – НТУУ “КПІ”, 1998.– 35 с. Частина III. Фізико-хімічні методи аналізу.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Аналітична хімія” для студентів хіміко-технологічного факультету. Розділ “Фізико-хімічні методи аналізу” / Укл. Д.О. Горіна, Л.В. Калабіна, Є.П. Клименко та ін. – К.: КПІ, 1993. – 40 с.

Допоміжна література

1. Луцевич Д.Д., Мороз А.С., Грибальська О.В. та ін. Аналітична хімія. – К.: Здоров'я, 2003. – 296
2. Дорохова Є.М., Прохорова Г.В. Задачі та запитання з аналітичної хімії.— К.: Київ. універ., 2001.—282 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://www.chem.msu.ru/rus/elabratory/> Електронна бібліотека з хімії (Журнали, бази даних, книги, підручники та ін.)
2. <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/> Повнотекстова електронна версія журналу “Вестник Московского университета. Серія “Хімія”. Архів з 1998 р
3. <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/10.htm> Сайт надає безкоштовний доступ до повнотекстових журналів з хімії.
4. <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/> Бази даних містять інформацію з 350 000 хімічних сполук, 56 000 з яких — із структурним зображенням (англ.).
5. www.chemistry.narod.ru Світ хімії. Програми, статті, таблиці, досліді, винаходи.
6. <http://fit.nmu.org.ua/ua/> Навчальний контент

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття спрямовані на: надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу», рівень яких

- визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми; забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області аналітичної хімії, прогнозування її розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1-3	Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу Тема 1.1. Класифікація фізико-хімічних методів визначення та

	<p>розділення елементів. Особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки.</p> <p>Розділ 2. Абсорбційна спектроскопія Тема 2.1. Фотометричні та спектроскопічні методи аналізу Теоретичні основи методу. Походження спектрів поглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Причини відхилення від основного закону фотометрії. Фізико-хімічні основи утворення забарвлених сполук. Реакції, які можуть бути використані в фотометричному аналізі. Методи вимірювання інтенсивності забарвлення. Фотометрія та спектрофотометрія. Література: [1] С. 5-15, [4] С. 261-279.</p>
4-5	<p>Розділ 3. Спектральні методи аналізу Загальні положення спектрального аналізу. Спектри речовин. Тема 3.1. Атомно-емісійний спектральний аналіз Суть методу, спектри випромінювання. Якісний та кількісний аналіз. Полум'яна фотометрія. Методика аналізу та апаратура. Практичне застосування методу. Тема 3.2. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз Основи методу. Прилади для ААС. Кількісні вимірювання, застосування методу. Тема 3.3. Рентгеноспектральний аналіз Основи методу. Рентгенівські спектри. Рентгенофлуоресцентний аналіз. Прилади та їх застосування в якісному та кількісному аналізі. Тема 3.4. Люмінесцентний аналіз Природа та спектри люмінесценції. Характеристики люмінесценції. Якісний та кількісний аналіз. Основні хемілюмінесцентні реагенти та проведення аналізу. Каталітичні хемілюмінесцентні реакції. Література: [4] С. 151-225. <u>Завдання на СРС.</u> СРС: Методи аналізу, що ґрунтуються на радіоактивності</p>
6	<p>Розділ 4. Електрохімічні методи аналізу Класифікація електрохімічних методів аналізу. Тема 4.1. Потенціометричний аналіз Абсолютна потенціометрія і потенціометричне титрування. Електроди у потенціометричному методі аналізу. Тема 4.2. Полярографічний аналіз Загальні положення. Класична полярографія. Вольтамперометрія. Амперометричне титрування. Література: [4] С. 340-405. <u>Завдання на СРС.</u> Кулонометрія: застосування закону Фарадея в аналізі</p>
7-8	<p>Розділ 5. Хроматографічні методи Тема 5.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу Класифікація хроматографічних методів аналізу. Хроматографічні параметри. Теорія хроматографічного розділення, обробка хроматограм. Адсорбційна хроматографія, розподільна хроматографія, газо-рідинна хроматографія, хроматографія на папері, молекулярно-ситова хроматографія, йонообмінна, осадочна, адсорбційно-комплексоутворювальна та окисно-відновна хроматографія. Поняття про газову та рідинну колонкову хроматографію. Тема 5.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу</p>

Хроматографічна колонка і її підготовка до аналізу. Отримання хроматографа на колонці і її аналіз. Хроматографія у тонкому шарі сорбенту.
Література: [5] С. 8-24, 81-87.
Завдання на СРС. Гель-хроматографія

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 30% аудиторного навантаження.

Лабораторні роботи дозволяють отримати студентам уміння працювати з хімічними реагентами, посудом і приладами, здійснювати хімічний експеримент і проводити первинні наукові дослідження.

Тематика лабораторних робіт охоплює основні розділи кількісного аналізу. При проведенні лабораторного практикуму створюються умови для максимально самостійного виконання студентами лабораторних робіт. Тому лабораторні заняття починаються з проведення експрес-опитування по теоретичному матеріалу, необхідному для виконання роботи (з оцінкою), перевірки планів виконання лабораторних робіт, підготовлених студентами в рамках самостійної роботи і закінчується оцінкою роботи студента в лабораторії і отриманих ними результатів.

Номер роботи	Зміст лабораторної роботи	Кількість годин
1	2	3
1	Гравіметричний аналіз. Зважування на технічних та аналітичних терезах. Визначення вмісту заліза(III) у розчині.	4
2	Титриметричний аналіз. Метод нейтралізації. Приготування робочих розчинів та встановлення їх концентрації.	4
3	Визначення вмісту тимчасової твердості води, оцтової кислоти, гідроксиду амонію.	2
4	Визначення вмісту фосфату натрію.	4
5	Комплексонометрія. Приготування робочих розчинів та встановлення їх концентрації. Визначення загальної та постійної твердості води, масової частки магнію (цинку) у технічному зразку.	4
6	Окисно-відновні методи. Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації. Перманганатометричне визначення заліза (II).	4
7	Хроматометричне визначення заліза (II).	4
8	Метод йодометрії. Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації. Визначення арсеніту натрію.	4
9	Визначення масової частки купруму у технічному зразку методом йодометрії.	4
10	МКР	2
Всього		36

6. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 55 % часу вивчення курсу, включає також підготовку розрахунково-графічної роботи та підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області аналітичної хімії, що не увійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі та при виконанні розрахунково-графічної роботи .

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 3. Спектральні методи аналізу		
1	<u>Завдання на СРС.</u> СРС: Методи аналізу, що ґрунтуються на радіоактивності Література: [4] С. 330 – 339.	6
Розділ 4. Електрохімічні методи аналізу		
2	Кулонометрія: застосування закону Фарадея в аналізі Література: [4] С. 401-405.	6
Розділ 5. Хроматографічні методи		
3	Гель-хроматографія Література: [5] С. 75 – 81.	6
4	Розрахунково-графічна робота Література: 1 - 9.	15
5	Контрольна робота з розділів 1-5	3
6	Екзамен	30
Всього годин		66

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватися індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету). Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система та університетська шкала.

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату (за узгодженням з викладачем):

- <https://orqchem.nuph.edu.ua>;
- <https://mqri.ru>.

Повторно (раніше наданий у минулому семестрі) сертифікат не враховується. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

Правила дедлайнів та перескладань

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до 75 % від запланованої кількості балів). Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється на підставі результату виконання роботи та її захисту.

Політика академічної доброчесності

Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантними, поважати думку оточуючих, заперечення формувати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад.год	Лекц.*	Практ.*	Л/р*	СРС	МКР	РГР	Семестрова атестація
6	4	120	18	-	36	66	1	1	екзамен

* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) чотири контрольні роботи (МКР поділяється на 4 роботи тривалістю по 22 хвилини);
- 2) виконання 9 лабораторних робіт;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи;
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Модульні контрольні.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 5 балів x 4 роботи = 20 балів.

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
5	«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);
4	«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;
3	«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;
2 - 0	«незадовільно» – завдання не виконане, КР не зараховано.

2. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 3,0 бали.

Бал	Виконання роботи
3	бездоганна робота, відносна похибка визначення не перевищує 3 %, захист – безпомилкове знання теоретичних основ і методики виконання роботи
2	відносна похибка визначення не перевищує 5 %, при захисті роботи допущені

	<i>несуттєві помилки або неточності</i>
<i>1</i>	<i>відносна похибка визначення перевищує 10 %, при захисті роботи допущені суттєва помилка або неточність</i>
<i>0</i>	<i>відносна похибка визначення перевищує 10 %, при захисті роботи відсутні розуміння теоретичних основ та методики роботи</i>

3. Розрахункова- графічна робота.

Ваговий бал – 13 балів.

<i>Бал</i>	<i>Повнота відповіді</i>
<i>13 - 12</i>	<i>бездоганне, творче виконання роботи</i>
<i>11 – 10</i>	<i>роботу виконано з незначними недоліками</i>
<i>9 – 7</i>	<i>роботу виконано з певними помилками</i>
<i>6 - 0</i>	<i>роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)</i>

Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання всіх лабораторних робіт на час атестації. Умовою другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх лабораторних робіт на час атестації та зарахування розрахунково-графічної роботи.

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх контрольних, лабораторних робіт, розрахунково-графічної роботи та стартовий рейтинг не менше 36 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить чотири запитання (завдання). Кожне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів за такими критеріями

<i>Бал</i>	<i>Повнота відповіді</i>
<i>10 – 9</i>	<i>повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);</i>
<i>8 – 7</i>	<i>достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;</i>
<i>6</i>	<i>неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;</i>
<i>5 - 0</i>	<i>роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)</i>

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C=4*5+9*3+13=60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R:

$$R_{екз}=40 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R=R_C+R_{екз}=60+40=100 \text{ балів}$$

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

<i>Бали R=R_C+R_{екз}</i>	<i>Екзаменаційна оцінка</i>
<i>100...95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94...85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84...75</i>	<i>Добре</i>
<i>74...65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64...60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахунково-графічна робота або R_C<26</i>	<i>Не допущено</i>

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Сформулювати класифікацію фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів.
2. Сформулювати особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки.
3. Охарактеризувати спектроскопічні методи аналізу.
4. Охарактеризувати метод абсорбційної спектроскопії.
5. Охарактеризувати фотометричні та спектроскопічні методи аналізу. Привести теоретичні основи методу.
6. Пояснити походження спектрів поглинання.
7. Вивести закон Бугера-Ламберта-Бера. Показати причини відхилення від основного закону фотометрії.
8. Пояснити фізико-хімічні основи утворення забарвлених сполук. Привести реакції, які можуть бути використані у фотометричному аналізі.
9. Охарактеризувати методи вимірювання інтенсивності забарвлення. Пояснити, що таке фотометрія та спектрофотометрія.
10. Охарактеризувати методи флуоресцентної та фосфоресцентної спектроскопії.
11. Показати природу та пояснити спектри люмінісценції.
12. Пояснити схему приладу для люмінесцентного аналізу.
13. Привести основні хемілюмінесцентні реагенти та пояснити проведення аналізу.
14. Охарактеризувати каталітичні хемілюмінесцентні реакції.
15. Пояснити, що таке нефелометрія та турбідиметрія.
16. Охарактеризувати методи атомної спектроскопії та емісійного спектрального аналізу.
17. Привести основні характеристики електромагнітної випромінювання.
18. Пояснити теоретичні основи емісійної спектроскопії.
19. Пояснити принцип роботи спектральних приладів.
20. Охарактеризувати основні принципи методу полум'яної фотометрії. Показати практичне застосування методу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Терещенко О.М.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 13 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 11 від 25.06.2021 р.)