



# Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу довкілля

## 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)/дистанційна/змішана  |
| Рік підготовки, семестр                           | 3 курс, весняний семестр   |
| Обсяг дисципліни                                  | 4(120)   |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | екзамен  |
| Розклад занять                                    | 3 години на тиждень (1 година лекційні та 2 години лабораторних занять)  |
| Мова викладання                                   | Українська   |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , <a href="mailto:okter789@gmail.com">okter789@gmail.com</a><br>Лабораторні: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> ,<br><a href="mailto:okter789@gmail.com">okter789@gmail.com</a> |
| Розміщення курсу                                  | <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2514">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2514</a>  |

### 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, озоніві 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 до оцінки впливу техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю;

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

- здатність застосувати сучасні методи та засоби контролю стану атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів та біоти, визначати рівень забрудненості природних та промислових матеріалів радіоактивними елементами, володіти методиками оцінки впливу несприятливих факторів на живі організми, визначати адаптивні можливості людського організму в умовах середовища.

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

- використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки;
- знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля;
- уміти прогнозувати вплив техногенних процесів та виробництв на навколишнє середовище;
- брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами;
- зберігати та примножувати досягнення і цінності суспільства на основі розуміння місця предметної області у загальній системі знань, використовувати різні види та форми рухової активності для ведення здорового способу життя.

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

Вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу довкілля» 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 довкілля» 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. Спектроскопічні методи**

Тема 2.1. Основи спектроскопії.

Тема 2.2. Методи оптичної молекулярної спектроскопії.

Тема 2.3. Методи атомної спектроскопії.

#### **Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу**

Тема 3.1. Основи електрохімічних процесів. Класифікація електрохімічних методів аналізу.

Тема 3.2. Потенціометрія.

Тема 3.3. Вольтамперометрія.

Тема 3.4. Кулонометрія.

#### **Розділ 4. Хроматографічні методи**

Тема 4.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу.

Тема 4.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу.

Тема 4.3. Рідинна хроматографія.

Тема 4.4. Площинна хроматографія.

Тема 4.5. Газова хроматографія.

#### **Розділ 4. Кінетичні методи аналізу**

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література**

1. Габ А.І., Шахнін Д.Б., Малишев В.В. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. – К.: «Україна», 2018. – 396 с.
2. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л.М. Спасьонова, В.Ю. Тобілко, І.В. Пилипенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 69 с.
3. Інструментальні методи аналізу харчової продукції / укл.: А.В. Сачко, В.В. Дійчук, М.М. Воробець, О.В. Сема. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. – 80 с.
4. Аналітична хімія. Кількісний аналіз : практикум для студентів ф-ту хімії та фармації / О. М. Чеботарьов, С. В. Топоров, О. М. Гузенко, Р. Є. Хома, Д. В. Снігур. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 80 с.
5. Основи хімії та методи аналізу харчової продукції : підручник / Н.К. Черно, О.О. Антіпіна, О.В. Малінка, С.І. Вікуль. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 360 с.
6. Термодинамічні та кінетичні аспекти хімічних реакцій: навч. посіб. / уклад. О. М. Швед, К. С. Ютілова, С. Л. Богза, Г. М. Розанцев. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

### **Допоміжна література**

7. 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.
8. 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.
9. Методичні вказівки до розв'язування типових задач/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2010. – 56 с.
10. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том1. – М.:Техносфера, 2003. – 416 с.
11. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том2. – М.:Техносфера, 2004. – 288 с
12. Масленко С.Н., Величко В.В., Великонська Н.М., Перескока В.В. Аналітична хімія і методи аналізу: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 162 с.
13. Методичні вказівки до розв'язку типових задач з курсу "Інструментальні методи аналізу" для студентів напряму підготовки 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / Уклад.: Л.І. Бутченко, О.П. Хохотва, О.М. Терещенко, О.В. Глушко. – К.: "Політехніка", 2012. – 62 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернацького <http://nbuv.gov.ua/>
2. Центр електронних навчальних матеріалів, режим доступу: <https://do.ipk.kpi.ua/>
3. Всеукраїнська електронна бібліотека літератури із загальної хімії: <https://youalib.com/%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F;>
4. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України [http://dspace.nbuv.gov.ua/;](http://dspace.nbuv.gov.ua/)
5. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка [https://www.library.kpi.ua/;](https://www.library.kpi.ua/)
6. <http://www.chemistry.narod.ukr.net>

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

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

| № лекції | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|----------|--|
| 1        | <p><b>Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу</b></p> <p>Тема 1.1. Класифікація фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів.</p> <p>Особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки.</p> <p><b>Література: [1]. С. 225-236; [2] С. 5-8; [3] С. 3-7.</b></p> <p><u>Завдання на СРС.</u> Метрологічні та аналітичні характеристики методів аналізу.</p>  |
| 2-3      | <p><b>Розділ 2. Спектроскопічні методи</b></p> <p>Тема 2.1. Основи спектроскопії.</p> <p>Електромагнітний спектр. Апаратура для оптичної спектроскопії.</p> <p>Тема 2.2. Методи оптичної молекулярної спектроскопії.</p> <p>2.2.1. УФ-видима спектроскопія. 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.</p> <p>2.2.2. Нефелометричні та турбідиметричні методи аналізу.</p> <p>2.2.3. ІЧ-спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіювання. Коливання багатоатомних молекул. Коливальні спектри. Апаратура для коливальної спектроскопії.</p> <p>2.2.4. Флуоресцентна та фосфоресцентна спектроскопії. Механізми збудження при флуоресценції та фосфоресценції. Кількісний аналіз. Апаратура в люмінесцентному аналізі. Практичне застосування.</p> <p><b>Література: [1]. С. 270-318; 328-335; [3] С. 33-45.</b></p> <p><u>Завдання на СРС.</u> Рефрактометричні методи аналізу. Поляриметричні методи аналізу.</p> |

|     |   |
|-----|---|
| 4   | <p><i>Тема 2.3. Методи атомної спектроскопії</i></p> <p>2.3.1. Атомно-абсорбційна спектроскопія. Походження атомних спектрів. Джерела випромінювання. Допплерівське уширення. Лампи з полим катодом. Атомізатори. Кількісний аналіз.</p> <p>2.3.2. Атомно-емісійна спектроскопія. Джерела атомізації і збудження. Типи спектрометрів. Кількісний і якісний аналіз.</p> <p>2.3.3. Рентгенівська та електронна спектроскопія. Механізм збудження внутрішніх електронів. Рентгенофлуоресцентний аналіз. Джерела випромінювання для РФА, кристал-аналізатор, детектори. Якісний та кількісний аналіз.</p> <p><b>Література: [1]. С. 318-328; [3] С. 33-45.</b></p> <p><u>Завдання на СРС.</u> Рентгенодифракційні методи аналізу. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектрометрія. Методи аналізу, що ґрунтуються на радіоактивності.</p>  |
| 5   | <p><b>Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу</b></p> <p><i>Тема 3.1. Основи електрохімічних процесів. Класифікація електрохімічних методів аналізу. Електроди та електрохімічна комірка. Класифікація електродів.</i></p> <p><i>Тема 3.2. Потенціометрія. Пряма потенціометрія. Вимірювання рН за допомогою скляного електрода. Йонселективні електроди. Потенціометричне титрування.</i></p> <p><i>Тема 3.3. Вольтамперометрія. Електрохімічні процеси. Побудова вольт амперних кривих. Класична полярографія. Якісний та кількісний полярографічний аналіз. Інверсійна вольтамперометрія. Амперометрія та вольаметрія.</i></p> <p><i>Тема 3.4. Кулонометрія. Потенціостатична кулонометрія. Гальваностатична кулонометрія.</i></p> <p><b>Література: [2]. С. 5-13; [3]. С. 53-69; [10]. С. 340-347; 357-392; [12]. С. 84-111.</b></p> <p><u>Завдання на СРС.</u> Механізми переносу зарядів у розчинах. Електропровідність електролітів. Кондуктометрія. Електрогравіметричний метод аналізу.</p>  |
| 6-7 | <p><b>Розділ 4. Хроматографічні методи</b></p> <p><i>Тема 4.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу</i><br/> <i>Класифікація хроматографічних методів аналізу.</i><br/> <i>Хроматографічні параметри. Теорія хроматографічного розділення, обробка хроматограм.</i><br/> <i>Поняття про газову та рідинну колонкову хроматографію.</i></p> <p><i>Тема 4.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу</i><br/> <i>Хроматографічна колонка і її підготовка до аналізу. Отримання хроматограми на колонці і її аналіз. Хроматографія у тонкому шарі сорбенту.</i></p> <p><i>Тема 4.3. Рідинна хроматографія. Основні механізми розділення у рідинній хроматографії. Розподільна хроматографія. Рідинна адсорбційна хроматографія. Йонна хроматографія.</i></p> <p><i>Тема 4.4. Площинна хроматографія. Нерухомі та рухомі фази. Детектування. Величина <math>R_f</math> та коефіцієнт ємності.</i></p> <p><i>Тема 4.5. Газова хроматографія. Характеристики утримування, коефіцієнти розподілення. Процеси розділення у газовій фазі. Блок-схема газового хроматографа.</i></p> <p><b>Література: [5] С. 285-296; [12] С. 8-81.</b></p> <p><u>Завдання на СРС.</u> Екстракція та йонний обмін</p> |
| 8   | <p><b>Розділ 4. Кінетичні методи аналізу</b></p> <p><i>Кінетичні рівняння. Реакції нульового, першого та другого порядків</i></p> <p><b>Література: [6] С. 8-69; [12] С. 8-81.</b></p>  |

### **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             | Фотометричне визначення титану (IV) методом порівняння.  | 2               |
| 2             | Фотометричне визначення міді (II) методом добавок.   | 2               |
| 3             | Фотометричне визначення заліза(III) в алюмінії за допомогою сульфосаліцилової кислоти методом градувального графіка. | 4               |
| 4             | Екстракційно-фотометричне визначення мікрокількостей купруму.  | 4               |
| 5             | Екстракційне розділення кобальту або нікелю.   | 4               |
| 6             | Потенціометричне визначення хромової кислоти.  | 2               |
| 7             | Визначення заліза(III) методом потенціометричного титрування.  | 2               |
| 8             | Адсорбційне розділення катіонів металів кобальту (II), заліза (III) і міді (II) на оксиді алюмінію.                  | 4               |
| 9             | Розділення на папері суміші йонів заліза (III) і міді (II).  |                 |
| 10            | Визначення концентрації розчину $KNO_3$ методом катіонного обміну  | 2               |
| 11            | Хроматографічне розділення та визначення кадмію і цинку.   | 4               |
| 12            | Кінетично-фотометричне визначення молібдату  | 4               |
| 13            | МКР  | 2               |
| <b>Всього</b> |  | <b>36</b>       |

### **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 |
|---|--|---------------------|
| <b>Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу</b> |  |                     |
| 1   | Метрологічні та аналітичні характеристики методів аналізу. | 4                   |



|  |   |           |
|--|---|-----------|
|  | <b>Література: [1]. С. 8-12.</b>  |           |
| <b>Розділ 2. Спектроскопічні методи</b>        |   |           |
| 2  | Рефрактометричні методи аналізу. Поляриметричні методи аналізу.<br><b>Література: [1]. С. 338-348; [3]. С. 8-33.</b><br>Рентгенодифракційні методи аналізу. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектрометрія. Методи аналізу, що ґрунтуються на радіоактивності.<br><b>Література: [10]. С. 223-224; 287-339.</b> | 4         |
| <b>Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу</b> |   |           |
| 3  | Механізми переносу зарядів у розчинах. Електропровідність електролітів. Кондуктометрія. Електрогравіметричний метод аналізу.<br><b>Література: [10]. С. 347-357; [10]. С. 102-104.</b>  | 4         |
| <b>Розділ 4. Хроматографічні методи</b>        |   |           |
| 4  | Екстракція та йонний обмін<br><b>Література: [10]. С. 121 – 139.</b>  | 4         |
| 5  | Розрахунково-графічна робота<br><b>Література: 1 - 13.</b>  | 15        |
| 6  | Контрольна робота з розділів 1-5  | 5         |
| 7  | Екзамен   | 30        |
| <b>Всього годин</b>                            |   | <b>66</b> |

### **Індивідуальні завдання**

Згідно навчального плану студент повинен виконати індивідуальне завдання у вигляді розрахунково-графічної роботи.

Розрахунково-графічна робота (РГР) — це самостійне дослідження студента. Суть даного виду роботи - надання не тільки теоретичного, але й практичного матеріалу. Виконуючи РГР, студент удосконалює знання та вміння, отримані в процесі вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу довкілля», а саме: по-перше, в розрахунково-графічній роботі висвітлюються в більш конкретній формі ті питання, які викладачем були розглянуті коротко; по-друге, студент отримує навички роботи з науковою літературою та вміння аналізувати певну проблему та знаходити способи її розв'язання (так, РГР містить певні розрахунки, графіки, таблиці, діаграми); по-третє, працюючи над РГР, студент отримує вміння та навички, що будуть корисними в майбутньому при виконанні більш складних завдань (дипломна робота, дисертація, наукове дослідження тощо).

РГР повинна базуватися на опрацюванні джерел базової та допоміжної літератури. Крім того, рекомендується використовувати в якості допоміжної літератури монографії, спеціальні статті, підручники для студентів ВНЗ та періодичні видання.

Вимоги до виконання реферату наведено в додатку А.

### **Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту**

| Назва ОК  | Лекційні заняття  | Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання   |
|---|---|--|
| Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки. | Лекція 2. Основи спектроскопії. Методи оптичної молекулярної спектроскопії. Нефелометричні та турбідиметричні методи аналізу. | Лабораторна робота 1. Фотометричне визначення титану (IV) методом порівняння.<br>Лабораторна робота 2. |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Лекція 3. ІЧ-спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіювання. Флуоресцентна та фосфоресцентна спектроскопії.</p> <p>Лекція 4. Методи атомної спектроскопії</p> <p>Лекція 5. Електрохімічні методи аналізу.</p> | <p>Фотометричне визначення міді (II) методом добавок.</p> <p>Лабораторна робота 3. Фотометричне визначення заліза(III) в алюмінії за допомогою сульфосалицилової кислоти методом градуювального графіка.</p> <p>Лабораторна робота 6. Потенціометричне визначення хромової кислоти.</p> <p>Лабораторна робота 7. Визначення заліза(III) методом потенціометричного титрування.</p>   |
| <p>Уміти прогнозувати вплив техногенних процесів та виробництв на навколишнє середовище.</p>   | <p>Лекція 8. Кінетичні методи аналізу.</p>  | <p>Лабораторна робота 12. Кінетично-фотометричне визначення молібдату.</p>   |
| <p>Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля..</p>  | <p>Лекція 1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу. Класифікація фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів.</p>   |  |
| <p>Зберігати та примножувати досягнення і цінності суспільства на основі розуміння місця предметної області у загальній системі знань, використовувати різні види та форми рухової активності для ведення здорового способу життя.</p> | <p>Лекція 6-7. Хроматографічні методи</p>   | <p>Лабораторна робота 8. Адсорбційне розділення катіонів металів кобальту (II), заліза (III) і міді (II) на оксиді алюмінію.</p> <p>Лабораторна робота 9. Розділення на папері суміші йонів заліза (III) і міді (II).</p> <p>Лабораторна робота 10. Визначення концентрації розчину <math>KNO_3</math> методом катіонного обміну.</p> <p>Лабораторна робота 11. Хроматографічне розділення та визначення кадмію і цинку.</p> |
| <p>Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поведження з виробничими та муніципальними відходами</p>  |   | <p>Індивідуальне завдання (РГР)</p>  |



## 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

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://www.edx.org/course/basic-analytical-chemistry>;
- <https://www.coursera.org/learn/chemistry>.
- <https://studyabroadnations.com/uk/free-online-chemistry-courses-with-certificates/>
- <https://istl.org.ua/onlajn-kurs-mozhливosti-hromatografichnih-analizatoriv-u-laboratoriyah-gazova-ta-ridinna-hromatografiya.html>;
- <https://www.akademichnikursy.com/institutions/aaps>.

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

### Правила дедлайнів та перескладань

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 10 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:

$$5 \text{ балів} \times 4 \text{ роботи} = 20 \text{ балів.}$$

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

3. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – 10 балів.

| Бал    | Повнота відповіді   |
|--------|---|
| 10 - 9 | бездоганне, творче виконання роботи                             |
| 8 – 7  | роботу виконано з незначними недоліками                         |
| 6 – 5  | роботу виконано з певними помилками                             |
| 4 - 0  | роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) |

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

| Бал    | Повнота відповіді                                     |
|--------|---|
| 10 – 9 | повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації); |

|       |  |
|-------|--|
| 8 – 7 | достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями; |
| 6     | неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;                                    |
| 5 - 0 | роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)  |

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C=4*5+10*3+10=60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R:

$$R_{\text{екз}}=40 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

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

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

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

## 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. Сформулювати особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки.
2. Охарактеризувати спектроскопічні методи аналізу.
3. Охарактеризувати метод абсорбційної спектроскопії.
4. Охарактеризувати фотометричні та спектроскопічні методи аналізу. Привести теоретичні основи методу.
5. Пояснити походження спектрів поглинання.
6. Вивести закон Бугера-Ламберта-Бера. Показати причини відхилення від основного закону фотометрії.
7. Пояснити фізико-хімічні основи утворення забарвлених сполук. Привести реакції, які можуть бути використані у фотометричному аналізі.
8. Охарактеризувати методи вимірювання інтенсивності забарвлення. Пояснити, що таке фотометрія та спектрофотометрія.
9. Охарактеризувати методи флуоресцентної та фосфоресцентної спектроскопії.
10. Показати природу та пояснити спектри люмінісценції.
11. Пояснити схему приладу для люмінесцентного аналізу.
12. Привести основні хемілюмінесцентні реагенти та пояснити проведення аналізу.
13. Охарактеризувати каталітичні хемілюмінесцентні реакції.
14. Пояснити, що таке нефелометрія та турбідиметрія.

15. Охарактеризувати методи атомної спектроскопії та емісійного спектрального аналізу.
16. Привести основні характеристики електромагнітної випромінювання.
17. Пояснити теоретичні основи емісійної спектроскопії.
18. Пояснити принцип роботи спектральних приладів.
19. Охарактеризувати основні принципи методу полум'яної фотометрії. Показати практичне застосування методу.
20. Охарактеризувати основні принципи методу атомно-абсорбційної спектроскопії.
21. Пояснити теоретичні основи методу.
22. Привести схему приладу для ААС.
23. Пояснити, як проводять кількісні вимірювання. Пояснити застосування методу.
24. Пояснити суть рентгеноспектральних методів аналізу.
25. Пояснити походження рентгенівських спектрів та поглинання рентгенівського випромінювання.
26. Пояснити конструкцію рентгенівських приладів.
27. Пояснити, як проводять якісний та кількісний рентгеноспектральний аналіз.
28. Показати практичне застосування методу.
29. Охарактеризувати електрохімічні методи аналізу.
30. Пояснити принцип потенціометричний метод аналізу.
31. Привести класифікацію електрохімічних методів аналізу. Пояснити основи електрохімічних процесів.
32. Пояснити конструкцію електродів у потенціометричному методі аналізу.
33. Пояснити основні принципи класичної полярографії.
34. Пояснити криву ток-потенціал.
35. Привести схему полярографічної установки.
36. Охарактеризувати метод амперометричного титрування. Привести загальну характеристику методу. Показати практичне застосування методу.
37. Привести теоретичні основи хроматографічних методів аналізу.
38. Привести класифікацію хроматографічних методів аналізу.
39. Пояснити способи отримання хроматограм.
40. Пояснити теорію хроматографічного розділення: теорія кінетичних тарілок, кінетичну теорію.
41. Привести блок-схему хроматографа і пояснити, як обробляються хроматограми.
42. Охарактеризувати метод рідинної колоночної хроматографії.
43. Охарактеризувати методи адсорбційної хроматографії, розподільної хроматографії, іонообмінної хроматографії.
44. Плоскосна хроматографія.
45. Хроматографія на папері.
46. Сформулювати основні закони і привести кількісні характеристики методу екстракції.
47. Дати визначення поняттю «швидкість екстракції».
48. Провести класифікацію екстракційних процесів. Пояснити практичне застосування методу.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доц., к.т.н., Терещенко О.М.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 18.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 26.05.2023 р.)

---

## Вимоги щодо оформлення розрахунково-графічної роботи

Загальні вимоги. РГР виконується у відповідності до зазначених складових частин з витримуванням необхідних пропорцій.

РГР має бути виконана комп'ютерним набором на одній стороні аркуша А4 (210 x 297мм). Комп'ютерний набір виконується шрифтом Times New Roman розміром шрифту 14 через 1,5 міжрядкових інтервали. Вирівнювання тексту – по ширині рядка. Текст роботи розміщується на сторінці, яка обмежується полями: ліве – 20 мм., праве – 15 мм., верхнє та нижнє – 20 мм. В тексті необхідно робити абзаци стандартом 1,5 см. Нумерація сторінок РГР наскрізна: перша сторінка – титульна, друга – зміст і т.д. Номер сторінки проставляється арабськими цифрами в правому верхньому куті. Титульний аркуш, зміст входять до загальної нумерації, але номер сторінки на них не ставлять. Номери сторінок проставляють, починаючи зі вступу. Таблиці та рисунки, які розташовані на окремих сторінках, включають у загальну нумерацію роботи.

Якщо в роботі є додатки, їх потрібно нумерувати як додатки з посиланнями на них в тексті. В загальний обсяг сторінок РГР додатки не входять.

Мова роботи державна, стиль науковий, чіткий, без орфографічних і синтаксичних помилок, послідовність логічна.

Відповіді на кожне питання, висновки і список посилань у РГР розміщуються у послідовності за змістом та розпочинаються з нової сторінки.

Скорочення загальноновживаних термінів допускається тільки після їх повного викладу. Назви літературних джерел та власні імена наводяться мовою оригіналу.

Оформлення таблиць. Цифровий матеріал як правило оформляється у вигляді таблиць. Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією. Кожна таблиця повинна мати назву, що розміщується над нею та відображає її зміст. Назва таблиці друкується малими літерами (крім першої великої) нежирним шрифтом розміром 14 пт з вирівнюванням по центру з абзацу. В кінці назви таблиці крапка не ставиться. Назва та слово "Таблиця" починається з великої літери. Наприклад, «Таблиця 1- Назва таблиці». При переносі частини таблиці на інший аркуш (сторінку) у верхньому правому кутку над таблицею пишуть, наприклад: "Продовження таблиці 1".

Лівий та правий край таблиці повинен співпадати з межами тексту або таблицю слід розташовувати по центру.

Якщо всі показники таблиці мають однакові одиниці виміру, їх виносять у заголовок таблиці, якщо різні – вказують при написанні назв рядочків/стовпчиків. Позначення одиниць виміру має відповідати вимогам стандарту.

Бажано розміщувати таблицю у тексті без переносу її частин з аркуша на аркуш. Задля цього рекомендується великі таблиці починати з нового аркушу.

Оформлення ілюстрацій. Ілюстрації у РГР (діаграми, графіки, схеми, фотографії, малюнки тощо) повинні мати однаковий підпис: «Рис. 1 – Схема устаткування». Назва друкується нежирним шрифтом розміром 14 пт з вирівнюванням по ширині абзацу. Ілюстрації слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці.

Оформлення формул. Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту у якому вони згадують. Формули або рівняння вирівнюються по центру сторінки відносно тексту без абзацу. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.