



Методи та засоби контролю сировини та матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	4 год лекційних та 6 год лабораторних занять
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/krisenko-tamara-volodimirivna-2.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/krisenko-tamara-volodimirivna-2.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів» – наука про принципи і методи визначення якісного і кількісного складу вихідних речовин та отриманої продукції на промислових виробництвах на основі використання хімічних та фізичних властивостей іонів і молекул за допомогою різноманітних приборів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»** є дослідження теоретичних основ методів аналізу сировини та кінцевого продукту, вдосконалення існуючих та розробка нових методів аналізу, їх практичне використання.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань теоретичних основ методів ідентифікації та кількісного визначення досліджуваних речовин, комплексу умінь та навиків, необхідних для виконання основних хімічних операцій та проведення вимірювань на приборах.

Відповідно до мети, вивчення навчальної дисципліни **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»** вимагає формування у студентів **компетентностей**:

- здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;

- здатність застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»**, студенти після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;
- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

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

Вивчення дисципліни **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»** базується на засадах інтеграції знань, отриманих студентами протягом першого і другого курсу при вивченні дисциплін **«Загальна та неорганічна хімія»**, **«Органічна хімія»**, **«Фізика»**, **«Вища математика»**, **«Аналітична хімія»**. Дисципліна **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»** забезпечує дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Фотометричні методи аналізу.

Тема 2. Хемілюмінесцентний аналіз.

Тема 3. Атомно-емісійний спектральний аналіз.

Тема 4. Хроматографічні методи аналізу.

Тема 5. Методи, які ґрунтуються на взаємодії речовини з магнітним полем.

Тема 6. Мас-спектрометрія.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Бутченко Л.І., Хохотва О.П., Терещенко О.М., Глушко О.В., Крисенко Т.В. Аналітична хімія. Методи якісного хімічного аналізу (теоретичні аспекти та лабораторний практикум): Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 152 с.
2. Слободнюк Р.Є., Горальчук А.Б. Аналітична хімія та аналіз харчової продукції. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 336 с.
3. Слободнюк Р.Є. Курс аналітичної хімії. – Херсон: Олді плюс, 2020. – 256 с.

Допоміжна література

4. Светкіна О.Ю. Фізико-хімічні методи аналізу. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи / О.Ю. Светкіна, О.Б. Нетяга, Г.В. Тарасова. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 30 с.
5. Ларук М. М Інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.

6. Чеботарьов О. М. 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, 2020. – 80 с.
7. Шевряков М.В., Рябініна Г.О., Іванищук С.М., Повстяной М.В. А 64 Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.В. Шевряков, Г.О. Рябініна, С.М. Іванищук, М.В. Повстяной. – Херсон: Олді-плюс, 2017. –516 с.
8. Ларук М. М Інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

9. Союз хіміків України <http://www.chemunion.org.ua/uk/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **«Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»**, 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 і техніки в галузі хімічної технології, прогнозування їх розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочності, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p style="text-align: center;"><i>Тема 1. Вступ. Фотометричні методи аналізу.</i></p> <p>Класифікація методів та засобів контролю сировини та матеріалів. Фотометричні методи аналізу. Походження спектрів поглинання. Способи одержання забарвлених сполук. Закон Бугера-Ламберта-Бера та умови його виконання. Оптимальні умови фотометрування. Способи визначення концентрації забарвлених сполук. <i>Екстракційно-фотометричні методи аналізу.</i></p> <p>Література: [2] С. 205-213; [5] С. 55-66.</p> <p>Завдання на СРС. Нефелометричний та турбодиметричний методи аналізу. Вплив різних чинників на вибір фотометричної реакції. Застосування нефелометричного та турбодиметричного методів аналізу.</p>	4

	<p align="center">Тема 2. Хемілюмінесцентний аналіз.</p> <p>Завдання на СРС. Хемілюмінесцентний аналіз: сутність методу, проведення якісного і кількісного аналізу, основні хемілюмінесцентні реакції. Застосування хемілюмінесцентного аналізу.</p>	
2	<p align="center">Тема 3. Атомно-емісійний спектральний аналіз.</p> <p>Завдання на СРС. Загальні положення атомної спектроскопії. Атомно-емісійний спектральний аналіз. Полуменева фотометрія: методика аналізу та апаратура. Класифікація електрохімічних методів аналізу. Способи атомізації речовини. Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Месбауеровська спектроскопія. Мікрохвильова спектроскопія.</p> <p align="center">Тема 4. Хроматографічні методи аналізу.</p> <p>Класифікація хроматографічних методів аналізу. Хроматографічний пік та його параметри. Класична та кінетична теорії хроматографічного розділення. Адсорбційна хроматографія: загальна характеристика методу, принципові схеми установок, якісний і кількісний аналіз. Іонна хроматографія.</p> <p>Література: [2] С. 222-231; [5] С.161-190.</p> <p>Завдання на СРС. Розподільна хроматографія: зміст методу, якісний і кількісний аналіз. Йонообмінна хроматографія: загальна характеристика методу, класифікація йонітів. Якісний і кількісний аналіз. Гель-хроматографія. Осадова хроматографія. Адсорбційно-комплексоутворююча та окисно-відновна хроматографія. Способи детектування розподільних хроматограм. Види хроматографічних колонок. Метод «свідків». Класифікація гелів.</p> <p align="center">Тема 5. Методи, які ґрунтуються на взаємодії речовини з магнітним полем.</p> <p>Завдання на СРС. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР): загальна характеристика методу, якісний та кількісний аналіз, умова резонансу. Застосування ЯМР. Електронний парамагнітний резонанс.</p> <p align="center">Тема 6. Мас-спектрометрія.</p> <p>Завдання на СРС. Мас-спектрометрія: загальна характеристика методу, якісний і кількісний аналіз, використання мас-спектрометрії., принципова будова мас-спектрометрів. Використання мас-спектрометрії. Радіоактиваційний аналіз.</p>	
	Всього	4

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають:

- ◆ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру з якісного та кількісного аналізу методів та засобів контролю сировини та матеріалів;
- ◆ навчити студентів основним навикам роботи з приладами та сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання аналізу з їх допомогою;
- ◆ навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків та інших видів завдань.

№ з/п	Назва теми лабораторного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Визначення вмісту феруму (III) методом градувального графіка. Література: [6] С. 37-41.	1
2	Аналіз суміші соляної і оцтової кислот у водно-ацетоновому середовищі. Література: [6] С. 53-55.	1
3	Адсорбційне розділення катіонів металів. Література: [6] С. 15-18. Модульна контрольна робота.	2
4	Залік	2
	Всього	6

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 92 % часу вивчення кредитного модуля. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися аналізувати отриману інформацію і використовувати її для вирішення поставлених задач.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Тема 1. Вступ. Фотометричні методи аналізу.</i>		
1	<i>Нефелометричний та турбодиметричний методи аналізу. Вплив різних чинників на вибір фотометричної реакції. Застосування нефелометричного та турбодиметричного методів аналізу. Література: : [8] С. 66-70.</i>	20
<i>Тема 2. Хемілюмінесцентний аналіз.</i>		
2	<i>Хемілюмінесцентний аналіз: сутність методу, проведення якісного і кількісного аналізу, основні хемілюмінесцентні реакції. Застосування хемілюмінесцентного аналізу. Література: [8] С. 39-51.</i>	6
<i>Тема 3. Атомно-емісійний спектральний аналіз.</i>		
3	<i>Загальні положення атомної спектроскопії. Атомно-емісійний спектральний аналіз. Полуменева фотометрія: методика аналізу та апаратура. Класифікація електрохімічних методів аналізу. Способи атомізації речовини. Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Месбауеровська спектроскопія. Мікрохвильова спектроскопія. Література: [8] С. 29-55.</i>	12
<i>Тема 4. Хроматографічні методи аналізу.</i>		
4	<i>Розподільна хроматографія: зміст методу, якісний і кількісний аналіз. Йонообмінна хроматографія: загальна характеристика методу, класифікація йонітів. Якісний і кількісний аналіз. Гель-хроматографія. Осадова хроматографія. Адсорбційно-комплексоутворююча та окисно-</i>	24

	відновна хроматографія. Способи детектування розподільних хроматограм. Види хроматографічних колонок. Метод «свідків». Класифікація гелів. Література: [3] С. 313-349.	
<i>Тема 5. Методи, які ґрунтуються на взаємодії речовини з магнітним полем.</i>		
6	Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР): загальна характеристика методу, якісний та кількісний аналіз, умова резонансу. Застосування ЯМР. Електронний парамагнітний резонанс. Література: [7] С. 372-385.	17
<i>Тема 6. Мас-спектрометрія.</i>		
7	Мас-спектрометрія: загальна характеристика методу, якісний і кількісний аналіз, використання мас-спектрометрії., принципова будова мас-спектрометрів. Використання мас-спектрометрії. Радіоактиваційний аналіз. Література: [8] С. 191-208.	17
8	Написання розрахункової роботи	8
9	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	110

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

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

<https://www.coursera.org/learn/spectroscopy>

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали не передбачено.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти 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 доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача екзамену за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

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 формулювати 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>

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
5	4	120	4	-	6	110	1	1	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання лабораторних робіт (3 робіт);
- написання модульної контрольної роботи;
- написання розрахункової роботи.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Виконання лабораторних робіт:

Необхідними умовами **допуску** студента до лабораторної роботи є:

- наявність протоколу відповідної лабораторної роботи;
- позитивна відповідь на питання вхідного експрес-контролю якості теоретичної підготовки студента до лабораторної роботи (експрес-контроль здійснюється у вигляді усного опитування, що проводиться на початку заняття). В разі невідповідності даним умовам студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за виконання всіх лабораторних робіт дорівнює:

$$5 \text{ балів} \cdot 3 = 15 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Робота виконана в повній мірі (відносна похибка визначення $\delta \leq 3\%$, відповідне оформлення (вчасно представлені протокол і розрахунки)).	5
Незначні недоліки у виконанні (відносна похибка визначення $3 < \delta \leq 5\%$, у оформленні є певні недоліки (вчасно представлений протокол і з деяким запізненням розрахунки)).	4
Грубі недоліки у виконанні (робота виконана з грубими помилками, відносна похибка визначення $5 < \delta \leq 8\%$, невідповідне оформлення (невчасно представлені протокол і розрахунки)).	3
Невиконання завдання (Робота не виконана (відносна похибка експерименту $\delta > 8\%$)).	2-0

2. Написання модульної контрольної роботи:

Максимальна кількість балів за написання модульної контрольної роботи дорівнює 55 балів.

Критерії оцінювання	Бали
«відмінно», повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації)	55-52
«добре», неповне розкриття одного з питань (не менше 75 % потрібної інформації)	51-39
«задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації)	38-29
незадовільна робота (не відповідає вимогам на «задовільно»).	28-0

3. Написання розрахункової роботи:

Максимальна кількість балів за написання розрахункової роботи 30 балів.

Бали	Критерії оцінювання
30-28	"відмінно" - робота виконана акуратно, в повному обсязі, відповіді обґрунтовані, наведені приклади та рівняння хімічних реакцій, про які йдеться мова у питанні
27-23	"добре" - теоретичні питання та розрахунки містять незначні недоліки (або робота здана з деяким запізненням від встановленого терміну)
22-18	"задовільно" - відсутні відповіді на 1-2 питання або теоретичні питання та розрахунки викладено з певними помилками (або робота здана зі значним запізненням від встановленого терміну)
17-0	"незадовільно" - завдання не виконане або є грубі помилки, роботу не зараховано

Таким чином, сума рейтингових балів складає:

$$R_c = 15 + 55 + 30 = 100.$$

Умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт, усіх контрольних робіт, розрахункової роботи.

Для отримання заліку з кредитного модуля **«автоматом»** потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R_c , а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються, окрім балів за розрахункову роботу.

4. Залікова контрольна робота оцінюється із 70 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з чотирьох завдань (запитань): двох теоретичних, одного завдання (запитання) з лабораторних робіт та задачі. Кожне теоретичне завдання (запитання) і завдання (запитання) з лабораторного курсу оцінюється у 15 балів, а задача – в 25 балів. Перелік теоретичних запитань залікової контрольної роботи наведено в Розділі 9.

Критерії оцінювання теоретичних запитань та запитань з лабораторних робіт

Бал	Повнота відповіді
15	«відмінно», повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації)
14	«дуже добре», повна відповідь з незначними неточностями (не менше 85 % потрібної інформації)
13	«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації)
12-11	«задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації)
10-9	«достатньо», неповна відповідь з певними помилками (не менше 60 % потрібної інформації)
8-0	незадовільна робота (не відповідає вимогам на «достатньо»).

Критерії оцінювання розв'язання задачі

Бал	Повнота відповіді
25-23	«відмінно», повне безпомилкове розв'язування задачі (не менше 95 % потрібної інформації)
22-20	«дуже добре», повна відповідь з незначними неточностями (не менше 85 % потрібної інформації)
19-17	«добре», повне розв'язування задачі з несуттєвими неточностями (не менше 75 % потрібної інформації)
16	«задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації)
15	«достатньо», неповна відповідь з певними недоліками (не менше 60 % потрібної інформації)
14-0	незадовільна робота (не відповідає вимогам на «достатньо»).

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих рейтингових балів R_c переводиться згідно з таблицею:

Бали: автомат (лабораторні заняття + МКР+РР) або залік: залікова контрольна робота	Оцінка
100...95	відмінно
94...85	дуже добре

84...75	добре
74...65	задовільно
64...60	достатньо
R<60 балів	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань до заліку з дисципліни «Методи та засоби контролю сировини та матеріалів»

1. Розкрити зміст фотоколориметричного аналізу.
2. Розкрити зміст поняття хромофори, ауксохромні, батохромний та гіпсохромний зсуви.
3. Вивести закон Бугера-Ламберта-Бера. Навести умови його використання.
4. Представити будову приладів для фотометричного аналізу.
5. Розкрити зміст нефелометричного і турбідиметричного аналізу.
6. Представити прилади для нефелометричного і турбідиметричного аналізу.
7. Охарактеризувати умови, які висуваються до зависей.
8. Представити спектри поглинання. Пояснити природу поглинання світла речовиною. Привести рівняння Планка.
9. Охарактеризувати типи збудження атомно-емісійного спектрального аналізу.
10. Розкрити зміст полуменевої фотометрії. Пояснити проведення вимірювань та представити апаратуру.
11. Розкрити зміст хемілюмінесцентного аналізу.
12. Навести основні хемілюмінесцентні реакції.
13. Пояснити, як проводять кількісне визначення хемілюмінесцентного аналізу, Представити прилади для даного методу.
14. Представити класифікацію електрохімічних методів аналізу.
15. Розкрити зміст хроматографічного методу аналізу.
16. Представити якісний та кількісний хроматографічний аналіз.
17. Розкрити зміст іонообмінної хроматографії.
18. Представити класифікацію іонообмінних сорбентів, навести приклади.
19. Дати визначення поняттю обмінна ємність, описати її види та представити розрахункові формули.
20. Розкрити зміст адсорбційної хроматографії.
21. Розкрити зміст осадової хроматографії.
22. Розкрити зміст розподільної хроматографії.
23. Розкрити зміст окисно-відновної хроматографії.
24. Розкрити зміст адсорбційно-комплексоутворюючої хроматографії.
25. Розкрити зміст гель-хроматографії.
26. Пояснити сутність ЯМР-спектроскопії, навести умови резонансу.
27. Пояснити зміст поняття хімічний зсув, представити його розрахунок та схему ЯМР-спектрометра.

28. Розкрити зміст мас-спектрометричного аналізу. Вказати способи іонізації і типи детекторів. Пояснити проведення якісного та кількісного аналізу.
29. Класифікація мас-спектрометрів. Представити схему мас-спектрометра.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Крисенко Т.В.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 23.05.2024)

Погоджено Методичною комісією

інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 28.06.2024)