



Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Навчально-науковий інститут менеджменту, харчових  
технологій та торгівлі  
Кафедра харчових технологій та екології  
**СИЛАБУС**

**ОК 22 – Методи аналізу сировини та продукції харчових  
виробництв (з основами загальної та аналітичної хімії)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. ННІ МХТТ

*Лашук* Лашук О.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 23 » 05 2024 р.

Розробник (-и): Челябієва В.М., зав. каф. харчових технологій та екології, кандидат технічних наук, доцент  
*Ч*  
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни обговорено на засіданні кафедри харчових технологій та екології

Протокол від « 16 » 05 2024 р. № 5

Узгоджено з гарантом освітньої програми: *Ч* Челябієва В.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**1. Загальна інформація про дисципліну.**

Тип дисципліни	Обов'язкова
Мова викладання	українська
Рік навчання та семестр	1-ий рік навчання (1 та 2 семестр) освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Викладач (-і)	Челябієва Вікторія Миколаївна, зав. каф.-доцент, кандидат технічних наук
Профайл викладача (-ів)	<a href="https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=mhWV8h8AAAAJ">https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=mhWV8h8AAAAJ</a>
Контакти викладача	vika.chl@ukr.net

**2. Анотація курсу.** Освітня компонента «Методи аналізу сировини та продукції харчових виробництв (з основами загальної та аналітичної хімії)» передбачає вивчення теоретичних основ аналізу сировини та готової продукції харчових виробництв, експрес-методів аналізу, найбільш вживаних хімічних та інструментальних методів аналізу сировини та продукції. Вивчення дисципліни дозволить майбутнім фахівцям у галузі харчових технологій сформуванати компетентності щодо організації та проведення контролю якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та готових харчових продуктів із застосуванням сучасних методів; навички проводити дослідження в умовах спеціалізованих лабораторій для вирішення прикладних задач; набути вміння визначати відповідність показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції нормативним вимогам за допомогою сучасних методів аналізу.

**3. Мета та цілі курсу.** Метою викладання освітньої компоненти «Методи аналізу сировини та продукції харчових виробництв (з основами загальної та аналітичної хімії)» є набуття базових знань про хімічні та інструментальні методи аналізу, правила підготовки проб для аналізу, набуття вміння правильно підібрати метод, придатний для отримання релевантних результатів.

Під час вивчення освітньої компоненти здобувач вищої освіти набуває:

*загальні компетенції:*

K01. Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.;

K07. Здатність працювати в команді;

K08. Здатність працювати автономно;

*фахові компетентності:*

K15. Здатність впроваджувати у виробництво технології харчових продуктів на основі розуміння сутності перетворень основних компонентів продовольчої сировини впродовж технологічного процесу;

K17. Здатність організувати та проводити контроль якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та харчових продуктів із застосуванням сучасних методів.

**4. Результати навчання.** Під час вивчення дисципліни здобувач вищої освіти досягає або вдосконалює програмні результати навчання, передбачені освітньою програмою, а саме:

ПР01. Знати і розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі харчових технологій.

ПР05. Знати наукові основи технологічних процесів харчових виробництв та закономірності фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень основних компонентів продовольчої сировини під час технологічного перероблення.

ПР07. Організувати, контролювати та управляти технологічними процесами переробки продовольчої сировини у харчові продукти, у тому числі із застосуванням технічних засобів автоматизації і систем керування.

ПР11. Визначати відповідність показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції нормативним вимогам за допомогою сучасних методів аналізу (або контролю).

ПР18. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень, що виконуються індивідуально та/або у складі наукової групи.

ПР19. Підвищувати ефективність роботи шляхом поєднання самостійної та командної роботи.

**5. Пререквізити.** Вивчення курсу потребує базових знань з хімії за програмою загальноосвітньої школи.

#### **6. Обсяг курсу.**

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	52 годин
Лабораторні роботи	48 годин
Самостійна робота	200 годин
Індивідуальне завдання – розрахункова робота	
Всього кредитів –	10

Форма проведення занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота з використанням системи дистанційного навчання Moodle та літератури.

## **7. Тематика курсу.**

### **Змістовний модуль 1. Теоретичні основи загальної та аналітичної хімії.**

#### **Тема 1 Основні поняття і закони методів аналізу**

Моль як міра кількості речовини, молярна маса. Поняття хімічного еквіваленту. Основні стехіометричні закони (закон збереження маси і енергії, закон Авогадро, закон еквівалентів). Класи неорганічних сполук. Номенклатура неорганічних сполук.

#### **Тема 2 Розчини**

Поняття про розчини. Газоподібні, рідкі та тверді розчини. Водні розчини. Механізм їх утворення. Природа міжмолекулярної взаємодії в рідких розчинах. Склад розчинів. Розчинність. Фактори, що впливають на розчинність. Розчинність твердих речовин, рідин і газів у рідинах. Тиск насиченої пари. Математичний вираз закону Рауля. Ізотонічний коефіцієнт. Зміна температури кипіння і замерзання розчинів. Другий закон Рауля. Ебуліоскопічна і криоскопічна константи. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Рівняння дисоціації кислот, основ, солей. Поняття активності та коефіцієнта активності йонів у розчині,  $pK_a$ ,  $pK$ ,  $pH$ ,  $pOH$ . Розчини слабких електролітів. Ступінь дисоціації. Константа дисоціації слабких електролітів та її зв'язок із ступенем дисоціації. Закон розведення Оствальда. Реакції в розчинах електролітів. Вода як слабкий електроліт. Йонний добуток води. Водневий і гідроксильний показники та оцінювання середовища розчину. Явище гідролізу солей. Типи гідролізу, поняття про ступінь гідролізу солей. Середовище розчинів солей, що гідролізуються. Зміщення положення хімічної рівноваги процесу гідролізу за правилом Ле-Шательє. Явище повного гідролізу. Буферність розчинів. Відхилення від законів Вант-Гоффа і Рауля в розчинах електролітів. Коефіцієнт Вант-Гоффа, його фізичний зміст. Основні положення теорії сильних електролітів Дебая-Хюккеля. Активність електролітів, йонна сила розчинів. Закон діючих мас. Типи констант хімічної рівноваги та їх застосування. Хімічна рівновага в гетерогенних реакціях і її використання в аналізі. Застосування закону діючих мас до гетерогенних систем. Поняття добутку розчинності осадів та їх розчинності із врахуванням активності йонів електролітів.

#### **Тема 3 Дисперсні системи**

Класифікація дисперсних систем: за розмірами частинок дисперсної фази, агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища, характером взаємодії між дисперсною фазою і середовищем, механічними властивостями. Дисперсна фаза, дисперсне середовище. Колоїдний стан речовини. Будова міцели. Одержання дисперсних систем методами фізичної і хімічної конденсації. Поняття про колоїдні системи. Ознаки колоїдного стану. Місце колоїдних систем серед дисперсних. Поширення колоїдних систем у природі та їх значення в харчовій промисловості. Основні особливості колоїдного стану: гетерогенність, висока дисперсність, велика площа питомої поверхні. Сучасний погляд на колоїдний стан речовин. Колоїдні системи як гетерогенні термодинамічні нерівноважні системи, що не підлягають правилу фаз. Надлишок поверхневої (вільної) енергії як причина термодинамічної (агрегативної) нестійкості переважного числа колоїдних систем. Молекулярні та йонні стабілізатори, їх роль у наданні колоїдній системі тимчасової стійкості.

#### **Тема 4 Окисно-відновні процеси**

Загальні поняття про окисно-відновні процеси. Ступінь окиснення елемента в сполуці і правила його визначення. Процеси окиснення і відновлення. Типові окисники та відновники. Основні принципи складання рівнянь окисно-відновних реакцій методом електронного балансу. Вплив реакції середовища на проходження окисно-відновних реакцій. Поняття про реакції окиснення й відновлення на електродах, стандартні електродні потенціали. Електродний потенціал, фізико-хімічна сутність подвійного електричного шару. Ряд напруг металів. Рівняння Нернста. Основні уявлення про індикаторні електроди та електроди зрівняння. Окисно-відновний потенціал. Електроліз як спосіб одержання хімічних елементів та чистих речовин. Типи електролізу. Катодні та анодні процеси електролізу водних розчинів

солей. Закони Фарадея. Використання окисно-відновних реакцій у технологічних процесах харчових підприємств.

#### **Тема 5 Комплексні сполуки**

Координаційна теорія Альфреда Вернера. Класифікація комплексів і лігандів. Номенклатура комплексних сполук. Закон діючих мас у розчинах комплексних сполук. Практичне значення комплексних сполук.

#### **Тема 6 Методи аналізу сировини та готової продукції харчових виробництв**

Класифікація методів аналізу. Хімічні реакції в якісному хімічному аналізі. Хімічні реактиви. Аналітичний сигнал. Аналітичний процес. Обладнання і техніка виконання якісного аналізу. Хімічні тест-методи аналізу. Тест-форми та способи вимірювання аналітичного сигналу.

#### **Тема 7 Вимоги до методів аналізу. Пробовідбір та пробопідготовка.**

Метрологічні характеристики методів аналізу та вимоги до них: правильність, відтворюваність, збіжність, точність, селективність (вибірковість), експресність. Відбір і підготовка проб до аналізу. Подрібнення та усереднення проб. Переведення речовин у розчин. Аналіз невідомої речовини. Методи розділення і концентрування. Сорбція. Екстракція.

#### **Тема 8 Похибки результатів аналізу.**

Джерела похибок, їх класифікація. Систематичні похибки. Випадкові похибки, їх оцінювання. Визначення величини достовірного інтервалу. Порівняння достовірності різних методів. Визначення промахів вимірювання.

### **Змістовний модуль 2. Методи аналізу сировини та продукції харчових виробництв**

#### **Тема 9 Гравіметричний (ваговий) аналіз**

Сутність вагового методу та сфери його застосування. Основні вимоги до осаджуваної та вагової форми осаду. Оптимальні умови одержання кристалічних та аморфних осадів у гравіметрії. Реакції осадження. Техніка роботи та обчислення у гравіметрії. Приклади гравіметричних визначень. Використання методу для визначення вологості та зольності у харчових продуктах.

#### **Тема 10 Теоретичні основи титриметричних методів аналізу**

Класифікація методів титриметрії та вимоги до їх базових реакцій і вихідних речовин. Поняття про процес титрування. Стандартні та стандартизовані розчини. Робочі титровані розчини. Принципи розрахунків у титриметрії та основні причини похибок. Класифікація методів об'ємного аналізу за способом титрування і типом реакцій, що застосовуються. Точка еквівалентності, її визначення за допомогою кривих титрування і індикаторів.

#### **Тема 11. Методу кислотно-основного титрування (нейтралізації).**

Метод нейтралізації, його сутність і можливості. Робочі розчини та індикатори методу нейтралізації. Криві кислотно-лужного титрування. Вибір індикатору для титрування. Помилки титрування. Практичне застосування методу нейтралізації для аналізу сировини та продукції харчових виробництв.

#### **Тема 12 Окисно-відновні методи об'ємного кількісного аналізу – редоксиметрія**

Застосування окисно-відновних реакцій у кількісному аналізі. Реакції окиснення-відновлення. Загальна характеристика. Окислювально-відновний потенціал. Рівняння Нернста. Окислювальний потенціал і напрям окиснення-відновлення. Константа рівноваги окислювально-відновної реакції. Вплив рН на глибину проходження окислювально-відновних реакцій в аналізі. Редоксиметрія. Індикатори редоксиметрії. Перманганатометрія. Особливості і сфери застосування методу. Робочі і стандартні розчини перманганатометрії. Встановлення нормальності калій перманганату за оксалатною кислотою. Застосування перманганатометрії для аналізу сировини та продукції харчових виробництв.

Йодометрія. Особливості і сфери застосування методу. Робочі, стандартні і допоміжні розчини йодометрії. Крохмаль як індикатор. Встановлення нормальності натрій тіосульфату за калій дихроматом. Застосування йодометрії для аналізу сировини та продукції харчових виробництв.

### **Тема 13 Комплексонометрія**

Комплексонометрія як універсальні ліганди металів. Індикатори комплексонометрії. Приготування робочого розчину ЕДТА. Використання комплексонометрії для трилонометричного титрування, металохромні індикатори та вимоги до них. Приклади застосування комплексонометрії для визначення твердості води, концентрації макроелементів у сировині та продукції харчових виробництв.

### **Тема 14 Методи осадження**

Осадження іонів як спосіб їх аналітичного визначення. Вимоги до реакцій в осаджувальному титруванні. Робочі розчини та вихідні речовини в методах аргентометрії і роданометрії. Особливості методів визначення галогенідів методами осаджувального титрування. Поняття про індикатори на прикладі визначення хлоридів методами Мора та Фольгарда.

### **Тема 15 Електрохімічні методи аналізу.**

Потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія, вольтамперометрія, електрогравіметрія. Обладнання, сутність методу, підготовка до аналізу, стандартні та робочі розчини. Способи обчислення результатів аналізу. Сфера та приклади застосування методів для аналізу якості сировини і готової продукції у харчовій промисловості.

### **Тема 16 Оптичні методи аналізу.**

Рефрактометрія. Колориметрія. Нефелометрія. Турбидиметрія. Оптична густина та пропускання розчинів. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Молярний коефіцієнт світлопоглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання. Спектр поглинання, вибір оптимальної довжини хвилі за спектром поглинання. Способи вимірювання оптичної густини. Визначення концентрації речовини методами калібрувального графіка, методом порівняння зі стандартом, методом добавок. Сфера та приклади застосування методів для аналізу якості сировини і готової продукції харчових виробництв.

### **Тема 17 Хроматографічні методи аналізу.**

Хроматографічні методи аналізу, теоретичні основи. Класифікація методів за механізмом розділення, агрегатним станом та за технікою розділення. Застосування хроматографічних методів. Паперова хроматографія. Тонкошарова хроматографія. Іонообмінні смоли, катіоніти, аніоніти. Іонообмінна хроматографія. Газова хроматографія. Газо-рідинна хроматографія, високоефективна рідинна хроматографія. Якісний та кількісний аналіз хроматограм. Прилади і техніка виконання аналізу. Поняття про гібридні методи аналізу, хромато-маспектроскопія. Застосування для аналізу якості сировини і готової продукції харчових виробництв.

### **Тематика лабораторних занять.**

1. Хімічні основи тест-систем: характерні реакції катіонів.
2. Хімічні основи тест-систем: характерні реакції аніонів. Аналіз невідомої речовини.
3. Розчини. Приготування і визначення концентрації розчину.
4. Буферні розчини. Визначення активної кислотності.
5. Вивчення піноутворювання, драглеутворювання та емульгування.
6. Гравіметрія. Визначення сульфатів у вигляді барій сульфату. Визначення величини достовірного інтервалу.
7. Приготування розчину розчину HCl з фіксаналу. Визначення вмісту натрій гідрогенкарбонату в питній соді.
8. Перманганатометрія. Приготування вихідних і робочих розчинів. Визначення нітритів.
9. Йодометрія. Приготування вихідних і робочих розчинів. Визначення вмісту міді (II) у розчині.
10. Комплексонометрія. Визначення загальної твердості води.
11. Визначення концентрації невідомого розчину рефрактометричним методом.
12. Фотометричний аналіз. Визначення вмісту міді (II) у розчині.
13. Поділ і виявлення катіонів III аналітичної групи способом осадкової хроматографії.

### Тематика самостійної роботи.

1. Самостійне опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до лабораторних робіт.
3. Підготовка до поточних контрольних робіт.
4. Виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи).
5. Самостійне опрацювання окремих питань: Портативні експрес-лабораторії для аналізу харчових продуктів. Підготовка проби до аналізу та систематичний аналіз речовини. Вплив однойменних йонів на розчинність осадів. Розчинність осадів у кислотах. Розчинність осадів при утворенні комплексів. Похибки гравіметричних визначень та їх оцінка. Розрахунок та способи визначення рН розчинів (наближене визначення рН, безбуферні методи визначення рН, буферний метод визначення рН). Повірка місткості мірного посуду. Метод нейтралізації: помилки титрування. Редокс-потенціал: вплив на його величину температури, концентрації реагуючих речовин. Джерела похибок окисно-відновних визначень. Титриметричні методи осадження. Застосування комплексоутворення в якісному і кількісному аналізі. Хелати. Люмінесцентний метод аналізу. Застосування біохімічних, мікробіологічних та імунологічних експрес-методів аналізу.
6. Підготовка до диференційного заліку (1 семестр) підготовка до екзамену (2 семестр).

### 8. Система оцінювання та вимоги.

<b>Загальна система оцінювання курсу</b>	Оцінка за семестр складається з оцінки за виконання лабораторних робіт; розрахункову роботу; поточні контролю; залік або іспит
<b>Вимоги до РГР, КР, КП тощо</b>	Розрахункова робота має бути виконана у встановлені терміни, У розрахунковій роботі, кожне завдання має містити умову і розв'язання завдання, яке має бути записане в логічній послідовності.
<b>Практичні (лабораторні) заняття</b>	Виконане завдання кожної лабораторної роботи оформлюється і здається викладачу у встановлені терміни у вигляді звіту, який має містити тему роботи, мету, короткі теоретичні відомості за темою роботи, експериментальну частину з необхідними розрахунками, графіками, таблицями тощо, висновок.
<b>Умови допуску до підсумкового контролю</b>	Виконання усіх передбачених видів навчальної роботи (лабораторних робіт, розрахункової роботи, перевірочних поточних контрольних робіт) і наявність не менше 25 балів набраних за семестр за усі види роботи.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
<b>Семестр 1.</b>		
1	Виконання практичних завдань на лабораторних роботах і оформлення звіту	20 балів (4 бали * 5 завдань)
2	Перевірочна поточна контрольна робота	20 балів (10 балів* 2 роботи)
3	Розрахункова робота	20 балів (10 завдань*2 бали)
<b>Усього поточний і проміжний модульний контроль</b>		60 балів
<b>Семестровий контроль (диференційований залік)</b>		40 балів
<b>Разом</b>		<b>0...100</b>

<b>Семестр 2.</b>		
<b>1</b>	Виконання практичних завдань на лабораторних роботах і оформлення звіту	28 балів (4 бали * 7 завдань)
<b>2</b>	Перевірочна поточна контрольна робота	12 балів (12 балів * 1 робота)
<b>3</b>	Розрахункова робота	20 балів (10 завдань*2 бали)
<b>Усього поточний і проміжний модульний контроль</b>		60 балів
<b>Семестровий контроль (Екзамен)</b>		40 балів
<b>Разом</b>		<b>0...100</b>

### Шкала оцінювання результатів навчання

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (диференційований залік)	
		для екзамену (диференційованого заліку), курсового проєкту (роботи), практики, атестації	для заліку
90 – 100	<b>A (відмінно)</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B (дуже добре)</b>	добре	
75-81	<b>C (добре)</b>		
66-74	<b>D (задовільно)</b>		
60-65	<b>E (достатньо)</b>	задовільно	
0-59	<b>FX (незадовільно)</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання

### 9. Політика курсу

До заліку або іспиту допускається здобувач вищої освіти, який виконав усі передбачені види робіт (лабораторні завдання, розрахункову роботу, перевірочні поточні контрольні роботи) і набрав не менше 25 балів за семестр за усі види робіт.

*Політика відпрацювання.* Лабораторні заняття, які здобувач пропустив, відпрацьовуються шляхом виконання індивідуальних завдань, які видає викладач здобувачу за темою пропущеного заняття.

*Політика перезарахування.* Курс «Методи аналізу сировини та продукції харчових виробництв (з основами загальної та аналітичної хімії)» може бути перезарахований, якщо здобувач вивчав цей курс (або подібний курс, що формує передбачені курсом «Методи аналізу сировини та продукції харчових виробництв (з основами загальної та аналітичної хімії)» програмні результати навчання) в іншому навчальному закладі. Також можуть бути перезараховані окремі лабораторні роботи або теми курсу, якщо здобувач отримав відповідні компетентності шляхом інформальної/неформальної освіти. Перезарахування відбувається відповідно до «Порядку визначення академічної різниці та перезарахування навчальних дисциплін в НУ Чернігівська політехніка».

*Політика академічної доброчесності.* Списування звітів лабораторних робіт, контрольних робіт, списування під час заліку або іспиту не допускається. У разі списування здобувач не отримує бали за списану лабораторну роботу або контрольну роботу, залік, іспит і, як наслідок, відбувається повторне проходження оцінювання (лабораторна робота, екзамен тощо) відповідно до Кодексу академічної доброчесності Національного університету «Чернігівська політехніка».

## 10. Рекомендована література.

1. Циганок Л.П. 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. – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О. Гончара, 2014. – 252 с.
2. Мінаєва В.О., Нінова Т.С. Аналіз об'єктів навколишнього середовища: навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. Чабаненко Ю.А., 2020. – 266 с.
3. Чеботарьов О.М., Гузенко О.М., Снігур Д.В. Сучасні методи пробопідготовки речовин та матеріалів до аналізу. – Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2020. – 40 с.
4. Посібник до вивчення курсу «Експресні методи аналізу»/ Ф.О. Чміленко, С.М. Худякова. – Д.:РВВДНУ, 2021. – 24 с.
5. Челябієва В.М. Аналітична хімія. Навчальний посібник / В.М Челябієва., О.І.Сиза, О.Л. Гуменюк – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т., 2015. – 199с.
6. Linden G. Analytical Techniques for Foods and Agricultural Products, 1995.– 608 с.

