


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
КАФЕДРА БІОЛОГІЇ

“ ЗАТВЕРДЖУЮ ”

Гарант освітньої програми

 Ірина ЛЕОНТЮК

 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Освітній рівень: початковий (короткий цикл)
Галузь знань: 09 Біологія
Спеціальність: 091 Біологія
Освітня програма: Біологія
Факультет: Плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Умань 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Аналітична хімія» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 091 *Біологія* освітньої програми *Біологія*. – Умань: Уманський НУС, 2022. – 19 с.


Розробник: *Ляховська Н.О., викладач*

 *Неля ЛЯХОВСЬКА*

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біології

Протокол від «29» 08 2022 р. № 1


Завідувач кафедри біології

 *Лариса РОЗБОРСЬКА*

«29» 08 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету плодоовочівництва, екології і захисту рослин

Протокол від «31» 08 2022 р. № 1

Голова  *Андрій ТЕРНАВСЬКИЙ*

„31” 08 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень, назва освітньої програми	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 09 – біологія	Вибіркова
Модулів – 2	Спеціальність: 091 Біологія	Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		2-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр
		1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студента – 6,0	Освітній рівень: початковий (короткий цикл) Освітня програма: «Біологія»	Лекції
		30 год.
		Практичні, семінарські
		- год.
		Лабораторні
		30 год.
		Самостійна робота
90 год		
	Вид контролю – залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів системи знань і умінь, необхідних для їх інноваційної діяльності в цій галузі науки і практики, продукування нових ідей, виконання науково-дослідної функції.

Завдання: формування у студентів глибоких теоретичних знань і практичних умінь із аналітичної хімії для розуміння можливості та доцільності застосування методів аналізу біологічних об'єктів. У результаті вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія» студенти повинні знати теоретичні основи аналітичних досліджень; методи, способи, методики проведення хімічного експерименту; принципи класифікації катіонів та аніонів; якісні аналітичні реакції йонів; фізико-хімічні методи дослідження речовин і сумішей; закономірності, покладені в основу фізико-хімічних методів дослідження. На підставі набутих знань та виконання досліджень студенти повинні вміти проводити хімічний експеримент згідно методичних вказівок та пояснення викладача; складати рівняння аналітичних реакцій в молекулярному і йонному вигляді; підбирати оптимальні умови проведення аналітичних реакцій; користуватися приладами для проведення фізико-хімічних досліджень; застосовувати систематичний хід аналізу сумішей йонів; визначати кількісний склад сумішей.

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки здобувачів вищої освіти.

Навчальна дисципліна «Аналітична хімія» є вибірковою, але дуже важливою у підготовці фахівців-біологів. вона тісно пов'язана з органічною хімією, біохімією, фізичною та колоїдною хімією та іншим природничими науками.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово;

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК10. Здатність працювати в команді.

Фахові компетентності:

СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК04. Здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.

СК07. Здатність до аналізу будови, функцій, процесів життєдіяльності, онто-

та філогенезу живих організмів.

Програмні результати навчання:

ПР03. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.

ПР05. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Предмет і методи якісного аналізу

Тема 1. Вступ. Предмет і завдання аналітичної хімії.

Поняття про хімічні, фізичні та фізико-хімічні методи аналізу. Роль аналітичної хімії в здійсненні контролю за якістю сировини, продуктів, допоміжних матеріалів, відходів, стічних вод, охорони навколишнього середовища та сертифікації продукції, а також у контролі технологічних процесів.

Тема 2. Поняття про якісний аналіз.

Хімічні та інструментальні методи аналізу. Експресивність, точність, чутливість, відтворюваність аналізу. Техніка проведення аналізу. Техніка безпеки. Посуд та реактиви. Макро-, мікро-, напівмікро- та ультрамікроаналіз. Підготовка та приготування робочих розчинів. Методи очищення. Поняття про реактиви та реагенти.

Змістовий модуль 2. Теоретичні основи якісного аналізу

Тема 3. Розчин як середовище проведення реакцій між іонами

Поняття про аналітичні реакції кислотно-основної взаємодії, осадження, окиснення-відновлення, комплексоутворення. Протолітична теорія Бренстеда - Лоурі. Сила протолітів- кислот та основ. Стан рівноваги у розчинах сильних та слабких кислот і основ. Використання явищ гідролізу та амфотерності в аналітичній хімії. Теоретичні основи осадження малорозчинних сполук. Правило добутку розчинності та його використання в практиці хімічного аналізу. Фактори, що впливають на розчинність осадів - сольовий ефект, присутність однойменних іонів, рН розчину, процеси окиснення-відновлення, комплексоутворення та ін. Використання реакцій осадження для розділення, концентрування та визначення різних сполук.

Тема 4. Завдання та можливості хімічного якісного аналізу

Поняття про аналітичні реакції. Вимоги до аналітичних реакцій у якісному аналізі. Зовнішні ознаки аналітичних реакцій, їх характеристика (специфічність, селективність, чутливість) та особливості умов виконання. Поняття про дробний та систематичний аналіз. Принципи аналітичної класифікації катіонів та аніонів, поняття про групові реактиви. Хід якісного аналізу суміші іонів.

Дія найважливіших групових, селективних та специфічних реагентів на основні біогенні **катіони** (NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Si^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+) та **аніони** (SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , MoO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^-).

Загальні принципи аналізу суміші катіонів; попередні дослідження та дробний аналіз. Систематичний аналіз суміші катіонів.

Змістовий модуль 3. Теоретичні та експериментальні основи кількісного аналізу. Гравіметрія

Тема 5. Теоретичні та експериментальні основи кількісного аналізу

Принципи кількісного аналізу, його значення та перспективи розвитку. Класифікація методів: хімічні (гравіметричний, Титриметричний), фізичні та фізико-хімічні. Способи та одиниці вираження концентрації реагентів, їх

кількості та співвідношення між ними. Приклади розрахунків у кількісному аналізі. Математична обробка результатів аналізу.

Хімічна рівновага в гетерогенних реакціях і її використання в аналізі. Поняття добутку розчинності осадів та їх розчинності із врахуванням активності іонів електролітів. Фактори, що впливають на повноту осадження іонів з розчину.

Хімічна рівновага в гомогенних системах. Водневий і гідроксильний показники, їх вплив на проведення аналітичних досліджень.

Тема 6. Основи гравіметрії

Осади та їх властивості; кристалічні і аморфні осади. Поняття про співосадження, адсорбцію та оклюзію в осадах. Умови отримання чистих осадів. Вимоги до осаджуваної та вагової форм осаду в гравіметрії і особливості їх забезпечення; типова послідовність операцій та прийоми обробки осадів. Зважування осадів і точність методів гравіметрії. Органічні осаджувані. Переваги та недоліки гравіметрії. Техніка роботи та обчислення результату в гравіметричному аналізі.

Змістовий модуль 4. Титриметричний (об'ємний) аналіз.

Фізико-хімічні методи аналізу

Тема 7. Об'ємний аналіз

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. Критерії оцінки можливості застосування титриметрії для проведення аналізу об'єктів сільськогосподарського призначення.

Метод кислотно-основного титрування (нейтралізації). Основні положення методу, області його використання. Первинні стандартні та стандартизовані розчини кислот і лугів. Розрахунок та будова кривих титрування кислот і основ, визначення точки нейтральності. Поняття точки еквівалентності та кінцевої точки титрування.

Застосування індикаторів у методі кислотно-основного титрування. Показник титрування індикатора. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування кислот і лугів. Розрахунок похибок кислотно-основного титрування.

Методи окисно-відновного титрування (редоксметрії). Кількісна оцінка повноти перебігу окисно-відновних реакцій; принципи розрахунку електрорушійної сили та константи рівноваги для них. Вплив рН на глибину перебігу окисно-відновних реакцій. Типові стандартні розчини окисників та відновників. Особливості приготування титрованих розчинів у редоксметрії. Індикатори в методах окисно-відновного титрування.

Методи комплексоутворення. Використання комплексних сполук в кількісному аналізі. Рівновага в розчині комплексних сполук, поняття про константи стійкості та нестійкості комплексного іону. Комплексоутворення. Загальні властивості комплексонів та комплексонатів. Використання комплексону III

для трилонометричного титрування; металохромні індикатори та вимоги до них. Приклади застосування комплексонометрії для визначення загальної твердості води, концентрації макро- та мікроелементів.

Методи осаджувального титрування. 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 8. Фізико-хімічні методи аналізу

Оптичні методи дослідження: рефрактометричний і поляриметричний методи. Кількісні визначення у контролі харчових виробництв. Хроматографічні методи аналізу. Теоретичні основи, класифікація методів за механізмом розділення, агрегатним станом та технікою розділення. Застосування хроматографічних методів.

Physico-chemical methods of analysis. Optical research methods: refractometric and polarimetric methods. Quantitative determinations in the control of food production. Chromatographic methods of analysis. Theoretical foundations, classification of methods by separation mechanism, aggregate state and separation technique. Application of chromatographic methods.

4. Орієнтовна структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						Заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.	Інд. р.		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Модуль 1.											
Змістовий модуль 1. Предмет і методи якісного аналізу											
Тема 1. Вступ. Предмет і завдання аналітичної хімії	4	2			2						
Тема 2. Поняття про якісний аналіз	10	2			8						
Разом за змістовим модулем 1	14	4			10						
Змістовий модуль 2. Теоретичні основи якісного аналізу											
Тема 3. Розчини як середовище проведення реакцій між іонами	16	4			12						
Тема 4. Завдання та можливості якісного хімічного аналізу	26	2		12	12						
Разом за змістовим модулем 2	42	6		12	24						
Модуль 2.											
Змістовий модуль 3. Теоретичні та експериментальні основи кількісного аналізу. Гравіметрія											

Тема 5. Теоретичні, експериментальні основи кількісного аналізу	9	1		8						
Тема 6. Основи гравіметрії	9	1		8						
Разом за змістовим модулем 3	18	2		16						
Змістовий модуль 4. Титриметричний (об'ємний аналіз). Фізико-хімічні методи аналізу										
Тема 7. Об'ємний аналіз	40	10		12	18					
Тема 8. Фізико-хімічні методи аналізу. <i>Physico-chemical methods of analysis</i>	36	8		6	22					
Разом за змістовим модулем 4	76	18		18	40					
<i>Всього годин</i>	150	30		30	90					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	Не передбачено навчальним планом		

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	Не передбачено навчальним планом		

7. Теми лабораторних занять

Модуль I. Якісний аналіз	
Заняття 1. Техніка експерименту в якісному аналізі. Якісні реакції катіонів I – II аналітичних груп	4
Заняття 2. Якісні реакції катіонів III аналітичної групи	4
Заняття 3. Якісні реакції аніонів I – III аналітичних груп	4
Разом за модулем	12
Модуль II. Кількісний аналіз	
Заняття 4. Метод нейтралізації. Визначення тимчасової твердості води	4
Заняття 5. Комплексонометрія. Визначення постійної твердості води	4
Заняття 6. Перманганатометрія. Визначення вмісту феруму в солі Мора	4
Заняття 7. Рефрактометрія	4
Заняття 8. Хроматографія. <i>Chromatography</i>	2
Разом за модулем	18
Всього годин	30

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль I. Якісний аналіз		
1	Історія розвитку аналітичної хімії	2
2	Роль аналітичної хімії у здійсненні контролю за якістю сировини, продуктів, допоміжних матеріалів, відходів, стічних вод, охорони навколишнього середовища та сертифікації продукції, а також у контролі технологічних процесів	8
3	Гідроліз солей. Константа гідролізу. Протолітична теорія Бренстеда-Лоурі. Сила протолітів кислот та основ. Стан рівноваги в розчинах сильних та слабких кислот і основ. Використання явищ гідролізу та амфотерності в аналітичній хімії	12
4	Завдання та можливості якісного аналізу стосовно природних об'єктів та продуктів харчування (води, ґрунту, повітря, рослинної і тваринної сировини)	12
Модуль II. Кількісний аналіз		
1	Кількісний аналіз. Розрахунки у гравіметричному аналізі	16
2	Реакції окиснення-відновлення. Редоксметрія. Метод осадження. Розчинення і утворення осадів. Йодометрія. Суть і загальна характеристика методу. Комплексонометричний метод аналізу. Основні комплексоми.	18
6	Фізико-хімічні та фізичні (інструментальні) методи аналізу в аналітичній хімії. Хроматографія, рефрактометрія, поляриметрія, потенціометрія, фотоелектроколориметрія, кондуктометрія	22
Разом		90

9. Індивідуальні завдання

Студенти одержують індивідуальні завдання із методичних вказівок для самостійної роботи з аналітичної хімії та завдання в робочому зошиті, які включають розрахункові завдання, задачі, вправи.

10. Методи навчання

10.1. Традиційні методи (технології) навчання:

Лекція – логічно вивершений, науково обґрунтований і систематизований виклад певного наукового або науково-методичного питання, ілюстрований, за необхідності, засобами наочності та демонстрацією дослідів. Лекція покликана формувати в студентів основи знань з певної наукової галузі, а також визначити напрямок, основний зміст і характер усіх інших видів навчальних занять та самостійної роботи студентів з відповідної навчальної дисципліни.

Лабораторне заняття – вид заняття, на якому студенти під керівництвом викладача проводять натурні або імітаційні експерименти чи досліди в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях з використанням устаткування, пристосованого для умов навчального процесу. Дидактичною метою лабораторного заняття є практичне підтвердження окремих теоретичних умінь та навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у конкретній предметній галузі. Перелік тем лабораторних занять визначається робочою навчальною програмою дисципліни.

Індивідуальні заняття – передбачають створення умов для якнайповнішої реалізації творчих можливостей студентів, які виявили особливі здібності в навчанні та здібності до науково-дослідної роботи і творчої діяльності. Індивідуальні заняття, як правило, проводяться у позанавчальний час за окремим графіком, складеним кафедрою з урахуванням потреб і можливостей студента.

10.2. Інноваційні методи (технології) навчання

Проблемні лекції – направлені на розвиток логічного мислення студентів і характеризуються тим, що коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами; увага студентів концентрується на матеріалі, який не знайшов відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з роздачею студентам під час лекції друкованого матеріалу та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При викладанні лекції студентам даються питання для самостійного розмірковування, проте лектор сам відповідає на них, не чекаючи відповідей студентів. Система питань у ході лекції має активізуючу роль, спонукає студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

Мозковий штурм – метод розв’язання невідкладених завдань за дуже обмежений час, суть якого полягає в тому, щоб висловити якнайбільшу кількість ідей за невеликий проміжок часу, обговорити і здійснити їх селекцію.

Кейс-метод – метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів і передбачає розгляд виробничих, управлінських та інших ситуацій, складних конфліктних випадків, проблемних ситуацій, інцидентів у процесі вивчення навчального матеріалу.

Презентації – виступи перед аудиторією, використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань, інструктажу, демонстрації нових товарів та послуг.

11. Методи контролю

1. Поточний контроль: застосовується для перевірки знань студентів на заняттях (усне опитування, тестові завдання, задачі, вправи).
2. Модульний контроль: застосовується по закінченні відповідного модуля шляхом письмових самостійних робіт.
3. Текстовий контроль: здійснюється з метою перевірки знань (фактів, понять, законів, теорій), виявлення вмінь виконувати певні розумові дії на основі набутих знань, виявлення вмінь самостійно здійснювати аналіз вивченого матеріалу, вмінь студентів творчо використовувати набуті знання під час розв’язання нестандартних завдань.
4. Підсумковий контроль: спрямовано на визначення рівня реалізації завдань, акумульованих у навчальних програмах. Він охоплює і теоретичну, і практичну підготовку студентів.

12. Розподіл балів, які отримують студенти при формі контролю «залік»

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
ЗМ №1	ЗМ №2	МК1	ЗМ №3		ЗМ №4		
Т 1-2	Т 3-4		Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	100
3	29	10	4	2	20	22	10

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Ляховська Н.О. Методичні вказівки до лабораторних занять з аналітичної хімії для студентів ОС бакалавр спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми навчання / Н.О. Ляховська, І.Д. Жиляк – Умань : Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2020 – 52 с.
2. Ляховська Н.О. Методичні вказівки для самостійної роботи з аналітичної хімії для студентів ОС бакалавр спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми навчання / Н.О. Ляховська, І.Д. Жиляк – Умань : Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2020 – 52 с.
3. Ляховська Н.О. Контрольні роботи з аналітичної хімії. Методичні вказівки для студентів ОС бакалавр спеціальності 181 «Харчові технології» заочної форми навчання / Н.О. Ляховська. – Умань: РВВ УНУС, 2015. – 22 с.
4. Жиляк І.Д. Лабораторний практикум з аналітичної хімії (якісний аналіз) / І.Д. Жиляк [та ін.]. – Умань: РВВ Уманського НУС , 2010. – 55 с.

5. Жилияк І.Д. Лабораторний практикум з аналітичної хімії (кількісний аналіз) / І.Д. Жилияк [та ін.]. – Умань: РВВ Уманського НУС, – 2010. – 58 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Слободянюк Р. Аналітична хімія та аналіз харчової продукції / Р. Слободянюк, А. Горальчук. – К.: Кондор, 2018. – 336 с.
2. Малишев В. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз . навч. посіб./ В.В. Малишев, А.І. Габ, Д.Б. Шахнін. – К.:Університет «Україна», 2018. – 212 с.
3. Габ А.І. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу / А. Габ, Д. Б. Шахнін, В. В. Малишев. – К.:Університет «Україна», 2018. – 396 с.
4. Габ А.І. Аналітична хімія. Кількісний аналіз / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев. – К.:Університет «Україна», 2017. – 87 с.
5. Габ А.І. Аналітична хімія. Якісний аналіз. Навч. посіб. для студ. природничих та інженерних спеціальностей / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев. – К.:Університет «Україна», 2017. – 112 с.
6. Бойчук І.Д. Аналітична хімія: навчально-методичний посібник / І.Д. Бойчук, А.В. Шляніна, Н.П. Гирина, І.В. Ткманова. –К.: ВСВ «Медицина», 2017. – 88 с.
7. Рева Т.Д. Аналітична хімія. Якісний аналіз: навчально-методичний посібник / Т.Д. Рева, О.М. Чихало, Г.М. Зайцева [та ін.]. – К.: ВСВ «Медицина», 2017. – 280 с.
8. Більченко М. Аналітична хімія. Задачі та вправи / М. Більченко, М. Пшеничний. – Суми: Університетська книга, 2015. – 205 с.
9. Федущак Н.К. Аналітична хімія: підручник / Н.К. Федущак, Ю.І. Бідниченко, С.Ю. Крамаренко, В.О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 640 с.
10. Шевряков М.В. Аналітична хімія: навчально-методичний посібник / М.В. Шевряков, М.В. Повстяний, Б.В. Яковенко, Т.А. Попович. – Херсон: Айлант, 2011. – 404 с.
11. Аналітична хімія / В.А. Копілевич [та ін.]. – Тернопіль, – 2008. – 298 с.
12. Базель Я. Практичний курс аналітичної хімії / Я. Базель, О. Воронич, Ж. Кормош. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2004. – 260 с.
13. Барковський Є.В. Аналітична хімія / Є.В. Барковський. – К.: Вища школа, 2004. – 468 с.
14. Жаровський Ф.Г. Аналітична хімія / Ф.Г. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. Пятницький.– К.: Вища школа, 2002. – 543 с.
15. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз / А.С. Сегеда. – К.: ЦУЛ, 2003. – 311 с.

Допоміжна

1. Аналітична хімія (якісний аналіз): Навчальний посібник / Г. О. Сирова, В. М. Петюніна, Л. В. Лук'янова, Т. С. Тішакова, О. В. Савельєва. – Харків, 2019. – 131 с.
2. 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.
3. Аналітична хімія і методи аналізу: Навч. посібник / С.Н. Масленко, В.В. Величко, Н.М. Великонська, В.В. Перескока. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 162 с.
4. Навчальний посібник з курсу «Аналітична хімія». Частина 1. Якісний хімічний аналіз / Я.Р. Базель, Р.С. Шкумбатюк, О.Ю. Сухарева, О.Г. Воронич. – Ужгород: в-во УжНУ, 2010. – ч. 1. – 116 с.
5. Аналітична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів / А.С. Алемасова, В.М. Зайцев, Л.Я. Єнальєва, Н.Д. Щепіна, С.М. Гождзінський / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – 415 с.
6. Аналітична хімія: Навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III- IV рівнів акредитації/ В.В. Болотов, О.М. Свечнікова, С.В. Колісник, Т.В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.
7. Аналітична хімія [Текст] : Навч. посібник для студ. мед. навч. закл. / Д.Д. Луцевич, А.С. Мороз, О.В. Грибальська, В.В. Огурцов. – Київ : Здоров'я, 2003. – 296 с.
8. Практикум з аналітичної хімії: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, Ю. В. Сич, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, О. Г. Кизим, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, Т. А. Бережна; за заг. ред. проф. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ; Золоті сторінки, 2003. – 240 с.
9. Аналітична хімія / Б.І. Набиванець, В.В. Сухан, Л.В. Калабіна. – К.: Либідь, 1996. – 304 с.

Наукові фахові статті

1. Благополучна А.Г., Ляховська Н.О. Вплив попередньої обробки хітозаном на якість суниці під час зберігання. *Харчова наука і технології*. 2021. Вип. 3/21. Т. 15. С. 30-39. *Web of Science* <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/2151>
2. Парахненко В.Г., Ляховська Н.О., Благополучна А.Г. Екологічна оцінка стану ґрунту в Черкаській області. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань, 2021. №2. 91-95 с. <https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/arxiv-nomerv/2021/n2-2022.html>
3. Благополучна А.Г., Ляховська Н.О. Ефективність попереднього оброблення ягід суниці розчином хітозану за холодильного зберігання в модифікованому газовому середовищі. Вісник Уманського НУС. 2020. № 2. с.с. 62-65.

4. Liahovska N. Preservation of strawberry quality by pre-treatment with chitosan / A. Blahopoluchna, N. Liahovska // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic), VOL 1, No 56 (2020). p. 53-56.
5. Одержання і властивості подвійного калій амоній фосфату/ І.Д. Жиляк, В.А. Копілевич, Л.Ю. Очеретенко, В.В. Давискиба, І.М. Казаку, Н.О. Ляховська/ Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Хімія. 2019. Вип. 25. С.46-49
6. Благополучна А.Г., Ляховська Н.О. Вплив хітозанового покриття на деякі показники якості ягід суниці під час холодильного зберігання / Вісник Уманського НУС. 2019, № 2. с.с. 59-61
7. Ляховська Н.О. Вплив обробки хітозаном на фізико-хімічні показники свіжої суниці під час зберігання / А.Г. Благополучна [та ін.] // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Вип. 194. 2018. с.с. 150-156
8. До питання синтезу подвійного натрійдіамоній фосфату гексагідрату $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ / І.Д. Жиляк [та ін.] // наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Сер.: хімія. 2017. № 23. с. 40-44.
9. Синтез та дослідження подвійного натрійдіамонійфосфату гексагідрату / І.Д. Жиляк [та ін.] // Львівські хімічні читання. 2017. с. 41.
10. Пат. Україна № 147721 МПК А23В (2006.01); Спосіб отримання водного розчину низькомолекулярного хітозану для попередньої обробки ягід суниці перед зберіганням, власник – Уманський НУС, автори / Благополучна А.Г., Ляховська Н.О. Заявка на корисну модель № u 2020 07067. Заявл. від 04.11.2020. Опубл. 09.06.21, бюл. № 23.
11. Пат. Україна № 147723 МПК А23L (2006.01); Спосіб попередньої обробки ягід суниці розчином хітозану перед холодильним зберіганням, власник – Уманський НУС, автори / Блвгополучна А.Г., Ляховська Н.О. Заявка на корисну модель № u 2020 07070. Заявл. від 04.11.2020. Опубл. 09.06.21, бюл. № 23.
12. Патент на корисну модель МПК, С 01 В 25/30, С 01 D 13/00, Спосіб одержання кристалічного подвійного ортофосфату калію-амонію // Жиляк І.Д., Копілевич В.А., Коваль В.Я., Сенік І.М., Ляховська Н.О., Затовський І.В. (Україна). - № а 201204743, від 25.11.2013.
13. Патент на винахід МПК, С 01 В 25/30, С 01 В 25/45 С 01 D 13/00, Спосіб одержання кристалічного гексагідрату натрійдіамонійфосфату // Жиляк І.Д., Копілевич В.А., Коваль В.Я., Сенік І.М., Ляховська Н.О. (Україна). - № а 201009509, від 10.06.2011.

15. Інформаційні ресурси

1. Цікаві дослідження з хімії <https://sites.google.com/site/cikavi-doslidi-z-himiie>
2. Динамічна Періодична система Менделєєва <http://ptable.com>
3. Хімічний сайт. <http://www.chemweb.com>
4. Хімія <https://getchemistry.io/uk/>
5. Цікава хімія <https://sites.google.com/site/cikavahimia/ho>
6. Хімічний світ – хімічний інформаційний портал <https://chemworld.com.ua>
7. Наукова бібліотека УНУС <http://library.udau.edu.ua/>.
8. Офіційний веб-сайт <http://www.udau.edu.ua>
9. Навчально-інформаційний портал УНУС <https://ects.udau.edu.ua/ua/informaciya-po-programam.html?level=master>
10. Сайт кафедри <http://biology.udau.edu.ua/>

Зміни в робочій програмі на 2022 рік

1. Видалені російськомовні джерела літератури та російські інформаційні джерела
2. Розширено список інформаційних ресурсів
3. До переліку літератури внесені нові джерела та наукові фахові статті