ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан хімічного факультету
____________ /Лендєл В.Г./
«01» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ МЕТРОЛОГІЇ

Рівень вищої освіти	**перший (бакалаврський) рівень**
Галузь знань	**01 Освіта/Педагогіка** **10 Природничі науки**
Спеціальність	**014.06 Середня освіта** **102 Хімія**
Предметна спеціальність (Спеціалізація) (*за наявності*)	**Хімія**
Освітня програма	**Хімія. Екологія** **Хімія**
Статус дисципліни	**Обов'язкова**
Мова навчання	**українська**

Ужгород 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Основи хімічної метрології**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки, 01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **102 Хімія , 014-середня освіта. Екологія**, освітньої програми **Хімія.**

Розробники: Базель Ярослав Рудольфович, д.х.н., професор.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
Аналітичної хімії

протокол № _14_ від «_30_» _червня_ 2021 р.

Завідувач кафедри ________________ Студеняк Я.І.

Схвалено науково-методичною комісією ___хімічного___ факультету

протокол № _5_ від «_25_» _червня_ 20_21_ р.

Голова науково-методичної комісії ____________ Поторій М.В.

© ____________________________, 20___ р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	**Розподіл годин за навчальним планом**	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	**2**	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 3 аудиторних – 44 самостійної роботи студента – 46	**4**	
	Лекції:	
	24	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	20	
Форма підсумкового контролю: модульна контрольна робота	Самостійна робота:	
	46	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни **«Основи хімічної метрології»** є формування у студентів основних уявлень про державну політику в системі метрології. Показати особливість метрологічних вимірів у хімії. Навчити оцінювати важливіші метрологічні характеристики методів аналізу. Вивчення курсу "Основи хімічної метрології" сприяє розвитку у студентів логічного мислення. При виконанні практичних лабораторних робіт з курсу "Основи хімічної метрології" студенти набувають навичок виконання та проведення операцій по вимірюванню фізичних величин, інтерпретацій аналітичного сигналу, метрологічної оцінки отриманих результатів.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 3. Здатність працювати у команді.

ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8 Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій у навчально-виховному процесі

ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 14 Здатність до критичного мислення, навички обдумування

Фахові компетентності (ФК)

ФК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

ФК 6. Здатність оцінювати ризики.

ФК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання та прилади.

ФК 10. Здатність до опанування нових областей хімії та метрології шляхом самостійного навчання.

ФК 11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією та метрологією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності (наукова доброчесність).

ФК 12 Вміти використовувати комп'ютерний клас у виховному процесі згідно санітарно-гігієнічних норм та інструктивних матеріалів

ФК15 Здатність демонструвати знання фундаментальних і суміжних прикладних розділів спеціальних дисциплін бакалаврської програми, знання загальнометодичного характеру, знання історії розвитку хімії, методики викладання хімії та екології

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

Державну політику в системі стандартизації та метрології, особливість метрологічних вимірів у хімії. Оцінювати важливіші метрологічні характеристики методів вимірювання. Вивчення курсу "Основи хімічної метрології" примушує студентів глибше вивчати і розуміти хімію, особливо її спеціалізовані області як то аналітична хімія, екологічна хімія, сприяє розвитку логічного хімічного мислення.

вміти:

При виконанні практичних лабораторних робіт з курсу "Основи хімічної метрології" студенти набувають навичок виконання та проведення операцій по вимірюванню фізичних величин, інтерпретацій аналітичного сигналу, метрологічної оцінки отриманих результатів.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Основи хімічної метрології**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

ОК 4 – іноземна мова

ОК 6 – вища математика

ОК-7 – фізика

ОК-8 – обчислювальна техніка і основи програмування

ОК-10- аналітична хімія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми **«Основи хімічної метрології»,** вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН)**:**

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти ключові особливості процесу вимірювання в хімії, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	ПРН 1.
Розуміти основні закономірності та типи хімічних методів вимірювання та їх характеристики.	ПРН 4.
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин. Розуміти логіку вимірювання концентрації чи кількості речовини на основі аналітичного сигналу.	ПРН 5.
вирішувати завдання, що відповідають його кваліфікації, зазначеної у освітньому стандарті	ПРН 8
застосовувати отримані знання при рішенні педагогічних, навчально-виховних і науково-методичних задач з урахуванням вікових й індивідуально-типологічних, соціально-психологічних особливостей учнівських колективів і конкретних педагогічних ситуацій	ПРН 9
вміти здійснювати процес навчання учнів середньої школи з орієнтацією на завдання навчання, виховання і розвитку особистості учнів, прищеплювати учням навички самостійного опанування й поповнення знань	ПРН 10
стежити за сучасними тенденціями науки та освіти, уявляти їхню сутність та враховувати в навчальному процесі	ПРН 21

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Основи хімічної метрології**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	ПРН 1.
Розуміти основні закономірності та типи хімічних методів вимірювання та їх характеристики.	ПРН 4.
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин. Розуміти логіку вимірювання концентрації чи кількості речовини на основі аналітичного сигналу.	ПРН 5.
Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів, організувати процедури вимірювання в хімії, інтерпретувати результати.	ПРН 9.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:
Накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, модульний, підсумковий контроль. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному практичному чи лабораторному заняттях. Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок (колоквіуми, практичні заняття) та результатів виконання модульних контрольних робіт. Підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквіуми (усні або письмові), практичні заняття
Форма модульного контролю: модульні контрольні роботи (письмові)
Форма підсумкового семестрового контролю: залік

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота									**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5				сум	50	**100**
10	10	10	10	10				50		

Т1, Т2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота									**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5				всього	50	100
10	10	10	10	10				50		

Т1, Т2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	**Модуль 1**		**Модуль 2**	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	50	3	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом	**4**	**100**	**4**	**100**

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1 Елементи загальної метрології.

Тема 1. Загальні уявлення метрології. Концепція державних систем стандартизації, метрології, сертифікації. Основні етапи розвитку метрології. Термінологія. Приклади впливу вимірювань на розвиток суспільства. Основні розділи метрології. Міжнародні метрологічні організації. Законодавча метрологія.

Тема 2. Фізичні величини. Система СІ. Одиниці вимірювань фізичних величин. Міжнародна система одиниць СІ. Правила користування одиницями. Несистемні одиниці. Важливіші фізичні сталі.

Тема 3. Шкали вимірювань. Найбільш поширені шкали вимірювань величин. Шкали в хімії.

Тема 4. Засоби вимірювань. Засоби вимірювання, їх повірка. Зразкові та робочі засоби вимірювань. Міри та набір мір. Вимірювальні прилади, пристрої, установки. Параметри і властивості засобів вимірювань. Регулювання і градуювання.

Тема 5. Методи вимірювань. Методи і принципи вимірювань. Прямі і непрямі виміри. Перетворення речовин в процесі вимірювань. Метод безпосередньої оцінки. Диференційний, нульовий методи.

Модуль 2. Особливості вимірювання в хімії. Поняття хемометрії.

Тема 1. Похибки вимірювань. Точність, достовірність та відтворюваність. Систематичні та випадкові похибки. Причини систематичних похибок, способи їх оцінки.

Тема 2. Обробка результатів спостережень в хімії. Хімічний аналіз як метрологічна процедура. Похибки результатів хімічного аналізу. Основні етапи та джерела похибок.

Тема 3. Результат аналізу як випадкова величина. Закон нормального розподілу Гауса. Мікростатистика, розподіл Стьюдента. Оцінка випадкової похибки та грубих похибок.

Тема 4. Систематична похибка. Статистична обробка результатів аналізу. Порівняння ефективності методик. Критерії Фішера, Бартлета, Кохрана.

Тема 5. Дисперсійний та кореляційний аналіз в хімії. Лінійна кореляція залежності двох величин. Метод найменших квадратів.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
4-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Загальні уявлення метрології.		2				
Тема 2. Фізичні величини. Система СІ.		2				
Тема 3. Шкали вимірювань.		2		2		
Тема 4. Засоби вимірювань.		2		4		
Тема 5. Методи вимірювань.		2		4		
Модульна контрольна робота		2				
Разом за модуль		12		10		

Модуль 2						
Тема 1. Похибки вимірювань.		2				
Тема 2. Обробка результатів спостережень в хімії.		2		4		
Тема 3. Випадкова похибка.		2		2		
Тема 4. Систематична похибка.		2		4		
Тема 5. Дисперсійний та кореляційний аналіз в хімії.		2				
Модульна контрольна робота		2				
Разом за модуль		12		10		
Разом за семестр		24		20		

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Калібрування вимірювального аналітичного посуду	2	
2	Повірка спектрофотометра за стандартним взірцем.	4	
3	Визначення вмісту ацетатної кислоти в харчовому продукті “оцет столовий”	4	
4	Оцінка чутливості (межі визначення) Феруму (III) з сульфосаліциловою кислотою фотометричним методом	2	
5	Розрахунок рівняння градуювального графіка при фотометричному визначенні Купруму у вигляді аміачного комплексу	4	
6	Оцінка метрологічних характеристик йоно-селективного електроду	4	
Разом		20	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Основні уявлення метрології	6	
2	Особливості вимірювання в хімії	6	
3	Точність та відтворюваність результатів. Розрахунок випадкової похибки	6	
4	Правильність результатів вимірювань. Розрахунок систематичної похибки	6	
5	Оцінка грубої похибки.	6	
6	Статистична обробка результатів вимірювань.	6	
7	Приклади розв’язування типових задач.	10	
	Разом	**46**	

Питання для самостійної роботи студентів

1. Назвіть три основні етапи розвитку мір як носія одиниці фізичної величини.
2. Як відбувалось формування системи одиниць СІ?
3. Назвіть основні одиниці системи СІ.
4. В чому різниця між основними і додатковими одиницями?
5. Як порівнюють фізичні величини?

6. Які правила арифметичних операцій з фізичними величинами?
7. В чому різниця між вимірювальним приладом та пристроєм?
8. Назвіть важливіші метрологічні організації.
9. Назвіть важливіші статистичні критерії методів аналізу.
10. В чому полягають причини відхилення результатів аналізу від нормального розподілу?
11. Як побудувати гістограми розподілу?
12. Для чого використовують критерії Фішера та Батлера?
13. Як порівнюють результати двох аналізів?
14. Як оцінити величину систематичної похибки?
15. Як використати регресійний аналіз для побудови градуювальних залежностей?
16. Як перевірити значущість коефіцієнту кореляції?
17. В яких методах використовується диференціювання та інтегрування експериментальних даних?
18. Як оцінити чутливість методу аналізу за 3S-критерієм?
19. Що таке аналітичний сигнал? Яку інформацію він несе?
20. Яким чином за величиною аналітичного сигналу визначають концентрацію речовини.
21. В чому полягає різниця між прямими та непрямими методами аналізу. Наведіть приклади.
22. В чому полягає різниця між методом наважок та методом аліквот. Порівняйте можливості цих двох методів.
23. Що таке паралельні визначення? Для чого їх проводять.
24. Що таке середнє значення, мода та медіана? Як їх обраховують?
25. Які джерела похибок кількісних визначень?
26. В чому різниця між істинним та дійсним результатом аналізу?
27. Що таке систематичні та випадкові похибки? В чому полягають відмінності між ними?
28. Як оцінюють правильність результатів аналізу?
29. Як оцінюють відтворюваність результатів аналізу?
30. Які відомі способи виявлення систематичних похибок?
31. В чому полягає різниця між нормальним розподілом випадкових величин Гауса та розподілом Стьюдента?
32. Як визначають дисперсію та стандартне відхилення результатів аналізу?
33. Що таке "холостий дослід" і як він допомагає підвищенню точності визначення? Що називають матрицею?
34. Як виявляють та вилучають грубі похибки (промахи)?

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

(у разі потреби)

Обладнання – лабораторне обладнання, прилади, реактиви та хімічний посуд.
Програмне забезпечення – базові пакети MS Office.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Законодавчі акти України з питань стандартизації, метрології та сертифікації. – К.: ДСТУ. – 1993.
2. Метрологічне забезпечення. –К.: ДСТУ 2682 –94.
3. Повірка засобів вимірювання. –К.: ДСТУ 2708 –94.
4. Бичківський Р., Столярчук П., Гамула П.Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. — Львів. 2002.
5. Клименко М.О., Скрипчук П.М. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології: Підручник. — К.: Видавничий центр «Академія», 2006. — 368 с.

6. Чариков А.К Математическая обработка результатов химического анализа.- Л.Химия.1984.
7. Киш П.П., Базель Я.Р. Методические указания по статистической обработке результатов химического анализа.- Ужгород-1990.
8. Величко О.М., Дудич І.І., Дюрічку К., Молнар Ш.Б. Основи метрології, стандартизації та контролю якості.- Ужгород-2000.
9. Базель Я.Р., Воронич О.Г., Шкумбатюк Р.С. Вказівки до лабораторних робіт з курсу "Основи хімічної метрології". - Ужгород, національний університет, 2006.

Допоміжна література

1. Петерс Д., Хайес Д., Хифтье Т. Химическое разделение и измерение, Т.1,2.-М.:Химия, 1978.
2. Базель Я.Р., Воронич О.Г., Кормош Ж.О. Практичний курс аналітичної хімії. Ужгород-Луцьк.
3. Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу. / Студеняк Я.І., Воронич О.Г., Сухарева О.Ю., Фершал М.В., Базель Я.Р - Ужгород, 2014.-129 с.
4. Степин Б.Д. Применение Международной системы единиц физических величин в химии: Практическое пособие.- М.:Высшая школа,-1990.-96 с.
5. А.В.Гармаш, Н.М.Сорокина. Метрорологічні основи аналітичної хімії. М. 2017.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Методичні посібники: http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/8872
2. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник/ Укладачі: В.О Мінаєва, В.М. Бочарнікова,Т.А. Григоренко. – Черкаси, Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – 208 с. http://eprints.cdu.edu.ua/212/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82.%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0-2003.pdf
3. Методичні вказівки до статистичної обробки результатів експерименту в аналітичній хімії / Укладачі: д-р хім. наук, проф. Ф. О. Чмиленко канд. хім. наук, доц. Н.М. Смітюк канд. хім. наук, доц. Т. С. Чмиленко.- Дніпропетровськ РВВ ДНУ 2012, 28 с. http://library.dsu.dp.ua/Metodichki/smityuk1.pdf

Додаток 2

Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).

(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»__________ 20 ___ р. Завідувач кафедри _________ ____________
(підпис)

(Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).

(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»__________ 20 ___ р. Завідувач кафедри _________ ____________
(підпис)

(Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).

(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»__________ 20 ___ р. Завідувач кафедри _________ ____________

(підпис) (Прізвище

ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).

(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «____»__________ 20 ___ р. Завідувач кафедри _________ ____________
(підпис)

(Прізвище ініціали)