

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Хімічний факультет**  
**Кафедра аналітичної хімії**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

**Завідувачка кафедри аналітичної хімії**



**Л.О. Дубенська**

**“29” серпня 2023 року**

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Хімічна метрологія»,**

**що викладається в межах освітньо-наукової програми**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності 102 «ХІМІЯ»**

**Львів 2023 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Хімічна метрологія
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія 6, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки 102 Хімія
<b>Викладачі дисципліни</b>	Пацай І.О., к. х. н., доцент кафедри аналітичної хімії
<b>Контактна інформація викладачів</b>	ihor.patsay@lnu.edu.ua, <a href="https://chem.lnu.edu.ua/employee/patsaj-ihor-orestovych">https://chem.lnu.edu.ua/employee/patsaj-ihor-orestovych</a> , Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії, каб. 206 тел. +38022394047
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/himichna-metrolohiya">https://chem.lnu.edu.ua/course/himichna-metrolohiya</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Хімічна метрологія” є нормативною дисципліною зі спеціальності 102 Хімія для освітньо-наукової програми “Хімія” другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається в першому семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання та виробити навички з різних форм застосування набутих знань та напрацювань, обов'язкові для того, щоб вибирати та реалізувати на практиці оптимальні, з огляду на точність очікуваних результатів, методи дослідження. Курс охоплює основні принципи та методи вимірювань у практиці хімічних лабораторій, види та засоби вимірювальної техніки, методи математичного опрацювання та представлення результатів вимірювань, способи підвищення точності вимірювань
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<b>Метою</b> викладання навчальної дисципліни є теоретичне і практичне ознайомлення студентів із методами математичного опрацювання та представлення результатів вимірювань, виконання метрологічних досліджень. <b>Цілі</b> вивчення дисципліни – засвоїти основні терміни та поняття метрології, ознайомитись із завданнями та структурою міжнародних та вітчизняних метрологічних організацій, вивчити основні системи фізичних величин та одиниць, засвоїти принципи та методи вимірювань у практиці хімічних лабораторій, ознайомитись із видами та засобами вимірювальної техніки, навчитись виконувати математичне опрацювання та представлення результатів вимірювань, ознайомитись із методами підвищення точності вимірювань.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна:</b> 1. Корсун В.І., Белан В.Т., Глухова Н.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація: навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 147 с. 2. Полішко С.П., Трубенко О.Д. Точність засобів вимірювання. – К.: ВШ, 1992. – 171 с. 3. ДСТУ 2681-94 "Метрологія. Терміни та визначення". 4. Ігнаткін В. У., Томашевський О. В., Матюшин В. М. Основи

	<p>метрології. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 120 с.</p> <p>5. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність». (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998, № 30-31, ст. 194) (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 762-IV (762-15) від 15.05.2003, ВВР, 2003, № 30, ст. 247).</p> <p><b>Додаткова:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. – М.: Химия, 2001. – 263 с.</li> <li>2. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.</li> <li>3. Шараф М.А., Иллман Д.Л., Ковальски Б. Р. Хемометрика. – Л.: Химия, 1989. – 272 с.</li> <li>4. Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 212 с.</li> <li>5. Сергеев А.Г. Метрология: Учебник. – М: Логос, 2005. – 272 с.</li> <li>6. Ушаков И.Е, Шишкин И.Ф. Прикладная метрология: Учеб. для вузов. Изд. 4-е. перераб. и доп. – СПб.: СЗТУ, 2002. – 116 с.</li> </ol> <p><b>Інформаційні ресурси:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/02/1-2.pdf">https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/02/1-2.pdf</a>.</li> <li>2. <a href="http://chemistry.univer.kharkov.ua/КХМ">http://chemistry.univer.kharkov.ua/КХМ</a>.</li> <li>3. <a href="https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2648/1/4033-20-3-12-175.pdf">https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2648/1/4033-20-3-12-175.pdf</a>.</li> <li>4. <a href="https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/8958">https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/8958</a>.</li> </ol>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p>Навчальний курс охоплює 3 кредити (90 год). Курс складається з 16 год лекційних занять, 16 год лабораторних занять та 58 год самостійної роботи</p>
<p><b>Очікувані результати навчання</b></p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде</p> <p><b>Знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основні терміни та поняття метрології;</li> <li>– структуру та завдання міжнародних та вітчизняних метрологічних організацій;</li> <li>– системи фізичних величин та одиниць;</li> <li>– принципи та методи вимірювань, засоби вимірювальної техніки.</li> </ul> <p><b>Вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виконувати математичне опрацювання результатів вимірювань;</li> <li>– виявляти та оцінювати систематичні похибки вимірювань;</li> <li>– коректно представляти результати вимірювань;</li> <li>– здійснювати вибір оптимальних вимірювальних засобів з врахуванням завдань та вимог хімічних досліджень;</li> <li>– орієнтуватись у питаннях законодавчої метрології та діяльності метрологічних служб.</li> </ul> <p>У результаті успішного вивчення курсу студент набуде <b>загальних компетентностей:</b></p> <p><b>ЗК 2.</b> Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><b>ЗК 3.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p><b>ЗК 4.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><b>ЗК 8.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p><b>ЗК 12.</b> Здатність працювати автономно.</p> <p><b>та спеціальних (фахових) компетентностей:</b></p> <p><b>СК 1.</b> Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p><b>СК 2.</b> Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного</p>

	<p>моделювання.</p> <p><b>СК 3.</b> Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент.</p> <p><b>СК 4.</b> Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.</p> <p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <p><b>ПРН 2</b> Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.</p> <p><b>ПРН 6</b> Знати методологію організації наукового дослідження.</p> <p><b>ПРН 10</b> Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</p>
<b>Ключові слова</b>	Хімічна метрологія, вимірювання, засоби виміральної техніки, точність вимірювань, математична обробка результатів вимірювань, оцінювання точності вимірювань, метрологічна служба.
<b>Формат курсу</b>	Очний. Проведення лекцій, лабораторних занять та консультації.
<b>Теми</b>	Наведені у Таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру на основі результативності виконання лабораторного практикуму та письмої модульної роботи
<b>Пререквізити</b>	Базові знання з дисциплін "Аналітична хімія", "Основи стандартизації"
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Лекції, презентації, виконання та захист лабораторних робіт.
<b>Необхідне обладнання</b>	Лабораторне обладнання практикуму фізико-хімічних методів аналізу
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Нарахування балів здійснюється за таким співвідношенням:</p> <p>50 % – виконання, оформлення та захист лабораторних робіт;</p> <p>50% – письмова модульна робота.</p> <p><b>Письмова робота:</b> Очікується, що студенти виконають письмову модульну роботу (розгорнуті відповіді на теоретичні питання та розв'язування задач).</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем. <b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. <b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на лабораторних заняттях та бали письмової модульної роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p>

	Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
<b>Питання до підсумкової модульної роботи</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурні методи зменшення мультиплікативних і адитивних похибок результатів вимірювань.</li> <li>2. Методи зменшення випадкових і систематичних похибок результатів вимірювань.</li> <li>3. Метод структурної надмірності як спосіб підвищення точності вимірювань.</li> <li>4. Аналіз похибок засобів вимірювання. Метод стабілізації параметрів статичних характеристик засобів вимірювання.</li> <li>5. Основні характеристики вимірювань. Класифікація вимірювань.</li> <li>6. Принципи та методи вимірювання. Особливості вимірювань у хімічній промисловості.</li> <li>7. Електричні методи вимірювання неелектричних величин.</li> <li>8. Засоби вимірювальної техніки, їхні характеристики.</li> <li>9. Похибки засобів вимірювальної техніки. Класи точності вимірювальних засобів.</li> <li>10. Класифікація засобів вимірювальної техніки, їхні метрологічні характеристики.</li> <li>11. Види фізичних величин та їх одиниць. Класифікація фізичних величин.</li> <li>12. Системи фізичних одиниць величин.</li> <li>13. Міжнародна система одиниць СІ. Основні одиниці системи СІ.</li> <li>14. Значення метрології для науково-технічного прогресу та промисловості.</li> <li>15. Міжнародні та вітчизняні метрологічні організації.</li> <li>16. Актуальні проблеми метрології.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схеми курсу

Гижден ь	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література. ***Ресурси в інтернеті
1-2	Вступ до дисципліни. Метрологія як наука про вимірювання. Державна метрологічна служба України	Лекція	<b>Основна:</b> 1. Корсун В.І., Белан В.Т., Глухова Н.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація: навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 147 с. 2. Полішко С.П., Трубенко О.Д. Точність засобів вимірювання. – К.: ВІШ, 1992. – 171 с. 3. ДСТУ 2681-94 "Метрологія. Терміни та визначення". 4. Ігнаткін В. У., Томашевський О. В.,
1-2	Оцінювання точності фотометричного визначення нікелю у сталі статистичним методом	Лабораторне заняття	
3-4	Фізичні величини та їхні одиниці	Лекція	
3-4	Приготування розчину первинного стандарту із забезпеченням необхідної точності концентрації	Лабораторне заняття	

5-6	Принципи та методи вимірювання. Засоби вимірювальної техніки. Класи точності	Лекція	<p>Матюшин В. М. Основи метрології. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 120 с.</p> <p>5. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність». (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998, № 30-31, ст. 194) (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 762-IV (762-15) від 15.05.2003, ВВР, 2003, № 30, ст. 247).</p> <p><b>Додаткова:</b></p> <p>1. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. – М.: Химия, 2001. – 263 с.</p> <p>2. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.</p> <p>3. Шараф М.А., Иллман Д.Л., Ковальски Б. Р. Хемометрика. – Л.: Химия, 1989. – 272 с.</p> <p>4. Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 212 с.</p> <p>5. Сергеев А.Г. Метрология: Учебник. – М: Логос, 2005. – 272 с.</p> <p>6. Ушаков И.Е, Шишкин И.Ф. Прикладная метрология: Учеб. для вузов. Изд. 4-е. перераб. и доп. – СПб.: СЗГУ, 2002. – 116 с.</p> <p><b>Інформаційні ресурси:</b></p> <p>1. <a href="https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/02/1-2.pdf">https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/02/1-2.pdf</a>.</p> <p>2. <a href="http://chemistry.univer.kharkov.ua/KXM">http://chemistry.univer.kharkov.ua/KXM</a>.</p> <p>3. <a href="https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2648/1/4033-20-3-12-175.pdf">https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2648/1/4033-20-3-12-175.pdf</a>.</p> <p>4. <a href="https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/8958">https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/8958</a>.</p>
5-6	Оцінювання точності непрямих вимірювань	Лабораторне заняття	
7-8	Принципи та методи вимірювання. Засоби вимірювальної техніки. Вимірювання в практиці хімічних досліджень	Лекція	
9-12	Похибки вимірювань	Лекція	
7-12	Визначення метрологічних характеристик потенціостату-гальваностату MTech SPG-500F	Лабораторне заняття	
13-14	Еталони. Зразкові засоби вимірювальної техніки	Лекція	
15-16	Методи підвищення точності вимірювань	Лекція	
13-16	Калібрування рН-метра за стандартними розчинами із відомим рН	Лабораторне заняття	