

**Міністерство охорони здоров'я України**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до практичних занять**

Навчальна дисципліна «**Основи хімічної метрології у медицині**»

Освітній рівень	другий (магістерський) рівень вищої освіти
Галузь знань	22 «Охорона здоров'я»
Спеціальність	222 «Медицина»
Освітня програма	«Медицина»

**Кафедра аналітичної, фізичної та колоїдної хімії**

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії

Протокол № 1 від 26 серпня 2022р.

Розглянуто та затверджено на засіданні ЦМК з природничих дисциплін

Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

## Тема заняття № 1: Точність виміру. Значущі цифри. Правила округлення результатів вимірювання.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання та розуміння загальних положень метрології як науки про вимірювання;
- ✓ розуміти суть понять «хімічна метрологія», «точність виміру» та «значущі цифри»;
- ✓ визначати значущість результату внаслідок різних математичних дій;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення хімічної метрології у сфері медицини;
- ✓ пояснювати правило парної цифри;
- ✓ пояснювати правила визначення кількості значущих цифр у числі;
- ✓ проаналізувати визначення значущості результату внаслідок різних математичних дій (додавання, віднімання, множення, ділення піднесення до степеню, добування кореня, логарифмування, обчислення антилогарифму).

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці логарифмів.
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Становлення України як правової держави та її інтеграція у світове співтовариство потребують проведення цілеспрямованої політики щодо ефективного функціонування систем метрології, стандартизації та сертифікації.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний (65%)</b>	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Загальні положення	Осмислення Розуміння	30 хв

	<p>метрології як науки про вимірювання. Її значення у сфері медицини.</p> <p>2. Точність подання результатів. Число значущих цифр.</p> <p>3. Визначення значущості результату внаслідок різних математичних дій.</p>		
	<p>Практичні завдання.</p> <p>1. Обчислити рН розчину, якщо молярна концентрація йонів Гідрогену у ньому дорівнює <math>4,3 \cdot 10^{-11}</math> моль/дм<sup>3</sup>. Відповідь наведіть з необхідною кількістю значущих цифр.</p> <p>2. рН розчину дорівнює 4,73. Обчислити молярну концентрацію йонів Гідрогену у розчині. Відповідь наведіть з необхідною кількістю значущих цифр.</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	<p>Самостійна робота.</p> <p>Представити число 400 в експоненціальній формі (у нормованому вигляді):</p> <p>а) так, щоб число містило 1 значущу цифру;</p> <p>б) так, щоб число містило 2 значущі цифри;</p> <p>в) так, щоб число містило 3 значущі цифри.</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний (20%)</b>	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання.)	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.

Скільки значущих цифр містить число?

- 1) 128,3;                    2) 0,015;                    3) 709;  
4)  $3 \cdot 10^{-3}$ ;                5)  $5,71 \cdot 10^4$                 6)  $0,01300 \cdot 10^{-2}$

2. Приклади завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.

Розрахувати вираз  $1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25$  та навести відповідь з необхідною кількістю значущих цифр.

Додати числа  $0,120 \cdot 10^{-3}$ ;  $5,00 \cdot 10^{-2}$ ;  $2,1 \cdot 10^{-4}$ ;  $4 \cdot 10^{-5}$  та навести відповідь з необхідною кількістю значущих цифр.

### **Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Чмиленко, Ф. О. Навчальний посібник з основ статистичної обробки аналітичного експерименту / Ф. О. Чмиленко, Н. М. Смітюк. – Д.; РВВ ДНУ, 2013. – с. 4–8. URL: [https://library.dnu.dp.ua/Methodichki/stat\\_obrobka.pdf](https://library.dnu.dp.ua/Methodichki/stat_obrobka.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

2. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси, ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – с. 21–28. URL: <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> (дата звернення 28.08.2022)

*Додаткова:*

1. М. Блажеєвський, Л. Дубенська, В. Мороз. Щодо коректності подання результатів випробувань у хіміко-фармацевтичному аналізі // Праці НТШ, Хімія науки 2018, т. LIII, с. 47–62. URL: [https://ntsh-chem.github.io/Arhive/2018/5\\_2018.pdf](https://ntsh-chem.github.io/Arhive/2018/5_2018.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

### **Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Правила визначення значущих цифр у числі.
2. Правило парної цифри.

### **Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 2: Виявлення грубих похибок.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання щодо похибок вимірів та їх класифікації;
- ✓ вміння оцінювати наявність грубих похибок за допомогою  $Q$ -критерію та  $3s$ -критерію;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення похибки виміру;
- ✓ проаналізувати класифікацію похибок;
- ✓ пояснювати формули розрахунку  $Q$ -критерію та  $3s$ -критерію;
- ✓ проаналізувати значення теми для оцінки ефективності методів діагностики.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $Q$ -критерію при довірчій ймовірності  $P$  та об'ємі вибірки  $n$ ».
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> У будь-яких вимірах, які проводить експериментатор у будь-якій сфері, як би ретельно він не працював, виникають похибки. Тому отримані експериментальні дані треба досліджувати для оцінки похибок і внесення відповідних поправок у кінцевий результат.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю – тестовий контроль щодо знань класифікації похибок).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Класифікація похибок. 2. Перевірка однорідності	Осмислення Розуміння	30 хв

	<p>вибірки. Виключення грубих похибок.</p> <p>3. Актуальність тематики для медицини.</p>		
	<p>Практичні завдання.</p> <p>1. Ідентифікувати типи похибок, що зумовлені:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) застосуванням неперевіраних приладів, терезів;</li> <li>2) неправильним вибором індикатору для проведення титриметричного аналізу;</li> <li>3) відсутністю необхідних знань та умінь;</li> <li>4) похибкою відбору проби;</li> <li>5) поганою якістю реактивів, які застосовуються у хімічному аналізі;</li> <li>6) неправильним градуванням приладів;</li> <li>7) застосуванням некаліброваного посуду;</li> <li>8) природою хімічної реакції, покладеної в основу визначення компонента.</li> </ol> <p>2. При титруванні розчину хлоридної кислоти розчином гідроксиду натрію отримана наступна серія значень об'єму титранту (см<sup>3</sup>): 5,15; 5,28; 5,12; 5,16; 5,17. Перевірити наявність грубих похибок за Q-критерієм (<math>P = 0,95</math>).</p>	<p>Застосування на практиці Пошукова творча діяльність</p>	<p>20 хв</p>
	<p>Самостійна робота.</p> <p>Яку на вашу думку точність вимірювання відіграє у медицині? Чи згодні ви з твердженням, що точність вимірювання є одним із критеріїв ефективності методів діагностики? Відповідь обґрунтувати.</p>	<p>Застосування на практиці Пошукова творча діяльність</p>	<p>5 хв</p>
	<p>Узагальнення знань.</p>	<p>Закріплення</p>	<p>5 хв</p>

<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад тестового контролю для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Похибка вимірювання це:

а) відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірювальної величини;

б) похибки, які з визначаються точністю вимірювальних приладів;

в) половина ціни поділки.

Похибки систематичні ....

а) очевидні помилкові вимірювання або спостереження, які не заслуговують ніякого довір'я;

б) виникають тоді, коли ми користуємось несправними вимірювальними приладами, неточними або спрощеними методами;

в) які вносяться експериментатором, виявляються при повторних вимірюваннях тими самими приладами тієї ж фізичної величини.

Абсолютною похибкою окремого вимірювання називається:

а) різниця між числовим середнім арифметичним з числових значень всіх окремих вимірювань;

б) середнє арифметичне з абсолютних похибок усіх вимірювань;

в) різниця між результатом вимірювання та істинним значенням вимірювальної величини.

Випадкова похибка:

а) середнє значення відхилення від середнього арифметичного;

б) залишається сталою або змінюється закономірно при повторних вимірюваннях тієї самої величини;

в) змінюється довільним чином при повторних вимірюваннях однієї величини.

*2. Приклади завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

Перевірити представлені дані на наявність грубих похибок за  $Q$ -критерієм ( $P = 0,95$ ):

– результати визначення рН розчину: 8,29; 8,30; 8,39; 8,28; 8,31;

– результати визначення антипірину в крові хроматографічним методом (мкг/г): 0,01; 0,06; 0,03; 0,04; 0,02; 0,05.

## **Рекомендована література.**

### *Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 1.2).

### *Додаткова:*

1. Н. Б. Філімонова, І. О. Філь, Т. С. Михайлова. Статистичний аналіз даних відповідно до засад науково обґрунтованої медицини. Первинний аналіз даних, подання результатів експерименту // *Методи математичної статистики*, № 4, 2004. – с. 85–93. URL:

[http://www.vitapol.com.ua/user\\_files/pdfs/mtu/306405621887533\\_18122009110222.pdf](http://www.vitapol.com.ua/user_files/pdfs/mtu/306405621887533_18122009110222.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

2. В. А. Георгіянець, О. А. Євтіфєєва. Валідація аналітичних методик у фармації: теорія, нормативні аспекти, проблеми практики // *Фармацевтичний часопис*, № 2, 2007. – с. 13–18. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas/article/view/3137/2930> (дата звернення 28.08.2022)

## **Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Похибки вимірювань.
2. Розрахунок Q-критерію та 3s-критерію.

## **Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.



### Тема заняття № 3: Розрахунок основних статистичних параметрів.

#### Компетенції:

- ✓ розуміти специфіку хімічного аналізу як метрологічної дисципліни;
- ✓ володіти базовими знаннями щодо метрологічного забезпечення кількісного хімічного аналізу;
- ✓ вміти розраховувати основні статистичні параметри;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

#### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «вибірка», «генеральна сукупність», «ступені свободи»;
- ✓ пояснювати формули для розрахунку основних метрологічних параметрів;
- ✓ проаналізувати значення та застосування метрологічних характеристик.

#### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $Q$ -критерію при довірчій ймовірності  $P$  та об'ємі вибірки  $n$ ».
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

#### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Метрологічні характеристики методик і результатів, одержуваних при статистичній обробці даних експерименту, дозволяють проводити оцінку та порівняння як експериментальних методик, так і досліджуваних об'єктів.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Специфіка хімічного аналізу як метрологічної дисципліни. 2. Розрахунок основних метрологічних параметрів.	Осмислення Розуміння	30 хв

	<p>Практичні завдання.</p> <p>1. Проаналізувати відмінності між вибіркою та генеральною сукупністю. Навести приклади зі сфери медицини.</p> <p>2. Розглянути на конкретних прикладах формули розрахунку основних метрологічних характеристик (стандартне відхилення, дисперсія, стандартне відхилення середнього результату, відносна дисперсія, відносне стандартне відхилення, відносне стандартне відхилення середнього результату).</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	<p>Самостійна робота.</p> <p>Оцінити відтворюваність результатів титрування розчину хлоридної кислоти розчином гідроксиду натрію за допомогою відносного стандартного відхилення у відсотках. Отримані дані об'єму титранту (см<sup>3</sup>): 5,15; 5,12; 5,16; 5,17.</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

При титруванні розчину хлоридної кислоти розчином гідроксиду натрію отримали такі значення об'єму титранту (см<sup>3</sup>): 5,15; 5,12; 5,16; 5,17. Знайти середнє значення та стандартне відхилення. Відповідь навести з необхідною кількістю значущих цифр.

## 2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.

Розрахувати для представлених даних основні метрологічні параметри (стандартне відхилення, дисперсія, стандартне відхилення середнього результату, відносна дисперсія, відносне стандартне відхилення, відносне стандартне відхилення середнього результату). Результати визначення Плюмбуму в харчових продуктах атомно-абсорбційним методом (мг/кг): 5,5; 5,4; 5,6; 5,7; 5,6; 5,4. Відповідь навести з необхідною кількістю значущих цифр.

### Рекомендована література.

#### Основна:

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 1.1).

#### Додаткова:

1. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси, ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – с. 39–47. URL: <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> (дата звернення 28.08.2022)

### Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Вибірка та генеральна сукупність.
2. Середнє значення та стандартне відхилення.

### Розробники методичної рекомендації:

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 4: Довірчі інтервали й оцінка їх величини.

### Компетенції:

- ✓ володіти базовими знаннями щодо метрологічного забезпечення кількісного хімічного аналізу;
- ✓ вміти розраховувати довірчий інтервал;
- ✓ розуміти різницю між «однобічними» та «двобічними» довірчими інтервалами;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «довірчий інтервал» та «статистична надійність»;
- ✓ пояснювати формулу для розрахунку довірчого інтервалу;
- ✓ проаналізувати значення та застосування довірчого інтервалу.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $Q$ -критерію при довірчій ймовірності  $P$  та об'ємі вибірки  $n$ ».
2. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $t$ -критерію при довірчій ймовірності  $P$  та ступенях свободи  $\nu$ ».
3. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Метрологічні характеристики методик і результатів, одержуваних при статистичній обробці даних експерименту, дозволяють розв'язувати низку прикладних задач, пов'язаних із визначенням статистичної вірогідності результатів випробування.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Однобічні довірчі інтервали.	Осмислення Розуміння	30 хв

	2. Двобічні довірчі інтервали.		
	Практичні завдання. 1. При визначенні вмісту Нікелю у стандартному зразку сталі отримали такі результати (%): 5,1; 5,5; 5,4; 5,8; 5,2; 7,1. Провести статистичну обробку одержаних даних і подати результати у відповідній формі ( $P = 0,95$ ).	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	Самостійна робота. Описати поступові кроки проведення статистичної обробки експериментальних даних.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Розрахувати для представлених даних напівширину довірчого інтервалу для середнього значення при довірчій ймовірності 0,95. Результати визначення гідроген пероксиду у розчині методом йодометрії (%): 2,50; 2,60; 2,55; 2,65; 2,70.

*2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

Розрахувати для представлених даних межі довірчого інтервалу для середнього значення при довірчій ймовірності 0,95 та оцінити відтворюваність результатів. Результати визначення твердості природної води методом комплексометрії (ммоль/дм<sup>3</sup>): 8,55; 8,80; 8,75; 8,65; 8,55; 8,50. Відповідь навести з необхідною кількістю значущих цифр.

**Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 1.4).

*Додаткова:*

1. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси, ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – с. 39–47. URL: <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> (дата звернення 28.08.2022)

**Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Довірчі інтервали: одnobічні та двобічні.
2. Статистична надійність.

**Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 5: Порівняння двох методик аналізу за відтворюваністю.

### Компетенції:

- ✓ вміти порівнювати два методи аналізу за відтворюваністю;
- ✓ вміти визначати значущість розходження вибірових дисперсій двох методик;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «відтворюваність» та «прецизійність»;
- ✓ пояснювати формулу для розрахунку критерію Фішера;
- ✓ проаналізувати визначення наявності або відсутності статистично значущої різниці між значеннями двох дисперсій.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Значення  $F$ -критерію Фішера при довірчій ймовірності  $P = 0,95$ ».
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> На практиці часто доводиться порівнювати між собою результати, отримані за допомогою декількох методик, у різних лабораторіях або виконані різними аналітиками.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Відтворюваність, її значення. 2. Порівняння двох методів аналізу за відтворюваністю (порівняння дисперсій).	Осмислення Розуміння	30 хв
	Практичні завдання. 1. У двох лабораторіях при визначенні Силіцію в біологічному матеріалі	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв

	<p>диференціально-спектрофотометричним методом отримали наступні результати (%):</p> <p>I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91</p> <p>II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81</p> <p>Чи існує статистично значуща розбіжність між результатами двох лабораторій?</p>		
	<p>Самостійна робота.</p> <p>1. У двох лабораторіях при визначенні Силіцію в біологічному матеріалі диференціально-спектрофотометричним методом отримали наступні результати (%):</p> <p>I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91</p> <p>II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81</p> <p>Якщо статистично значущої розбіжності між результатами не виявлено (<i>див. попередній пункт</i>), то об'єднати дані в одну вибірку та розрахувати для неї середнє значення і довірчий інтервал. Якщо статистично значуща розбіжність присутня, то провести розрахунки середнього значення та довірчого інтервалу для результатів кожної лабораторії окремо (<math>P = 0,95</math>).</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний (20%)</b>	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв



*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Для перевірки правильності хроматографічної методики (I) визначення нітрат-йонів використали атестовану спектрофотометричну методику (II).  
Результати аналізу одного й того ж аналізу такі (мкг/см<sup>3</sup>):

I – 1,04; 1,12; 0,98; 1,08; 1,11

II – 1,24; 1,22; 1,30; 1,09; 1,17.

Розрахувати значення дисперсії для кожного набору експериментальних даних.

*2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

Визначення антипірину у крові (мкг/г плазми) провели хроматографічним (I) та кінетичним методом (II) методами. Чи існує статистично значуща різниця між значеннями дисперсій хроматографічного та кінетичного методів?

I – 0,022; 0,042; 0,037; 0,028; 0,050

II – 0,030; 0,075; 0,050; 0,066; 0,045

### **Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 3).

*Додаткова:*

1. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси, ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – с. 54–58. URL: <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> (дата звернення 28.08.2022)

### **Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Що таке відтворюваність та прецизійність?
2. Розрахунок критерію Фішера.

### **Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 6: Порівняння середніх результатів двох вибірок.

### Компетенції:

- ✓ вміти порівнювати середні значення двох вибірок;
- ✓ вміти робити висновок щодо об'єднання результатів двох методів в одну вибірку;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити необхідність виявлення систематичної помилки в експериментальних даних;
- ✓ пояснювати формули для порівняння середніх результатів двох вибірок;
- ✓ проаналізувати визначення наявності або відсутності систематичної похибки в експериментальних даних.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Значення  $F$ -критерію Фішера при довірчій ймовірності  $P = 0,95$ ».
2. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $t$ -критерію при різних значеннях довірчої ймовірності  $P$  та ступенях свободи  $\nu$ ».
3. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> На практиці часто доводиться порівнювати між собою результати застосування стандартної й нової методик. Крім того, порівняння результатів двох методик дозволяє оцінити наявність систематичної похибки в одній із них.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Розрахунок середньозваженої дисперсії.	Осмислення Розуміння	30 хв

	2. Розрахунок критерію Стьюдента.		
	Практичні завдання. 1. У технологічному розчині визначили вміст Нікелю ( $\text{мг}/\text{см}^3$ ) методом диференційної спектрофотометрії (I) та атомно-емісійним методом (II): I – 1,35; 1,35; 1,37; 1,36; 1,34 II – 1,24; 1,39; 1,34; 1,54; 1,46 Розрахувати критерій Стьюдента та порівняти його з табличним значенням.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	Самостійна робота. 1. У технологічному розчині визначили вміст Нікелю ( $\text{мг}/\text{см}^3$ ) методом диференційної спектрофотометрії (I) та атомно-емісійним методом (II): I – 1,35; 1,35; 1,37; 1,36; 1,34 II – 1,24; 1,39; 1,34; 1,54; 1,46 Чи існує статистично значуща розбіжність між середніми значеннями двох методів? ( $P = 0,95$ )? Відповідь обґрунтувати (див. попередній пункт).	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Для перевірки правильності вольтамперометричної методики визначення Кадмію використали атомно-абсорбційну методику, яка не містить систематичну похибку. При аналізі одного й того ж об'єкту отримані наступні результати ( $\text{нг}/\text{см}^3$ ):

вольтамперометрична методика 20,5; 22,4; 23,4; 20,8  
атомно-абсорбційна методика 23,5; 20,1; 19,9; 19,2; 19,0; 22,8  
Розрахувати значення середньозваженої дисперсії.

2. *Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

При визначенні Купруму у зразку сплаву атомно-емісійним (I) та титриметричним (II) методами отримали наступні результати:

I – 12,1; 14,1; 13,6; 14,8

II – 13,40; 13,75; 13,65; 13,58

Чи можна об'єднати результати двох методів в одну вибірку для розрахунку вмісту Купруму ( $P = 0,95$ )? Відповідь підтвердити відповідними розрахунками.

### **Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 5).

*Додаткова:*

1. Математична обробка даних хімічного експерименту. Навчальний посібник / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси, ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2003. – с. 54–58. URL: <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> (дата звернення 28.08.2022)

### **Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Розрахунок критерію Стьюдента.
2. Яка мета порівняння середніх значень двох вибірок?

### **Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 7: Оцінка правильності визначень.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання та розуміння загальних положень валідації аналітичних методик і випробувань;
- ✓ вміти оцінювати правильність отриманих результатів;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «валідація аналітичних методик і випробувань» та основних її положень;
- ✓ проаналізувати актуальність даної теми у сфері медицини;
- ✓ пояснювати спосіб оцінки правильності отриманих даних за допомогою довірчого інтервалу;
- ✓ пояснювати спосіб оцінки правильності отриманих даних за допомогою критерію Стьюдента.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Критичні значення  $t$ -критерію при різних значеннях довірчої ймовірності  $P$  та ступенях свободи  $\nu$ ».
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Для того, щоб аналітична методика зайняла гідне місце в системі забезпечення якості, сприяла своєму призначенню, тобто гарантувала достовірні та точні результати аналізу, передбачена процедура валідації аналітичних методик.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю – тестовий контроль або усне опитування щодо знань основних валідаційних характеристик).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ.	Осмислення Розуміння	30 хв

	1. Валідація аналітичних методик і випробувань: основні терміни та поняття. 2. Оцінка правильності визначень.		
	Практичні завдання. 1. При визначенні масової частки Хрому у стандартному зразку сталі одержані такі дані (%): 2,51; 2,42; 2,57; 2,49. Дійсне значення масової частки Хрому у зразку сталі становить 2,57%. Встановити, чи допущена систематична похибка у визначенні масової частки Хрому у зразку ( $P = 0,95$ ) та зробити висновок щодо правильності результатів аналізу. Виконати дане завдання з використанням довірчого інтервалу.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	Самостійна робота. Чи є актуальними знання щодо валідації аналітичних методик і випробувань для майбутніх медиків? Відповідь обґрунтувати.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклади питань для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Дати визначення основним валідаційним характеристикам:

- правильність;
- прецизійність;
- збіжність;
- внутрішньолабораторна прецизійність;

- специфічність;
- межа виявлення;
- межа кількісного визначення;
- лінійність;
- діапазон застосування.

## 2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.

При визначенні масової частки Хрому у стандартному зразку сталі одержані такі дані (%): 2,51; 2,42; 2,57; 2,49. Дійсне значення масової частки Хрому у зразку сталі становить 2,57%. Встановити, чи допущена систематична похибка у визначенні масової частки Хрому у зразку ( $P = 0,95$ ) та зробити висновок щодо правильності результатів аналізу. Виконати дане завдання з використанням критерію Стьюдента.

### Рекомендована література.

#### Основна:

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 4. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2020. – 5.3.N.2. Валідація аналітичних методик і випробувань (розділ 1).

#### Додаткова:

1. Настанова Eurachem «Придатність аналітичних методів для конкретного застосування. Настанова для лабораторій з валідації методів та суміжних питань»: за ред. Б. Магнуссона та У. Ернемарка: переклад другого видання 2014. – К.: ТОВ «Юрка Любченка», 2016. – с. 6–24 URL: [https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV\\_guide\\_2nd\\_ed\\_UA.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_UA.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

2. В. А. Георгіянц, О. А. Євтіфєєва. Валідація аналітичних методик у фармації: теорія, нормативні аспекти, проблеми практики // Фармацевтичний часопис, № 2, 2007. – с. 13–18. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas/article/view/3137> (дата звернення 28.08.2022)

### Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Основні валідаційні характеристики (правильність; прецизійність; збіжність; внутрішньолабораторна прецизійність; специфічність; межа виявлення; межа кількісного визначення; лінійність; діапазон застосування).
2. Способи оцінки правильності визначень.

### Розробники методичної рекомендації:

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії, Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 8: Оцінка збіжності результатів паралельних випробувань.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання та розуміння загальних положень валідації аналітичних методик і випробувань;
- ✓ вміти оцінювати збіжність результатів паралельних випробувань;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «прецизійність» та «збіжність»;
- ✓ проаналізувати актуальність даної теми у сфері медицини;
- ✓ пояснювати спосіб оцінки збіжності результатів паралельних випробувань.

### Обладнання:

1. Ксерокопії таблиці «Значення фактору  $L$  (95%,  $n$ ) для різного обсягу вибірки».
2. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Теоретичні основи валідації ґрунтуються на тісному взаємозв'язку таких наук, як аналітична хімія, метрологія та статистика. Якість проведених вимірювань аналітичним методом забезпечує метрологічний контроль. Оцінку міри валідаційних параметрів проводять за допомогою статистики.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний</b> (65%)	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Прецизійність. 2. Оцінка збіжності результатів.	Осмислення Розуміння	30 хв



	Практичні завдання. 1. Оцінити збіжність представлених результатів визначень ( $P = 0,95$ ): – результати визначення вмісту хлорид-йонів у розчині (мг): 2,30; 2,25; 2,38; 2,29.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	Самостійна робота. Запропонувати приклади застосування отриманих знань у майбутній професійній діяльності.	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний (20%)</b>	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

Оцінити розмах вибірки та стандартне відхилення для представлених результатів визначень:

– результати визначення вмісту бензойної кислоти у технічному препараті (%): 90,2; 90,5; 90,4; 89,9.

*2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

Оцінити збіжність представлених результатів визначень ( $P = 0,95$ ):

– результати визначення вмісту білка у продукті дитячого харчування (%): 14,20; 14,42; 14,49; 14,57.

**Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 4. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2020. – 5.3.N.2. Валідація аналітичних методик і випробувань (розділ 1).

*Додаткова:*

1. Настанова Eurachem «Придатність аналітичних методів для конкретного застосування. Настанова для лабораторій з валідації методів та суміжних питань»: за ред. Б. Магнуссона та У. Ернемарка: переклад другого видання 2014. – К.: ТОВ

«Юрка Любченка», 2016. – с. 46–50 URL: [https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV\\_guide\\_2nd\\_ed\\_UA.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_UA.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

2. В. А. Георгіянц, О. А. Євтіфєєва. Валідація аналітичних методик у фармації: теорія, нормативні аспекти, проблеми практики // Фармацевтичний часопис, № 2, 2007. – с. 13–18. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas/article/view/3137> (дата звернення 28.08.2022)

**Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Роль оцінки збіжності під час валідації аналітичних методик і випробувань.
2. Оцінка збіжності отриманих результатів.

**Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 9: Теорія ймовірностей у медицині.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання та розуміння основних принципів теорії ймовірностей;
- ✓ вміти оцінювати ймовірність випадкової події;
- ✓ вміти розраховувати ймовірність послідовних незалежних подій відповідно до формули Бернуллі та Пуассона;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «подія» та «ймовірність»;
- ✓ проаналізувати основні теореми теорії ймовірностей;
- ✓ пояснювати формулу Бернуллі.

### Обладнання:

1. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Вивчення теорії ймовірностей є важливою професійно-орієнтованою темою особливо в сучасних умовах, коли на перший план в створенні нових лікарських засобів виходить попереднє комп'ютерне моделювання їх структури та прогнозування властивостей.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю).		8 хв
<b>Основний (65%)</b>	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Основні поняття теорії ймовірностей. 2. Основні теореми теорії ймовірностей. 3. Послідовні незалежні випробування. Формула	Осмислення Розуміння	30 хв

	Бернуллі.		
	<p>Практичні завдання.</p> <p>1. У закритому штативі знаходиться 30 пробірок: 10 з червоним розчином, 5 – з блакитним розчином та 15 – з безбарвним розчином. Знайти ймовірність появи кольорової пробірки.</p> <p>2. Маємо три ящики, в яких знаходяться по 10 склянок з розчинами. В першому ящику 8 стандартних розчинів, у другому – 7 стандартних розчинів, у третьому – 9 стандартних розчинів. З кожного ящика навмання виймають по одній склянці. Знайти ймовірність того, що у всіх трьох вийнятих склянках розчини будуть стандартними.</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
	<p>Самостійна робота.</p> <p>Монету підкинуто 6 разів. Знайти ймовірність того, що герб випаде 4 рази.</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний (20%)</b>	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		2 хв
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи.		1 хв

*1. Приклад завдання для оцінки початкового рівня підготовки студентів.*

В аптеці є 100 упаковок одного лікарського засобу. Термін придатності 20 упаковок складає 90 % від терміну реалізації, 50 упаковок – 70 % , 24 упаковки – 50 %. Термін придатності 6 упаковок закінчився. Яка ймовірність того, що взята навмання упаковка препарату може бути допущена до реалізації?

У штативі 20 пробірок, які мають номери від 101, 102,..., до 120, розставлені в довільному порядку. Студент навмання виймає дві пробірки. Знайти ймовірність того, що будуть вийняті пробірки з номерами 101 і 120.

*2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.*

У кожному із двох ящиків міститься по 10 куль: в першому – 8 білих і 2 чорні; в другому – 7 білих і 3 чорні. З кожного ящика вибирають по одній кулі. Знайти ймовірність того, що ці кулі білі.

**Рекомендована література.**

*Основна:*

1. Слюсарчук П. В. Теорія ймовірностей та математична статистика. – Ужгород: Вид-во «Карпати», 2005. – с. 7–32. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/30615> (дата звернення 28.08.2022)

*Додаткова:*

1. Іщенко О. В., Михальчук В. М., Біла Н. І., Гайдай С. В. Білий О. В. Статистичні методи у хімії. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2012. – 11–52. URL: [https://physchem.knu.ua/materials/G1\\_1-3.pdf](https://physchem.knu.ua/materials/G1_1-3.pdf) (дата звернення 28.08.2022)

**Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:**

1. Сумісні та несумісні події.
2. Теореми додавання та множення ймовірностей.

**Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

## Тема заняття № 10: Розрахунок параметрів лінійної залежності.

### Компетенції:

- ✓ демонструвати знання та розуміння основ регресійного аналізу;
- ✓ вміти розраховувати константи лінійної регресії;
- ✓ вміти визначати межу виявлення аналітичної методики;
- ✓ демонструвати здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Мета:

- ✓ розкрити значення термінів «регресія» та «кореляція», «градувальна характеристика засобу вимірювання» та «межа виявлення аналітичної методики»;
- ✓ порівняти лінійні та нелінійні регресії;
- ✓ проаналізувати основи методу найменших квадратів.

### Обладнання:

1. Калькулятор для проведення розрахунків.

### План та організаційна структура заняття

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
<b>Підготовчий</b> (15% від тривалості заняття)	Організаційні питання	Ознайомлення	1 хв
	Формування мотивації <i>Актуальність теми:</i> Хімічний аналіз – складний багатостадійний процес. Вміст компонента розраховують на основі функціональної залежності аналітичного сигналу від вмісту. Межа виявлення є обов'язковою метрологічною характеристикою методик кількісного визначення мікрокомпонентів.	Сприйняття	3 хв
	Контроль початкового рівня підготовки (стандартизовані засоби контролю – тестовий контроль або усне опитування щодо знань основ регресійного аналізу).		8 хв
<b>Основний (65%)</b>	Диспут, обговорення питань відповідно до теми заняття, розв'язання задач та вправ. 1. Основи регресійного аналізу. 2. Лінійні та нелінійні регресії.	Осмислення Розуміння	30 хв

	3. Статистична оцінка межі виявлення.																																						
	<p>Практичні завдання.</p> <p>1. Для спектрофотометричного визначення вмісту Купруму експериментально отримана така градувальна залежність (<math>y</math> – оптична густина):</p> <table border="1" data-bbox="486 492 925 705"> <tr> <td><math>x_{Cu}</math> мкг/см<sup>3</sup></td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td><math>y</math></td> <td>0,081</td> <td>0,154</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,233</td> <td>0,320</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,474</td> <td>0,788</td> <td></td> </tr> </table> <p>Розрахувати параметри <math>a</math> і <math>b</math> лінійної залежності <math>Y = a + bx</math>.</p> <p>2. Розрахувати коефіцієнт чутливості та межу виявлення (при <math>P = 0,999</math>) при визначенні фенолу спектрофотометричним методом, якщо отримані такі дані для побудови градувального графіку:</p> <table border="1" data-bbox="486 1131 861 1400"> <tr> <td><math>c</math>, мкг/см<sup>3</sup></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td><math>A</math></td> <td>0,050</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,241</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,452</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,820</td> </tr> </table> <p>Середнє значення оптичної густини при <math>c=0</math> отримано з наступних значень: 0,055; 0,047; 0,053; 0,045; 0,048; 0,050; 0,052.</p>	$x_{Cu}$ мкг/см <sup>3</sup>	0,5	1,0	1,5		2,0	3,0	5,0	$y$	0,081	0,154			0,233	0,320			0,474	0,788		$c$ , мкг/см <sup>3</sup>	0		1,0		2,0		4,0	$A$	0,050		0,241		0,452		0,820	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв
$x_{Cu}$ мкг/см <sup>3</sup>	0,5	1,0	1,5																																				
	2,0	3,0	5,0																																				
$y$	0,081	0,154																																					
	0,233	0,320																																					
	0,474	0,788																																					
$c$ , мкг/см <sup>3</sup>	0																																						
	1,0																																						
	2,0																																						
	4,0																																						
$A$	0,050																																						
	0,241																																						
	0,452																																						
	0,820																																						
	<p>Самостійна робота.</p> <p>Спектрофотометричне визначення концентрації Купруму у досліджуваному зразку було проведено із застосуванням градувальної залежності з прикладу 1 попереднього пункту. Значення оптичної густини становить 0,517. Розрахувати</p>	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	5 хв																																				

	концентрацію Купруму у досліджуваному розчині.		
	Узагальнення знань.	Закріплення	5 хв
<b>Заключний</b> (20%)	Контроль кінцевого рівня підготовки (письмове завдання).	Відтворювання	15 хв
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента.		3 хв

1. Приклади питань для оцінки початкового рівня підготовки студентів.

- 1) Що таке регресійний аналіз?
- 2) Лінійні та нелінійні регресії.
- 3) Послідовність етапів регресійного аналізу.
- 4) Статистична оцінка параметрів лінійної залежності.
- 5) Що таке коефіцієнт кореляції?
- 6) Що таке лінійність методики?
- 7) Що таке межа виявлення аналітичної методики?
- 8) Що таке межа кількісного визначення аналітичної методики?
- 9) Статистична оцінка межі виявлення.

2. Приклад завдання для оцінки кінцевого рівня підготовки студентів.

Газохроматографічне визначення вмісту ацетальдегіду (АА) у спиртовмісній рідині проводили на основі наведеної градувальної залежності:

$x_{AA}, \%$	0,10	0,35	0,52	0,84
$S, \text{ у.о. (площа піку)}$	65	262	380	615

Розрахувати параметри  $a$  і  $b$  лінійної залежності  $Y = a + bx$ . Визначити вміст ацетальдегіду у зразку, якщо при аналізі досліджуваного зразку отримано значення  $S = 188 \text{ у.о.}$

### Рекомендована література.

*Основна:*

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 2. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2018. – 5.3.N.1. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту (розділ 7).

*Додаткова:*

2. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 4. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2020. – 5.3.N.2. Валідація аналітичних методик і випробувань (розділ 1).

### Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Основи регресійного аналізу.



2. Межа виявлення аналітичної методики.

**Розробники методичної рекомендації:**

Пушкарьова Я.М., доцентка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії,  
Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.