

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Президент  
Національного університету  
«Києво-Могилянська академія»



Сергій КВІТ

«26» березня 2025 р.

**ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**  
для вступників на навчання до аспірантури для здобуття ступеня  
доктора філософії (PhD) за спеціальністю ЕЗ «Хімія»  
(галузь знань: Е «Природничі науки, математика та статистика»;  
освітньо-наукова програма «Хімія»)

Схвалено  
Вченою радою факультету природничих наук  
(протокол № 5 від «26» березня 2025 р.)

## I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фахове вступне випробування за спеціальністю ЕЗ «Хімія» (освітньо-наукова програма: «Хімія») передбачено Правилами прийому до Національного університету «Києво-Могилянська академія» в 2025 році для тих вступників, які вступають на навчання для здобуття ступеня доктора філософії.

Фахове вступне випробування за спеціальністю ЕЗ «Хімія» має за мету з'ясування рівня професійних компетенцій, теретичних знань і практичних навичок абітурієнтів з базових хімічних дисциплін (Неорганічна хімія, Фізична хімія, Органічна хімія, Аналітична хімія та Фізико-хімічні методи аналізу); визначення їхньої готовності до засвоєння відповідної освітньої програми.

Фахове вступне випробування за спеціальністю ЕЗ «Хімія» проводиться у формі **усної співбесіди**, під час якого кожен абітурієнт надає відповіді на три питання, вміщені в обраному ним білеті.

**Кількість білетів – 10**

**Тривалість письмового екзамену – 30 хв.**

**Зразок білета:**

1. Основні принципи хроматографічного методу і його переваги. Види хроматографічного методу. Газова та рідинна хроматографія
2. Закон світловбирання Бугера-Ламберта-Бера та його математичний вираз. Величини, що характеризують вбирання як основну характеристику чутливості фотометричної реакції. Ефективний та істинний молярний коефіцієнт вбирання. Відхилення від основного закону світловбирання.
3. При газофазному нітруванні пропану одержують суміш 1-нітропропану, 2-нітропропану, нітроетану та нітрометану. Якому продукту реакції відповідає наданий спектр  $^1\text{H}$  ЯМР .  
Спектр  $^1\text{H}$  ЯМР ( $\text{CCl}_4$ ,  $\delta$ , м.ч.) : 1.95 (триплет, 3H), 4.5 (секстет, 2H), 4.5 (триплет, 2H).

## II. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

**Оптичні методи аналізу.** Природа електромагнітного випромінювання. Хвильові і корпускулярні властивості світла. Спектр електромагнітного випромінювання, його основні характеристики та способи їх виразу (довжина хвилі, частота, хвильове число, інтенсивність випромінювання). Ділянки спектра, які використовуються в аналізі.

Спектр атомів. Основні і збуджені стани атомів та їх характеристика. Енергетичні переходи. Імовірності електронних переходів і час життя збуджених атомів. Спектральні лінії. Зв'язок інтенсивності з числом випромінювальних частинок.

Спектр молекул. Повна енергія молекули як сума електронної коливної і обертальної енергії. Основні і збуджені стани молекул. Особливості молекулярних спектрів. Залежність виду спектра від агрегатного стану речовини.

**Фотометричні методи аналізу.** Колориметричні методи. Фотоколориметрія і спектрофотометрія розчинів. Теоретичні основи методу. Закон світловбирання Бугера-Ламберта-Бера та його математичний вираз. Величини, що характеризують вбирання як основну характеристику чутливості фотометричної реакції. Ефективний та істинний молярний коефіцієнт вбирання. Відхилення від основного закону світловбирання. Причини відхилення, пов'язані з немонохроматичністю світлового потоку та станом вбираючих світло частинок у розчині. Способи визначення концентрації речовин у фотометричному аналізі: розрахунковий за відомим молярним коефіцієнтом, калібрувальний графік, порівняння оптичних густин, добавок.

УФ-видима спектроскопія (введення та принципи). Визначення УФ-випромінювання. Принципи УФ-видимої спектроскопії. Спектри вбирання та закони вбирання. Типи переходів, хромофорний ефект, правило Woodward-Feiser, ефекти розчинника.

### **Атомно-абсорбційний спектральний аналіз**

Теоретичні основи методу. Способи атомізації. Джерела характеристичного випромінювання. Методи визначення концентрації: метод порівняння, метод калібрувального графіку, метод добавок. Можливості та застосування методу.

**Люмінесцентний спектральний аналіз.** Явище люмінесценції. Флуоресценція і фосфоресценція. Люмінофори. Закон Стокса. Енергетичний вихід люмінесценції, залежність від ряду факторів. Види люмінесцентного аналізу: сортовий аналіз, кількісний люмінесцентний аналіз, хімічний люмінесцентний аналіз, люмінесцентна хроматографія.

**Інфрачервона-спектроскопія.** Походження ІЧ - спектрів. Валентні та деформаційні коливання. Ймовірність коливальних переходів. Основні спектральні лінії. Обертони. Можливості Фур'є-спектроскопії та її переваги порівняно з традиційною спектроскопією.

Фундаментальні переходи в коливальних спектрах хімічних сполук; Фактори, що впливають на інтенсивність смуги вбирання. Залежність коливальних спектрів від хімічної будови молекул. Найважливіші характеристичні смуги вбирання в області основних частот коливань неорганічних, органічних та полімерних сполук. Ідентифікація речовин за ІЧ - спектрами. Атласи спектрів. Застосування ІЧ - спектроскопії для аналізу об'єктів навколишнього середовища.

### **Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.**

Радіоспектрметри. Розчинники та внутрішні еталони. Основні параметри спектру ЯМР (хімічний зсув сигналу, мультиплетність сигналу та константа спін-спінової взаємодії, інтегральна інтенсивність). Можливості методу по визначенню будови сполук, кількісному аналізу сумішей, дослідженню швидких перегрупувань та реакцій обміну. Недоліки методу спектроскопії ЯМР  $H^1$ .

Спектроскопія магнітного резонансу на інших ядрах ( $^{13}C$ ,  $^{15}N$ ,  $^{19}F$ ,  $^{31}P$ ). Особливості запису спектрів. Основні параметри спектру ЯМР інших ядер (хімічний зсув сигналу, мультиплетність сигналу та константа спін-спінової взаємодії, інтегральна інтенсивність). Методики спрощення спектрів ЯМР інших ядер. Можливості методу магнітного резонансу. Твердотільний ЯМР.

**Структурна мас-спектрометрія.** Методи йонізації молекул. Принципи отримання мас-спектрів і схема мас-спектрометра. Типи йонів, що фіксуються в мас-спектрометрі. Напрямки фрагментації в мас-спектрі для визначення структурних елементів у молекулі речовини. Особливості мас-спектрів сполук різних класів. Можливості методу структурної мас-спектрометрії. Визначення структурних елементів сполук за їх мас-спектрами. Поняття про хромато-мас-спектрометрію.

Сумісне використання спектральних методів для визначення будови сполук. Визначення за УФ-спектром кон'югованих кратних зв'язків, ароматичного ядра та карбонільної групи. Підтвердження за ІЧ-спектром вмісту вищезгаданих груп та визначення інших функціональних груп за характеристичними частотами коливань. Підтвердження за даними спектрів ЯМР наявності в молекулі знайдених функціональних груп та визначення розташування різних атомів в молекулі. Основні напрямки фрагментації в мас-спектрі для визначення структурних елементів у молекулі речовини.

**Термофізичні методи аналізу.** Основні поняття принципів термофізичних методів дослідження. Термічні переходи в полімерних і неполімерних матеріалах. Короткі характеристики методів дослідження диференціально-сканувальної калориметрії (ДСК) та термо-гравіметричного аналізу (ТГА)

**Хроматографія.** Основні принципи методу і його переваги. Види хроматографічного методу. Газова та рідинна хроматографія. Високоефективна рідинна хроматографія. Хроматографічні характеристики (коефіцієнт ємкості, коефіцієнт розділення, характеристики піків). Основні теоретичні положення. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Хроматографічний аналіз (якісний і кількісний). Йонообмінна хроматографія.

#### **Потенціометричні методи аналізу**

Загальна характеристика методу. Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Потенціометричне титрування: Вимірювання електродного потенціалу в процесі титрування. Криві титрування. Реакції, що використовуються в потенціометричному титруванні, та вимоги до них. Переваги і недоліки потенціометричного титрування.

#### **Полярнографічні методи аналізу**

Суть методу і його переваги. Явище поляризації та його види. Характеристика полярнографічної, кривої та умови її одержання. Конденсаторний (ємкісний), міграційний і дифузійний струми. Граничний дифузійний струм.

#### **Кондуктометричні методи аналізу**

Теоретичні основи методу. Питома та еквівалентна електропровідність і зв'язок між ними. Вплив концентрації електролітів на електропровідність. Пряма кондуктометрія і кондуктометричне титрування. Реакції, які застосовуються в кондуктометричному титруванні. Високочастотне титрування.

**Електронна мікроскопія.** Компоненти електронної мікроскопії. Види електронної мікроскопії. Просвічувальна електронна мікроскопія (ПЕМ) та можливості її застосування до різних об'єктів. Сканувальна електронна мікроскопія (СЕМ, СТМ). Кількісний аналіз поверхні твердих тіл. Методи фазової електронної мікроскопії та їх використання. Принцип дії електронного мікроскопа.

**Рентгено-фотоелектронна спектроскопія (РФЕС - XPS).** Застосування РФЕС для хімічного аналізу. Оже-електрони і рентгенівські кванти. Хімічні зсуви в РФЕ спектрах. Кількісний аналіз поверхні твердих тіл. Структура максимумів РФЕ спектрів.

### III. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ

1. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс. –Київ: ВТФ "Перун", 2007. – 480 с.
2. Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, David L. Bryce Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2014, 464 p.
3. Tony Owen // Fundamentals of modern UV-visible spectroscopy, Agilent Technologies, 2000.
4. Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Second Edition / [Brian C. Smith](#) .- Taylor & Francis, 2011.- 207 p.
5. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications / B. Stuart .- John Wiley & Sons, 2004.-203p.
6. Spectrometric identification of organic compounds // RM Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, D.L. Bryce. – 2014.
7. Thermal analysis of polymers. Fundamental and applications. Eds.: J.D. Menczel, R.B.Prime. - Willey: Hoboken, 2009, 385.
8. Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях:навч.-метод. посібн. – Львів: ЛНУ ім.. І.Франка, 2009. – 304с.
9. Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Л.: Каменяр, 1993. - 164с.
10. Stokes, Debbie J. (). Principles and Practice of Variable Pressure Environmental Scanning Electron Microscopy (VP-ESEM). Chichester: John Wiley & Sons. 2008,- 467 p.

### IV. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Результати фахового вступного випробування за спеціальністю ЕЗ «Хімія» (освітньо-наукова програма: «Хімія») оцінюються за **200-бальною шкалою**.

Оцінювання екзаменаційної роботи за спеціальністю ЕЗ «Хімія» (освітньо-наукова програма: «Хімія») здійснюється за такими критеріями:

Кількість балів	Критерії оцінювання
<b>181 – 200</b>	Абітурієнт надав правильні та повні відповіді на всі 3 екзаменаційні питання, виявив глибоке розуміння їхньої суті та змісту, а також високий рівень теоретичних знань і практичних умінь з фахових дисциплін. Відповіді абітурієнта засвідчують здатність до аналізу й інтерпретації засвоєного матеріалу, відмінне володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.

<b>151 – 180</b>	Абітурієнт надав правильні та повні відповіді не менше ніж на 2 екзаменаційні питання або правильно, але недостатньо повно, відповів на всі 3 питання. Відповіді абітурієнта засвідчують у цілому високий рівень засвоєння програмного матеріалу, здатність до його аналізу та інтерпретації, належне володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.
<b>100 – 150</b>	Абітурієнт надав правильну та повну відповідь не менше ніж на одне екзаменаційне питання. Відповіді абітурієнта засвідчують задовільний рівень засвоєння програмного матеріалу і здатності до його засвоєння та інтерпретації, а також достатнє володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.
<b>0 – 99</b>	Абітурієнт не надав правильної та повної відповіді на жодне екзаменаційне питання. Відповіді абітурієнта засвідчують незадовільний рівень засвоєння програмного матеріалу і здатності до його засвоєння та інтерпретації, недостатнє володіння навичками логічного і послідовного викладу та його мовностилістичного оформлення.

Абітурієнт вважається таким, що склав фахове вступне випробування за спеціальністю ЕЗ «Хімія» (освітньо-наукова програма: «Хімія»), якщо оцінка за письмову екзаменаційну роботу становить **130 – 200 балів**.

У випадку, якщо екзаменаційна оцінка становить **0 – 129 балів**, абітурієнт вибуває з конкурсного відбору на спеціальність ЕЗ «Хімія» (освітньо-наукова програма: «Хімія»)

## **V. АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

5.1. Вступне випробування проводиться дистанційно з паралельною онлайн-присутністю вступника під час проходження іспиту на платформі Microsoft Teams або ZOOM з обов'язково увімкненою камерою.

Початок вступного випробування визначається розкладом вступних випробувань. Вступник повинен зайти на платформу та пройти процедуру ідентифікації (приблизно за 30 хвилин до початку).

У разі початку повітряної тривоги вступник має терміново повідомити членів комісії в чаті MS Teams або ZOOM групи. Іспит для цього вступника буде скасовано, а у вступника з'являється можливість скласти іспит у резервний час згідно з графіком.

5.2. Для реєстрації вступника на вступний іспит буде використана поштова скринька, яку вступник зазначив у своєму електронному кабінеті вступника.

5.3. Вступник отримує запрошення на пошту, вказану при реєстрації в електронному кабінеті вступника. Адміністрація НаУКМА не несе відповідальності за помилку в адресі електронної скриньки вступника, яка використовується для авторизації.

5.4. Приймальна комісія додає вступників до екзаменаційних груп відповідно до поданих заяв.

5.5. У день проведення випробування вступник долучається до відеоконференції під власним прізвищем, ім'ям та іменем по батькові повністю з обов'язково увімкненою камерою.

5.6. Вступник проходить ідентифікацію через представлення документу, який офіційно підтверджує особу вступника.

5.7. Вступник проходить вступне випробування з постійно увімкненою камерою. У разі, якщо камера буде вимкнена, екзаменаційна комісія не буде брати до розгляду результати вступного випробування.

5.8. При виникненні питання вступник може поставити його через чат зустрічі або вголос, «піднявши руку».

5.9. Мікрофони під час проходження тестування будуть вимкнені та за потреби вмикатимуться членами комісії.

5.10. Під час проведення ідентифікації вступників та тестування буде відбуватись запис.

5.11. Результати вступного іспиту Приймальна комісія оприлюднює протягом доби після завершення іспиту на сайті Приймальної комісії.

**Голова фахової атестаційної комісії**



**Поліна Вакулюк**