

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК

«22» березня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ**

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань	<u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)
спеціальність	<u>102 Хімія</u> (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень	<u>бакалавр</u> (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	<u>Хімія (високі технології)</u> (назва освітньої програми)
спеціалізація (за наявності)	_____ (назва спеціалізації)
вид дисципліни	обов'язкова/ <u>вибіркова</u> /факультативна
	Форма навчання <u>денна</u>
	Навчальний рік <u>2022/2023</u>
	Семестр <u>4</u>
	Кількість кредитів ECTS <u>4</u>
	Мова викладання, навчання та оцінювання <u>українська</u>
	Форма підсумкового контролю <u>іспит</u>

Викладачі: Лозовський В.З., Разумова М.А., Мішакова Т.О.

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)


Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Розробник(и): *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*  
Лозовський В.З., д.ф.-м.н., проф., зав. кафедри теоретичних основ високих технологій  
Разумова М.А., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

  
\_\_\_\_\_ (Лозовський В.З.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «5» березня 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Русінчук Н.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – забезпечення майбутніх фахівців з високих технологій у хімії необхідним математичним апаратом, формування у них базових математичних знань для розв’язування практичних задач зі сфери їх професійної діяльності; розвиток умінь аналітичного мислення та математичного формулювання прикладних задач з орієнтацією на проблеми фахової діяльності.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Успішне опанування курсу “Вища математика”
2. Володіння навичками диференціювання та інтегрування, розв’язувань диференціальних рівнянь, розкладання функції в ряд Фур’є.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Мета курсу полягає в оволодінні студентами математичними методами, а також у формуванні у студентів цілісної системи знань та наукового способу мислення на основі понятійного апарату, підходів та ідей математичної фізики, прикладів аналізу конкретних хімічних моделей та відповідних математичних задач, у закріпленні здобутих раніше математичних знань.

**4. Завдання (навчальні цілі):** досягнення інтегральних компетентностей студента – сприяти досягненню здатності вирішувати завдання в галузі хімічних наук і на межі предметних галузей, що передбачає застосування теорій та методів математичних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

*Навчальні цілі дисципліни спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетентностей:*

*ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*

*ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*

*ЗК3. Здатність працювати у команді.*

*ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).*

*ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

*ЗК11. Здатність бути критичним і самокритичним.*

*ФК1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.*

*ФК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.*

*ФК11. Розуміння ключових концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.*

*ФК13. Здатність застосовувати нестандартні методи та рішення для вирішення прикладної та наукової проблеми області хімії.*

**5. Результати навчання за дисципліною:** *(описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)*

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумкові й оцінці з дисципліни
Ко д	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття і методи математичної фізики	Лекція, практичне заняття	Тест	20%

\* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

\*

2.1	Вміти сформулювати фахову задачу в математичних термінах, побудувати відповідну математичну модель та знайти шляхи її розв'язання	практичне заняття, самостійна робота студентів, консультація	модульні контрольні роботи	40%
2.2	Вміти здійснювати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, аналізувати та відображати результати чисельних розрахунків.	лекції, самостійна робота студентів, консультації	Презентація і захист індивідуального розрахункового завдання	30%
4.1	Вміти самостійно розбиратися в математичному апараті, що є в рекомендованій літературі	самостійна робота студентів	Тест, модульні контрольні роботи	10%
4.2	Розвиток творчого підходу до розв'язування задач; розвиток логічного та аналітичного мислення.	практичне заняття, самостійна робота студентів		

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)**

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1	2.2	4.1	4.2
<b>Програмні результати навчання</b>					
ПРН1. 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.	+	+			
ПРН3. Описувати хімічні дані у символічному вигляді		+	+		
ПРН7. Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.			+		
ПРН16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.			+	+	+

**7. Схема формування оцінки.**

**7.1 Форми оцінювання студентів**

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях, роботу та активність на лекціях (по 30 балів у кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів). Екзаменаційний білет включає 1 теоретичне питання (10 балів) і захист індивідуального розрахункового завдання, отриманого за 1 місяць до іспиту (30 балів) (у разі незахисту індивідуального розрахункового завдання пропонується екзаменаційна задача (19 балів)).

У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та перездачі МКР.

Оцінювання за формами контролю:

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ 1</b>		<b>іспит</b>	
	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 40 балів</i>
Домашні завдання, письмові самостійні завдання		10		10		
Робота та активність на лекціях		5		5		
Модульна контрольна робота		15		15		

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.<sup>1</sup>

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 35 балів. Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 35 балів – для одержання іспиту/заліку обов’язкова перездача МКР.

**7.2 Організація оцінювання:** Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 7, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 12.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

<sup>1</sup> У випадку коли студент на екзамені набрав менше вказаної кількості балів вони не додаються до семестрової оцінки (незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру), в екзаменаційній відомості у колонці “бали за екзамен” ставиться “0”, а в колонку «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

**8. Структура навчальної дисципліни.  
Тематичний план лекцій і практичних занять**

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні вибрати необхідне	Самостійна робота
<b><u>ЗМ1: Диференціальні рівняння в частинних похідних</u></b>				
1	Задачі, що приводять до хвильового рівняння. Хвильове рівняння. Крайові (межові) та початкові умови. Постановка крайових задач. Поняття про коректно поставлені задачі. Редукція загальної крайової задачі. Інтеграл енергії та єдиність розв'язку. Задачі Штурма-Ліувілля. Метод Фур'є розв'язку крайових задач. Вільні та вимушені коливання струни.	6	10	12
2	Вступ до <i>Mathematica</i> . Функції. Розв'язок рівнянь. Інтегрування і диференціювання. Знаходження сум. Розв'язок диференціальних рівнянь і рівнянь в частинних похідних. Побудова графіків. Інтерполяція функцій. Розкладання функцій у ряд.	4		6
3	<i>Функціональні простори</i> . Функція як вектор. Скалярні добутки і ортогональність функцій. Лінійна незалежність функцій. Ортогоналізація базисних функцій. Диференціальні оператори. Формування спеціальних функцій. Розклад функції по системі базисних функцій. Ряди Фур'є. Ортогональні поліноми. Поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра. Сферичні функції. Кутовий розподіл електронної густини в атомі для різних станів. Поліноми Лагерра. Поліноми Чебишева-Ерміта. Приєднані функції Чебишева-Ерміта. Метод твірних функціоналів.	6		10
4	Вільні коливання прямокутної та круглої мембрани. Власні функції циліндра і сфери.	2	4	6
5	Атом водню.	2		4
6	<i>Диференціальні рівняння в частинних похідних</i> . Дифузія. Закони Фіка. Дифузія в одновимірній системі. Крайові задачі, що описуються диференціальним рівнянням дифузії з заданими крайовими та початковими умовами.	2	10	12
	<i>Модульна контрольна робота № 1</i>		x	
<b><u>ЗМ2: Метод функцій Гріна.</u></b>				
7	<i>Метод функцій Гріна</i> . Застосування методу функцій Гріна у природничих науках. Метод функцій Гріна у випадку диференціальних рівнянь у частинних похідних. Функція Гріна одновимірної задачі дифузії.	2		4
8	Сферично-симетрична задача дифузії. Ріст	2		4

	колоїдної частинки. Дифузія молекул через стінки капіляра.			
9	Нестаціонарні процеси дифузії у тривимірному просторі. Задача Смолюховського.	2		4
10	Функція Гріна хвильового рівняння. Рівняння Гельмгольца. Електродинамічні функції Гріна.	2		4
	<i>Модульна контрольна робота № 2</i>		x	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>66</b>

\*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

<sup>2</sup>

**Загальний обсяг 120 год.<sup>3</sup>**, в тому числі:

Лекції – **30 год.**

Практичні заняття – **24 год.**

Самостійна робота – **66 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основна:

1. Неділько С.А. Математичні методи в хімії: підручник [для студ. хім. спеціал. вищ. навч. закладів] / Сергій Неділько; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1 / 11-1536 від 13.04.2004 р.]. – К.: Либідь, 2005. – 256 с.
2. David Z. Goodson, *Mathematical Methods for Physical and Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, 2011.
3. Michael E. Starzak, *Mathematical Methods in Chemistry and Physics*, Springer, 1989.
4. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навчальний посібник для студентів механіко-математичного факультету /Є. С. Вакал, А. В. Ловейкін. – К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. –188 с.
5. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.–212 с.
6. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – Київ: Либідь, 2001. – 333 с.
7. Patrick T. Tam, *A Physicist's Guide to Mathematica*. Elsevier, 2008.

### Додаткова:

1. G. Stephenson, P. M. Radmore, *Advanced Mathematical Methods for Engineering and Science Students*. Cambridge University Press, 1990.
2. R. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence. *Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide*. 3<sup>rd</sup> edition. Cambridge University Press, 2006, 1359 pp.
3. Erwin Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sons, 2010.

<sup>2</sup> У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

<sup>3</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.