

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет
Кафедра фізичної хімії



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЧНА ЕНЗИМОЛОГІЯ

для здобувачів освітньо-наукового рівня
доктор філософії

галузі знань 10 Природничі науки
спеціальність 102 Хімія
освітній рівень третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма Хімія
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання денна
Навчальний рік 2023/2024
Період навчання 2 рік
Кількість кредитів ECTS 4
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладач:

Фрицький Ігор Олегович, доктор хімічних наук, професор кафедри фізичної хімії

Пролонговано: на 2024/2025 н.р. _____ (_____) «___» _____ 202__ р.

Пролонговано: на 2025/2026 н.р. _____ (_____) «___» _____ 202__ р.

КИЇВ-2023

Розробники: **Фрицький Ігор Олегович**, *д.х.н, професор кафедри фізичної хімії*

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії



Ігор ФРИЦЬКИЙ

Протокол № 9 від "09" травня 2023 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 17 від "06" червня 2023 року

Голова науково-методичної комісії _____



Олександр РОЇК

"06" червня 2023 р.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – формування системного підходу до вивчення понять, принципів, теоретичних основ науки про ферменти, фізико-хімічних основ ферментативних процесів, ключових параметрів ферментативної кінетики, а також процесів інгібування та регуляції ферментативної активності, сучасних фізико-хімічних методів досліджень ензимів та процесів та їх участю, особливостей практичного використання ензимів та їх інгібіторів для біотехнологій, медицини, вирішення проблем охорони навколишнього середовища.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

- Знати матеріал навчальних дисциплін, що входять до професійного блоку програми вищої освіти на рівні магістра за спеціальності „хімія”.
- Знати іноземну мову на рівні B2 загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти.
- Вміти аналізувати наукову літературу і інформацію з хімії та суміжних галузей знань, що надаються нормативними курсами для підготовки фахівців ОКР „магістр” зі спеціальності „хімія”.
- Володіти навичками роботи в хімічній лабораторії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «Хімічна ензимологія» надає комплексні знання принципів, теоретичних основ застосування фізико-хімічних підходів для опису будови та властивостей ферментів, основних закономірностей та методів дослідження ферментативних процесів, особливостей їх практичного застосування. В рамках курсу розглядаються питання будови ферментів, ферментативної кінетики, інгібування, регуляції та деактивації ферментативної активності, використання ферментів та їх інгібіторів в медицині і біотехнологіях.

4. Завдання: забезпечити підготовку аспірантів до дослідницької роботи в галузі фізичної хімії в сучасних наукових та дослідницьких хімічних лабораторіях; розвинути навички критичного аналізу і оцінки кращих сучасних підходів при плануванні і проведенні складних кількісних і якісних експериментів з використанням комплексу сучасних методів; розвинути здатність самостійно, з використанням сучасних комп'ютерних технологій, аналізувати і інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях; перевіряти одержані результати на відповідність до загальноприйнятих наукових гіпотез і теорій; сприяти розвиненню здатності розв'язувати комплексні проблеми в галузі хімії і дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань в галузі фізичної хімії; сприяти розвитку абстрактного мислення, здатності формувати робочі гіпотези та перевіряти їх на практиці; розвиток здатності до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Код</i>	<i>Результат навчання (1.знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у під- сумковій оцінці з дисципліни</i>
1.1	Знати шляхи розв'язання комплексних проблем в галузі хімічної кінетики та ензимології і ферментативного каталізу	лекції, самостійні	презентація, ПсК	5

1.2	Знати класифікацію та систематику та особливості будови найбільш важливих ензимів, субстратів, коферментів, кофакторів та простетичних груп; основні рівняння стаціонарної та нестаціонарної ферментативної кінетики, які використовуються для опису механізмів дії ензимів.	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		10
1.3	Знати системні підходи до визначення відповідних напрямків використання ферментів та їх інгібіторів	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		15
2.1	Вміти знаходити та аналізувати інформацію з різних літературних джерел щодо складу, будови та властивостей ензимів	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		10
2.2	Вміти здійснювати кінетичний аналіз ферментативних реакцій та процесів інгібування ферментативної активності	<i>практичні, самостійні</i>		20
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі основ хімічної кінетики та ензимології	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	<i>практичні, самостійні</i>		5
3.3	Здатність працювати у міжнародному просторі, вироблення у здобувачів практичних навиків командної роботи	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати пошуку	<i>практичні, самостійні</i>		10
4.2	Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати.	<i>практичні, самостійні</i>		5

4.3	Демонструвати розуміння особистої відповідальності за професійні та/або управлінські рішення чи надані пропозиції/рекомендації, які можуть впливати на міжнародну безпеку в цілому чи окремі її складові.	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		15
-----	---	--	--	----

6. В результаті вивчення дисципліни аспірант отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізичної хімії, хімічної кінетики і суміжних галузей; знання праць провідних зарубіжних вчених та фундаментальних праць у галузі дослідження, відпрацює вміння формулювати мету власного наукового дослідження з огляду на сучасні наукові тенденції, формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми та здатність аналізувати наукові праці в галузі хімії та суміжних наук, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.

Все це допоможе аспіранту навчитись проводити моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми, кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях в фахових виданнях, презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації експериментальних даних ензимологічних досліджень.

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. активність під час практичного заняття та оформлення результатів літературного пошуку;
- 1.2. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.3. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

Максимальна оцінка за семестр: **60 балів.**

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів.**

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумковий контроль (іспит)	
	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 24 бали	Max. – 40 балів
Усна відповідь (колоквіум)	2	6	2	6		
Виконання домашньої самостійної роботи	1	2	1	2		
Виконання лабораторних робіт	3	7	3	7		
Модульна контрольна робота 1	4	15				
Модульна контрольна робота 2			4	15		
Підсумковий контроль (іспит)					24	40

До іспиту може бути допущений аспірант, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Хімічна ензимологія" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання практичних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримає** за змістовні модулі сумарну оцінку в балах не менше 30 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Разом
Max. балів	30	30	40	100
Min. балів*	18	18	24	60
Min. балів**	10	10	40	60

* рекомендований мінімум; ** критичний мінімум

Для здобувачів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для заліку або критично-розрахунковий мінімум для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання колоквіуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / колоквіуму / МКР).

У випадку відсутності здобувача з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
--	--------------------------------

Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	лабораторні	практичні +конс	С/Р
Змістовий модуль 1. Особливості будови та біохімічні функції ферментів. Кінетика ферментативних процесів, їх регуляція та інгібування.					
1	Будова, властивості і функції ферментів. Класифікація і номенклатура ферментів .	2			
	Самостійна робота з літературою за темою «Класифікація і номенклатура ферментів»				13
2	Кінетика ферментативних реакцій. Моделі Міхаеліса-Ментен та Анрі. Елементарні акти в ферментативних реакціях. Швидкості елементарних стадій. рН-залежності ферментативної активності та їх інтерпретація. Вплив температури на швидкість ферментативних реакцій.	2			
	Самостійна робота з літературою за темою «Дискримінація моделей Міхаеліса-Ментен та Анрі»				13
3	Інгібування ензимів, типи інгібіторів ферментів. Оборотно і необоротне інгібування. Конкурентне, неконкурентне, безконкурентне інгібування. Субстратне інгібування. Самостійна робота з літературою	2			13
4	Регуляція ферментативної активності. Аlostеричні ферменти. Самостійна робота з літературою.	1		2	13
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1			
	<i>Всього</i>	8		2	52
Змістовий модуль 2. Ферменти в реакціях гідролізу і переносу та в окисно-відновних біохімічних процесах					
5	Роль ферментів в біохімічних реакціях гідролізу та переносу. Будова, біохімічні функції та механізм каталітичної дії найважливіших гідролітичних ферментів.	2			
	Самостійна робота з інтернет-джерелами (біохімічними базами даних) за темою «Гідролітичні ферменти»			2	11
6	Серинові, цистеїнові та аспартильні гідролази. Карбоангідраза та карбоксипептидаза, інші цинквмісні ферменти. Уреаза, органофосфатази. Трансферази та кінази. Самостійна робота з літературою.	2			11
7	Окисно-відновні процеси в біологічних системах. Переніс електрона в біохімічних реакціях. Поняття про електронно-транспортні ланцюги (ЕТЛ) в біологічних системах. Мітохондріальний та фотосинтетичний ЕТЛ. Самостійна робота з літературою.	2			11
8	Будова та функції окремих редокс ферментів. ФАД/ФМН-вмісні та НАД/НАДФ-залежні ферменти. Залізовмісні протеїни. Гемопротеїни. Цитохроми.	3		2	

	Цитохроми Р-450. Пероксидази та каталази. Залізо-сірчані протеїни.				
	Самостійна робота з інтернет-джерелами (біохімічними базами даних) за темою «Оксидоредуктази»				11
	Модульна контрольна робота 2	1			
	Всього	10		4	44
	ВСЬОГО	18		6	96

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**

Практичних робіт – **4 год.**

Консультацій - **2 год.**

Самостійна робота - **96 год.**

Рекомендована література:

Основна:

1. С.Д. Варфоломеев. Химическая энзимология. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 480 с.
2. Практическая энзимология, Биссвангер, Ханс; Мосолова, Т. П.; Левашов, А. В., 2013г.
3. Д. Нельсон, М. Кохс. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах. М.: Лаборатория знаний, 2017.
4. Я. Кольман, К.-Г. Рем. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000. Ч. Кантор, П. Шиммел. Биофизическая химия. В 3-ч тт. М.: Мир, 1984-1985.
5. Основы энзимологии, Плакунов, Владимир Константинович, 2011г.

Додаткова:

1. Е. В. Румянцев, Е. В. Антипа, Ю. В. Чистяков. Химические основы жизни. М. – Химия. – 2007. – с. 321.
2. С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. Основы ферментативного катализа. М.: Изд-во химического факультета МГУ, 2001.
3. Биохимия человека. Под ред. Р.Марри, Д.Греннера, П.Мейеса, В.Родуэлла. Изд. «Мир». Москва, 2004.
4. Страйер Л. Биохимия. В 3-х томах. Т. 1. М., "Мир", 1985.
5. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир, 1979. 280 с.
6. A. Fersht. Structure and mechanism in protein science. N. Y. W. H. Freeman. 1999.

Інтернет ресурси

<https://www.brenda-enzymes.org/>

<https://www.uniprot.org/>

<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>

<http://www.ccdc.cam.ac.uk/>

<https://www.expasy.org/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

<https://www.scopus.com/>

<https://journalmetrics.scopus.com/>

<http://login.webofknowledge.com/>

<http://www.researcherid.com/>

<https://www.ebi.ac.uk/>

Введение в энзимологию В.Л. Кретович -

<http://medic-student.ru/2702-v-1-kretovich-vvedenie-v-enzimologiyu/>

Биотехнология. Книга 8: Инженерная энзимология - Березин И.В., Клёсов А.А., ... -

<http://www.tnu.in.ua/study/books.php?do=file&id=3665>

www.distedu.ru