

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Хімічний факультет  
Кафедра фізичної хімії**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Заступник декана  
з навчальної роботи  
В.О. Павленко**

**« 7 » червня 2018 року**

**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 **2018/2019**  
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 2019/2020 н.р.

*В.О. Павленко* «05» 04 2019 р.


**КИЇВ-2018**

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

Затверджено

«18» квітня 2018 року

Завідувач кафедри фізичної хімії

 \_\_\_\_\_ І.О. Фрицький  
(підпис)

Протокол № 7 від «18» квітня 2018 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від « 25 » квітня 2018 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Амірханов В.М.)

«25» квітня 2018 року

## 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>
------------	--	--	--------------------------	---

<b>1.1</b>	Знати шляхи розв'язання комплексних проблем в галузі хімічної кінетики та ензимології і ферментативного каталізу	<i>лекції, самостійні</i>	<i>презентація, ПсК</i>	5
<b>1.2</b>	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
<b>1.3</b>	Знати системні підходи до визначення відповідних напрямків використання ферментів та їх інгібіторів	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		15
<b>2.1</b>	Вміти знаходити та аналізувати інформацію з різних літературних джерел щодо складу, будови та властивостей ензимів	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		10
<b>2.2</b>	Вміти здійснювати кінетичний аналіз ферментативних реакцій та процесів інгібування ферментативної активності	<i>практичні, самостійні</i>		20
<b>3.1</b>	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
<b>3.2</b>	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	<i>практичні, самостійні</i>		5
<b>3.3</b>	Здатність працювати у міжнародному просторі, вироблення у здобувачів практичних навиків командної роботи	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		
<b>4.1</b>	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)					<b>24</b>	<b>40</b>

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 **отримав** 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	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
Min. балів *	18	18	<b>24</b>	60
Min. балів **	10	10	<b>40</b>	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, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	лабораторні	практичні +конс	С/Р
<b>Змістовий модуль 1. Особливості будови та біохімічні функції ферментів. Кінетика ферментативних процесів, їх регуляція та інгібування.</b>					
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
<b>Змістовий модуль 2. Ферменти в реакціях гідролізу і переносу та в окисно-відновних біохімічних процесах</b>					
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.	3		2	

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

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. Антина, 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](http://www.distedu.ru)