

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Павленко В.О.



“08” 05 2019 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 **2019/2020**
Період навчання **II рік**
Кількість кредитів ECTS **4 кредити (IV семестр програми підготовки за ОР «доктор філософії»)**
Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Фрицький Ігор Олегович**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «___» _____ 20__ р.

на **2021/2022** н.р. _____ (_____) «___» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробник: **Фрицький Ігор Олегович, проф., д.х.н., проф.**



ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії




_____ (Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від "09" 04 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від "08" 05 2019 року

Голова науково-методичної комісії _____  _____ (_____ Роїк О.С. _____)

"08" 05 2019 року

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 ОКР „магістр” зі 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: навчальна задача курсу полягає у здатності розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

Навчальний курс забезпечує загальнонаукову підготовку майбутнього доктора філософії, спрямовану на:

- формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору;

- набуття універсальних навичок дослідника, зокрема усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації, управління науковими проектами та/або складення пропозицій щодо фінансування наукових досліджень, реєстрації прав інтелектуальної власності;

- опанування іноземної мови в обсязі достатньому для представлення та

обговорення результатів своєї наукової роботи іноземною мовою (англійською або іншою відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формі, а також для повного розуміння іншомовних наукових текстів з хімічної спеціальності.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант має

- уміти знаходити та аналізувати інформацію з різних біохімічних і протеїнових баз даних;
- уміти продемонструвати поглиблені знання з кінетики ферментативних реакцій, біоенергетики, мембранних процесів, будови та функції біомолекул;
- уміти користуватися сучасним програмним забезпеченням для візуалізації тривимірної будови протеїнів;
- уміти самостійно проводити дослідження кінетики та інгібування ензиматичних реакцій;
- уміти проводити математичну обробку результатів кінетичного експерименту з використанням сучасного програмного забезпечення.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних робіт ПтК-1 та контроль самостійної роботи ПтК-2), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати шляхи розв'язання комплексних проблем в галузі хімічної кінетики та ензимології і ферментативного каталізу	лекції, самостійні	Case study, презентація	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.	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10

1.3	Знати системні підходи до визначення відповідних напрямків використання ферментів та їх інгібіторів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
2. Вміння				
2.1	Вміти знаходити та аналізувати інформацію з різних літературних джерел щодо складу, будови та властивостей ензимів	практичні, самостійні семінарське заняття, модельоване заняття	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
2.2	Вміти здійснювати кінетичний аналіз ферментативних реакцій та процесів інгібування ферментативної активності	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	20
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-кому-нікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі основ хімічної кінетики та ензимології	лекції, практичні, самостійні семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія, вирішення конкретних задач та ситуацій	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.3	Здатність працювати у міжнародному просторі, вироблення у здобувачів практичних навиків командної роботи	лекції, практичні, самостійні семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія	ПсК	
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати пошуку	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10

4.2	Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати.	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	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, зокрема проблеми енергозалежності	семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія, вирішення конкретних задач та ситуацій	виконання творчих аналітично-розрахункових робіт, Case study, презентація, дискурс, екзамен.	15

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	
Знання												
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+			+			+					
Концептуальні наукові та практичні знання		+		+			+					
Критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	+			+								
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+								
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики		+	+									
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин	+	+	+	+								
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ	+	+	+	+								
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку	+			+								
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+	+				+	+	
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+	+				+	+	

ПРН	РНД (код)											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+			+	+				
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.				+			+	+				
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.				+			+	+	+	+		
Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством в цілому			+					+				
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.				+			+	+				
Використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях												
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.				+		+	+	+	+	+		
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.				+			+	+				
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.				+	+	+	+	+	+	+		
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	+		
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	+									+	+	
Демонстрація значної авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності			+			+		+				

ПРН	РНД (код)											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	
Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

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.

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

Для докторів філософії, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 36 балів* для одержання іспиту обов'язково повинен відпрацювати лабораторні роботи і перескласти модульні контрольні роботи.

У випадку відсутності доктора філософії 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.

При простому розрахунку отримаємо:

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

До іспиту може бути допущений доктор філософії, 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, складання колоквіумів), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримав** за змістовні модулі сумарну оцінку в балах **не менше 36 балів** (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для докторів філософії, 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 студента 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

Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно / excellent
85 – 89	4	добре / good
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно / satisfactory
60 – 64		
0 – 59	2	не задовільно / fail

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	лабораторні	практичні	С/Р
	<i>Змістовий модуль 1. Особливості будови та біохімічні функції ферментів. Кінетика ферментативних процесів, їх регуляція та інгібування.</i>				
1	Будова, властивості і функції ферментів. Класифікація і номенклатура ферментів .	2			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			12
3	Інгібування ензимів, типи інгібіторів ферментів. Оборотно і необоротне інгібування. Конкурентне, неконкурентне, безконкурентне інгібування. Субстратне інгібування.	2			12
4	Регуляція ферментативної активності. Алостеричні ферменти.	2		2	12
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1			
	<i>Всього</i>	9			49
	<i>Змістовий модуль 2. Ферменти в реакціях гідролізу і переносу та в окисно-відновних біохімічних процесах</i>				
5	Роль ферментів в біохімічних реакціях гідролізу та переносу. Будова, біохімічні функції та механізм каталітичної дії найважливіших гідролітичних ферментів.	2			12
6	Серинові, цистеїнові та аспартильні гідролази. Карбоангідраза та карбоксипептидаза, інші цинквмісні ферменти. Уреаза, органофосфатази. Трансферази та кінази.	2			12
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.	2			12
8	Будова та функції окремих редокс ферментів. ФАД/ФМН-вмісні та НАД/НАДФ-залежні ферменти. Залізовмісні протеїни. Гемопротеїни. Цитохроми. Цитохроми Р-450. Пероксидази та каталази. Залізо-сірчані протеїни.	2		2	13
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1			
	<i>Всього</i>	9			49
	ВСЬОГО	18		4	98

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:
Лекцій – **18 год.**
Практичних робіт – **4 год.**
Самостійна робота - **98 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. А. Fersht. Structure and mechanism in protein science. N. Y. W. H. Freeman. 1999.

Интернет 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-l-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