


**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
ХІМІЯ МЕТАЛОПРОТЕЇНІВ

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
освітній рівень **“бакалавр”**
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2019/2020**
Семестр **VIII**

(VIII семестр програми підготовки за ОР «бакалавр»)
Кількість кредитів ECTS **3 кредити**
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  ()
"08" 05 2019 року

1. Мета дисципліни – формування знань з хімії білків, що містять іони металів, її місця та значення у системі уявлень про хімію біологічних молекул, основні методи досліджень білків та металобіомолекул.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Володіти базовими знаннями загальної хімії.
2. Знати програмний матеріал базових курсів неорганічної та органічної хімії на рівні бакалаврату.
3. Знати програмний матеріал спеціальних курсів координаційної та біонеорганічної хімії на рівні бакалаврату.
3. Володіти основами знань хімії білка та механізмів неорганічних реакцій на рівні програми базових курсів неорганічної та органічної хімії бакалаврату.

3. Анотація навчальної дисципліни. В рамках курсу «Хімія металопротеїнів» вивчаються основні поняття хімії металовмісних білків різних типів. Розглядаються питання класифікації, будови, механізмів хімічних реакцій та процесів переносу електрона за участю металоферментів, транспортних та електронотransпортних металовмісних білків.

4. Завдання: розвиток теоретичних уявлень студентів про класифікацію білків та ферментів, особливості статичної та динамічної стереохімії; методи досліджень структури металопротеїнів та встановлення будови їх металовмісних та металозв'язуючих центрів; роль іонів металів у ферментативних, транспортних та електронотransпортних біохімічних процесах.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних ПтК-1 і лабораторних робіт ПтК-2 та контроль самостійної роботи ПтК-3), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати місце хімії металопротеїнів системі природничих наук	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Знати класифікацію та систематику координаційних сполук, білків, ферментів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	10

1.3	Знати основні типи металовмісних білків, особливості їх будови, біохімічні функції, механізми реакцій за участю металовмісних центрів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	25
2. Вміння				
2.1	Знайти у першоджерелах інформацію про склад, будову та властивості металопротеїнів	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Вміти здійснювати кінетичний аналіз ферментативних реакцій та процесів інгібування ферментативної активності	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.3	Вміти здійснювати візуалізацію структури металопротеїнів та аналізувати особливості будови металовмісних центрів за допомогою використання баз даних протеїнів та спеціальних комп'ютерних програм	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі стереохімії природних сполук	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

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

ПРН \ РНД (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Знання										
Базові методологічні знання та розуміння основ стереохімії та суміжних галузей знань	+			+						
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+			+						
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+						
Знання основних типів хімічних реакцій та стереохімічних досліджень		+	+							
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				+	+	+			+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+			+						
Здатність описувати стереохімічні властивості координаційних та металоорганічних сполук, білків, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах		+	+	+	+	+				
Знання основних механізмів неорганічних реакцій та каталітичних перетворень		+	+	+	+	+				
Уміння										
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+			+	+		

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей						+	+	+	+	+	+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	+					+	+				
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.						+		+	+		
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.									+	+	+
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+					+					
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.						+	+			+	+
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	+							+	+	+	
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.						+			+	+	+
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.						+			+	+	
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.						+		+	+	+	+

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	+									+	+
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. колоквіум (усна відповідь);
- 1.2. активність під час практичних занять;
- 1.3. активність під час лабораторних занять;
- 1.4. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.5. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

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

8 семестр

	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

8 семестр

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

* рекомендований мінімум;

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Хімія металопротейнів" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт, здача колоквіумів), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше 36 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, 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 і лабораторних занять

8 СЕМЕСТР

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	лабораторні	практичні	С/Р
<i>Змістовий модуль 1. Особливості будови та біохімічних функцій металопротеїнів. Металопротеїни в біологічних транспортних процесах та реакціях гідролізу і переносу.</i>					
1	Металопротеїни. Класифікація металопротеїнів.	2			4
2	Сучасні методи дослідження будови металопротеїнів.	2			4
3	Сучасні уявлення про роль металів у складі металопротеїнів.	2			4
4	Роль металоферментів в біохімічних реакціях гідролізу та переносу.	2			4
5	Будова, біохімічні функції та механізм каталітичної дії найважливіших гідролітичних металоферментів.	2			4
6	Металогідролази з біядерними активними центрами	2			5
7	Металопротеїни в біохімічних процесах транспорту та зберігання кисню	2			5
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1			
	<i>Всього</i>	15			30
<i>Змістовий модуль 2. Металопротеїни в окисно-відновних та електронно-транспортних біохімічних процесах</i>					
8	Окисно-відновні процеси в біологічних системах. Поняття про електронно-транспортні ланцюги (ЕТЛ).	2			4
9	Основні компоненти мітохондріального та фотосинтетичного електронно-транспортних ланцюгів	2			4
10	Залізовмісні редокс-ферменти. Гемвмісні оксидоредуктази.	2			4
11	Цитохроми. Цитохроми P450. Пероксидази та каталази.	2			4
12	Мідьвмісні редокс-ферменти. Типи активних центрів в мільвмісних ферментах. Супероксид-дисмутаза та цитохром-с-оксидаза.	2			4
13	Нікель-та манганвмісні ферменти.	2			5
14	Фіксація азоту та азотний цикл. Нітрогенази.	2			5
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1			
	<i>Всього</i>	15			30
	ВСЬОГО	30			60

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

Рекомендована література:

Основна:

1. W. Kaim, B. Schwederski Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. John Wiley and Sons, 1994.
2. S.J. Lippard, J.M. Berg. Principles of Bioinorganic Chemistry. Acad. Press. 2004.
3. Bertini, H.B. Gray, E.I. Stiefel, J.S. Valentine, Biological Inorganic Chemistry, University Science Books, 2007.
4. R.M. Roat-Malone, Bioinorganic Chemistry: A Short Course, Wiley-Interscience, 2002.
5. Ю.В.Чистяков. Химия элементов в биологических системах. Изд-во ИГХТУ. 2004.
6. Ю.В.Чистяков. Основы бионеорганической химии. Изд. Химия КолосС. 2007.
7. Биометаллоорганическая химия. Под ред. Ж.Жауэна. Москва. БИНОМ. 2009.
8. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2007.
9. Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах. М.: Лаборатория знаний, 2017.
10. Страйер Л. Биохимия. В 3-х томах. Т. 1. М., "Мир", 1985.

Додаткова:

1. Ч. Кантор, П. Шиммел. Биофизическая химия. В 3-ч тт. М.: Мир, 1984-1985.
2. Я. Кольман, К.-Г. Рем. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000.
3. С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. Основы ферментативного катализа. М.: Изд-во химического факультета МГУ, 2001.
4. С.Д. Варфоломеев. Химическая энзимология. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 480 с.
5. М.Хьюз. Неорганическая химия биологических процессов. М.:Мир, 1983.
6. Glossary of Terms Used in Bioinorganic Chemistry. IUPAC Recommendation 1997. Pure & Appl. Chem. 1997. Vol. 69, N 6, pp. 1251-1303.
7. Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry, H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte (Eds), John Wiley and Sons, 2006.
8. J.J.R. Fraústo da Silva, R.J.P. Williams, The biological chemistry of the elements: The inorganic chemistry of life, 2nd Edition, Oxford University Press, 2001.
9. Physical Methods in Bioinorganic Chemistry, L. Que, Jr., (Ed.), University Science Books, 2000.
10. Mounicou, S., Szpunar, J. and Lobinski, R. (2009). "Metallicomics: the concept and methodology". Chemical Society Reviews 38: 1119–1138.
11. Metal Ions in Biological Systems. Eds. A.Sigel, H.Sigel. Marcel Dekker, Inc., New York. 1980-2005.
12. Биохимия человека. Под ред. Р.Марри, Д.Греннера, П.Мейеса, В.Родуэлла. Изд. «Мир». Москва, 2004.

Интернет ресурси

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

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

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

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

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
<http://www.ccdc.cam.ac.uk/>
<https://www.expasy.org/>
<https://prosite.expasy.org/>
<https://www.brenda-enzymes.org/>
<https://www.uniprot.org/>
<https://www.ebi.ac.uk/>
<https://www.researchgate.net/>