

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра фізичної хімії**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

 **Наталія УСЕНКО**



«30» 06 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ХІМІЯ МЕТАЛОПРОТЕЇНІВ**

для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова, з блоку вибору «Неорганічна хімія»

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: проф. Фрицький Ігор Олегович

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри фізичної хімії

 Ігор ФРИЦЬКИЙ

Протокол № 6 від « 02 » травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від « 29 » червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Олександр РОЇК

« 30 » червня 2022 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 металопротейнів» вивчаються основні поняття хімії металовмісних білків різних типів. Розглядаються питання класифікації, будови, механізмів хімічних реакцій та процесів переносу електрона за участю металоферментів, транспортних та електронотранспортних металовмісних білків.

4. Завдання: Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на формування здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1), здатності вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2), здатності працювати в команді (ЗК3), а також здатностей здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК5), здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження (СК7), використовувати стандартне хімічне обладнання (СК9), опановувати нові області хімії шляхом самостійного навчання (СК10), формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (СК11).

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання (1 – знати, 2 – уміти, 3 – комунікація, 4 – автономність і відповідальність)	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
1.1	Знати місце хімії металопротейнів 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
2.1	Уміти знайти у першоджерелах інформацію про склад, будову та властивості металопротеїнів	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Уміти здійснювати кінетичний аналіз ферментативних реакцій та процесів інгібування ферментативної активності	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.3	Уміти 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
3.1	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
4.1	Уміти 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
P01. 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.	+	+	+	+	+	+				
P14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.					+	+			+	+
P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+		+	+		+	
P22. Обговорювати проблеми хімії та її прикладних застосувань з колегами та цільовою аудиторією державною та іноземною мовами.								+		
P24. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+		+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. колоквиум (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
Min. балів **	10	10	40	60

* рекомендований мінімум; ** критичний 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, ніж 20 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 передачі 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

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

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій і лабораторних занять

8 СЕМЕСТР

№ тем и	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	С/Р
	Змістовий модуль 1. Особливості будови та біохімічних функцій металопротеїнів. Металопротеїни в біологічних транспортних процесах та реакціях гідролізу і переносу.			
1	Металопротеїни. Класифікація металопротеїнів.	2		4
2	Сучасні методи дослідження будови металопротеїнів.	2		4
3	Сучасні уявлення про роль металів у складі металопротеїнів.	2		3
4	Роль металоферментів в біохімічних реакціях гідролізу та переносу.	2		3
5	Будова, біохімічні функції та механізм каталітичної дії найважливіших гідролітичних металоферментів.	2		3
6	Металогідролази з біядерними активними центрами	2	3	3
7	Металопротеїни в біохімічних процесах транспорту та зберігання кисню	2	3	3
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
	<i>Усього</i>	15		23
	Змістовий модуль 2. Металопротеїни в окисно-відновних та електронно-транспортних біохімічних процесах			
8	Окисно-відновні процеси в біологічних системах. Поняття про електронно-транспортні ланцюги (ЕТЛ).	2		3
9	Основні компоненти мітохондріального та фотосинтетичного електронно-транспортних ланцюгів	2		3
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 мідьвмісних ферментах. Супероксид-дисмутаза та цитохром-с-оксидаза.	2	3	4
13	Нікель-та манганвмісні ферменти.	1		3
14	Фіксація азоту та азотний цикл. Нітрогенази.	1	4	3
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1	4	
	<i>Усього</i>	15		24
	УСЬОГО	28	14	47

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

Лекцій – **28 год.**

Консультація - **1 год**

Лабораторні - **14 год**

Самостійна робота - **47 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. Nelson, D.M., Cox, M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry* 8th Edition. W.H. Freeman 2021, 1248 pp.
6. Jan Koolman, Klaus-Heinrich Röhm. *Color Atlas of Biochemistry*. Thieme; 3rd edition, revised and updated, 2012, 506 pp.
7. Dieter Rehder. *Bioinorganic Chemistry Illustrated Edition*. Oxford University Press, 2014, 240 pp.
8. Robert Crichton. *Biological Inorganic Chemistry. A New Introduction to Molecular Structure and Function*. 3rd Edition. Academic Press, 2018, 692 pp.
9. Robert Crichton. *Biological Inorganic Chemistry. An Introduction*. Elsevier, 2008, 383 pp.

Додаткова:

1. Roger L. Miesfeld, Megan M. McEvoy. *Biochemistry*. W. W. Norton & Company; Second edition, 2021), 1392 pp.
2. Peter Ronner. *Netter's Essential Biochemistry (Netter Basic Science)*. Elsevier; 1st edition, 2017, 496 pp.
3. Judith G. Voet, Donald Voet, Charlotte W. Pratt. *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level*. Wiley; 5th edition, 2016, 1184 pp.
4. David E. Metzler. *Biochemistry: The Chemical Reactions of Living Cells*. Academic Press; 2nd edition, 2003, 1973 pp.
5. Daryl K. Murray, Robert K.; Mayes, Peter A. Rodwell, Victor W. Granner. *Harper's Biochemistry*. Appleton & Lange; 24th Ed. Edition, 1998, 848 pp.
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). "Metalomics: 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.

Інтернет 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/>