

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра біохімії

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Біонеорганічна хімія**

\_\_\_\_\_

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність (напрямок)

6.040102 Біологія

\_\_\_\_\_

(шифр, назва спеціальності)

спеціалізація

\_\_\_\_\_

(шифр, назва спеціалізації)

факультет

Біологічний

\_\_\_\_\_

(назва підрозділу)

2017/ 2018 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року, протокол № \_\_\_\_

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Бараннік Т.В., к.б.н., доцент, доцент кафедри біохімії  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Програму схвалено на засіданні кафедри біохімії

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року, № \_\_\_\_

Завідувач кафедри біохімії

\_\_\_\_\_  
(підпис) Перський Є. Е.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

Голова методичної комісії біологічного факультету

\_\_\_\_\_  
(підпис) Мартиненко В.В.  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни « Біонеорганічна хімія » складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

спеціальності 6.040102 Біологія

спеціалізації Біохімія

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: є формування у студентів системи знань про структуру та властивості комплексів металів з біомолекулами, біологічні функції комплексів біометалів та основні шляхи їх обміну в клітинах

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: (1) формування уявлень про структуру та властивості комплексів металів з біомолекулами; (2) здобуття знань про біологічні функції комплексів біометалів, (3) формування уявлень про основні шляхи обміну металів в клітинах

1.3. Кількість кредитів - 2

1.4. Загальна кількість годин - 72

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
7-й	7-й
Лекції	
32 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
40 год.	62 год.
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання: (1) Знання основ координаційної теорії; властивостей біометалів як комплексоутворювачів; біохімічних стратегій зв'язування та обміну біометалів; молекулярних функцій комплексів біометалів; (2) Вміння аналізувати біомолекули як потенційні ліганди металів, характеризувати властивості комплексів біомолекул з біометалами; аналізувати можливі шляхи обміну металів у клітині; надавати характеристику комплексів металів з біомолекулами за допомогою відповідної термінології; обговорювати біологічну роль та можливі ефекти металів у клітині, медичні аспекти обміну металів в організмі людини.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

***Розділ 1. Біомолекули як полі-гетерофункціональні сполуки і потенційні ліганди металів: молекулярні механізми взаємодії.***

*Тема 1. Координаційна теорія. Структура та властивості комплексних сполук.*

Предмет біонеорганічної хімії. Участь металів у функціонуванні живих систем. Металоміка. Комплексні сполуки у природі. Біометали.

Координаційна теорія. Варіанти природних комплексів з різноманітними координаційними числами. Стереїзомерія. Номенклатура та будова комплексних сполук. Ізомерія комплексних сполук.

Ефекти іону метала і лігандів як фактори, що впливають на координаційне число і стереохімію комплексів. Метали як кислоти Льюїса. Жорсткі та м'які кислоти та основи у складі комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук. Природа іону металу і ліганду як фактори стійкості комплексних сполук. Вплив на стійкість хелатування та макроциклів.

*Тема 2. Структура, властивості та взаємодія з металами біомолекул як полі-гетерофункціональних сполук.*

Різнманітність і взаємодія з металами природних метаболітів. Структура, властивості та взаємодія з металами природних поліамінів, поліолів, вуглеводів. Структура, властивості та взаємодія з металами природних карбонових кислот та їх похідних (оксо-, окси-, амінокислоти). Взаємодія з металами природних амінокислот та пептидів. Структура, властивості та взаємодія з металами природних ліпідів (похідні ЖК, ейкозаноїди, ізопреноїди).

*Тема 3. Карбо- і гетероцикли у складі біомолекул як ліганди металів.*

Структура, властивості та біологічна роль карбоциклічних біомолекул. Похідні бензолу та їх роль. Двохатомні феноли (катехол, катехоламіни). Біологічна роль. Меланіни. Хінони: будова, властивості, біологічна роль. Кофермент Q.

Класифікація гетероциклів за гетероатомом і їх кількістю, за числом ланок в циклі, за ступенем насиченості. Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є 5-членні гетероцикли з 1 гетероатомом (Пиррол. Тетрапирроли. Порфірини. Хлорофіл. Білірубін. Коррини. Індол та його похідні. Тіофен. Біотин).

Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є 5-членні гетероцикли з 2-ма та більше гетероатомами (Імідазол. Піразол. Оксазол. Тіазол).

Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є 6-членні гетероцикли з 1 гетероатомом (Піридин. Коферменти – похідні піридину. Нікотинамід. NAD, NADP. Піридоксальфосфат). Флавоноїди: конденсовані гетероцикли з О- як гетероатомом – структура та взаємодія з металами.

Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є 6-членні гетероцикли з 2-мя гетероатомами (Піримідин. Гідрокси-, аміно- і тіопохідні піримідину).

Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є біциклічні гетероцикли (Пурин і його похідні – гідроксипурини, амінопурини. Птеридин і його амінопохідні). Ізоалоксазин і флавіни.

## ***Розділ 2. Біологічні функції металів у природних комплексних сполуках.***

### *Тема 4. Біологічна роль металів 1 та 2 групи в біосистемах.*

Біологічна роль катіонів лужних металів. Іонофори. Магній і кальцій у біологічних системах. Регуляторна роль кальцію. Кальцій-зв'язувальні білки. Біомінералізація.

### *Тема 5. Участь металів у біокаталізі і транспорті газів.*

Механізми взаємодії металу та ферменту. Участь біометалів у гідролазних, трансферазних і ізомеразних реакціях. Участь перехідних металів у окисно-відновлювальних реакціях. Участь металів у прооксидантних процесах. Антиоксидантні ферменти.

Метал-сульфідні білки. Участь металів у обміні азоту, сірки, вуглецю та водню. Електрон-транспортні ланцюги. Дихання. Фотосинтез. Фотоліз води. Цитохроми.

Природні переносники кисню. Комплекси металів як сенсори газів.

*Тема 6. Шляхи обміну металів у клітинах. Метали у сигнальній трансдукції і регуляції генної експресії.*

Механізми захоплення та транспорту металів у клітинах. Участь білків у захваті, накопиченні і транспорті металів. Рецептори до іонів металів.

Метал-регуляторні білки. Взаємодія металів з нуклеїновими кислотами. Вплив на регуляцію генної експресії. Метал-відповідні елементи.

## ***Розділ 3. Медичні аспекти обміну металів. Медична біонеорганіка.***

### *Тема 7. Метали і розвиток захворювань.*

Зв'язок обміну металів і розвитку захворювань. Есенціальні та токсичні метали.

Механізми та прояви токсичності важких металів (ртуть, кадмій, свинець, ін.). Антидоти до металів. Зв'язок металів з розвитком оксидативного стресу та патогенезом. Вплив металів на проліферацію клітин.

Порушення обміну речовин при дефіциті есенціальних металів.

### *Тема 8. Метали у лікуванні та діагностиці захворювань.*

Метали у фармакології. Металоліки. Наночастинки на основі металів: структура і біологічні ефекти. Наномедицина.

Метали у діагностиці захворювань. Методи дослідження обміну металів.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	ср		л	п	лб	ін	ср
<b>Розділ 1.</b> Біомолекули як полі-гетерофункціональні сполуки і потенційні ліганди металів: молекулярні механізми взаємодії.												
Тема 1. Координаційна теорія. Структура та властивості комплексних сполук.	10	6				4	10	2				8
Тема 2. Структура, властивості та взаємодія з металами біомолекул як полі-гетерофункціональних сполук.	10	4				6	10	1				9
Тема 3. Карбо- і гетероцикли у складі біомолекул та комплексоутворенні.	10	4				6	10	2				8
Разом за розділом 1	30	14				16	30	5				25
<b>Розділ 2:</b> Біологічні функції металів у природних комплексних сполуках.												
Тема 4. Біологічна роль металів 1 та 2 групи в біосистемах.	8	4				4	8	1				7
Тема 5. Участь металів у біокаталізі, переносі електронів і газообміні	8	4				4	8	1				7
Тема 6. Шляхи обміну біометалів. Регуляторна роль металів у клітині.	8	4				4	8	1				7
Разом за розділом 2	24	12				12	24	3				21
<b>Розділ 3:</b> Медичні аспекти обміну металів. Медична біонеорганіка.												
Тема 7. Метали і розвиток захворювань.	10	4				6	10	1				9
Тема 8. Метали у фармакології та діагностиці	8	2				6	8	1				7
Разом за розділом 3	18	6				12	18	5				16
Усього годин	72	32				40	72	10				62

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Не передбачені навчальним планом.

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Координаційна теорія. Структура та властивості комплексних сполук.	4	8
2.	Структура, властивості та взаємодія з металами біомолекул як полі-гетерофункціональних сполук.	6	9
3.	Карбо- і гетероцикли у складі біомолекул та комплексоутворенні.	6	8
4.	Біологічна роль металів 1 та 2 групи в біосистемах.	4	7
5.	Участь металів у біокаталізі, переносі електронів і газообміні	4	7
6.	Шляхи обміну біометалів. Регуляторна роль металів у клітині.	4	7
7.	Метали і розвиток захворювань.	6	9
8.	Метали у фармакології та діагностиці	6	7
	Усього годин	40	62

### 6. Індивідуальні завдання

Не передбачене навчальним планом.

### 7. Методи контролю

Поточний контроль: 1 контрольна робота, тестування. Підсумковий контроль: екзамен.

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота								Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екз.	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
10			5 балів			5 балів		20	40	60	100

Вид роботи	Параметр оцінювання	макс	мін
Тестування	Короткі відповіді на тестові питання	20	20
Контрольна робота	Розгорнуті відповіді на 3 питання (6, 6 та 8 балів)	20	
Екзамен	Розгорнуті відповіді на 4 питання (4*15 балів)	60	30
	всього	100	50

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Карнаузов А.И., Безнис А.Т. Бионеорганическая химия: Учеб.пособие.– К.: Вища шк., 1992.– 223 с.
2. Добрынина Н.А. Бионеорганическая химия (метод. пособие), 2007.– М: МГУ.– 36 с. доступ <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/dobrinina/all.pdf>
3. Bertini I., Gray H.B., Lippard S.J. and Selverstone Valentine J.S. (1994) Bioinorganic Chemistry. – University Science Books , Mill Valley, CA. – 611 p. доступно для читання <http://authors.library.caltech.edu/25052/>

### Допоміжна література

1. Орлов В.Д., Липсон В.В., Иванов В.В. Медицинская химия.– Харьков: Фолио, 2005.– 461 с.
2. Барашков Г.К. Медицинская бионеорганика. Основы. Аналитика. Клиника.– М.: Издательство БИНОМ, 2011.- 512 с.
3. Стеценко О.В., Виноградова Р.П. Біоорганічна хімія: Навч.посібник.– К.:Вища шк., 1992.– 327 с.
4. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия: Учебник.– 2-е изд., перераб.и доп.– М.: Медицина, 1991.– 528 с.
5. Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов: Пер.с англ.– М.: Мир, 1983.– 416 с.
6. Неорганическая биохимия. Под ред. Г.Эйхорна. Пер. с англ. в 2-х тт. – М.: Мир, 1978. (Т.1.– 711 с., Т.2.– 736 с.)
7. Ленский А.С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию.– М.: Высш. шк., 1989.– 254 с.
8. Roat-Malone R.M. Bioinorganic Chemistry: A Short Course.- 2002, John Wiley & Sons, Inc.- 348pp.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/bioinorg/cont.html>  
<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/bioinorg/>  
<http://www.internetchemie.info/chemistry/bioinorganic-chemistry.htm>  
<http://metallo.scripps.edu/>  
<http://metallo.scripps.edu/promise/>  
<http://www.chemaxon.com/free-software/>  
<http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEwww/Features/CERS/TOC/mybooks.php?sorting=8>  
<http://pubs.rsc.org/en/Journals/JournalIssues/MT>