

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра біохімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Програма навчальної дисципліни

с/к Біонеорганічна хімія

(назва навчальної дисципліни)

напрямок

6.040102 Біологія

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація

Біохімія

(назва спеціалізації)

факультет

Біологічний

(назва підрозділу)

2015/ 2016 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 \_\_\_\_\_

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

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету

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

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни \_\_\_\_\_ « Біонеорганічна хімія » \_\_\_\_\_  
складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

напряму підготовки 6.040102 Біологія  
спеціалізації Біохімія

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни \_\_\_\_\_ Біонеорганічна хімія

є сучасні уяви про структуру та властивості комплексів металів з біомолекулами, біологічні функції комплексів біометалів та основні шляхи їх обміну в клітинах

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

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

Розділ 2. Біологічні функції металів у природних комплексних сполуках. Обмін металів

### ***1. Мета та завдання навчальної дисципліни***

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни \_\_\_\_\_ Біонеорганічна хімія \_\_\_\_\_

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. Основними завданнями вивчення дисципліни \_\_\_\_\_ Біонеорганічна хімія \_\_\_\_\_ є (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. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

Здатність проаналізувати біомолекули як потенційні ліганди металів, охарактеризувати властивості комплексів біомолекул з біометалами та можливі шляхи обміну металів у клітині.

#### 1.3.1. Знання:

- знати основи координаційної теорії;
- знати властивості біометалів як комплексоутворювачів;
- знати біохімічні стратегії зв'язування та обміну біометалів;
- знати молекулярні функції комплексів біометалів;
- знати напрями застосування комплексів металів в медицині.

### 1.3.2. Вміння:

- аналізувати біомолекули як потенційні ліганди металів,
- характеризувати властивості комплексів біомолекул з біметалами
- аналізувати можливі шляхи обміну металів у клітині
- надання характеристики комплексів металів за допомогою відповідної термінології з точки зору класичних теорій та знань властивостей біомолекул;
- самостійний пошук інформації щодо біологічної ролі та ефектів металів;

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань <u>Біологія</u> (шифр і назва)	Спеціальна	
Індивідуальне завдання –	Напрямок підготовки <u>040102 – Біологія</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
		4-й	4-й
Загальна кількість годин 72	Спеціалізація: <u>Біохімія</u>	Семестр	
		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1,5 (7 сем), самостійної роботи студента – 4 /тиж	Рівень вищої освіти: <u>першій (бакалаврський)</u>	Лекції	
		27 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
		–	–
		Самостійна робота	
		45 год.	62 год.
		В тому числі ІНДЗ:	
		Види контролю: 1 к/р, екзамен	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 45% / 55%

для заочної форми навчання – 15% / 85%

### 3. Виклад змісту навчальної дисципліни

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

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

Координаційна теорія. Комплексні сполуки у природі. Біометали. Варіанти природних комплексів з різноманітними координаційними числами. Стереοізомерія. Номенклатура та будова комплексних сполук. Ізомерія комплексних сполук.

Ефекти іону метала і лігандів як фактори, що впливають на координаційне число і стереохімію комплексів. Стійкість комплексних сполук. Природа іону металу і ліганду як фактори стійкості комплексних сполук.

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

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. Сучасна класифікація ліпідів. Структура, властивості та взаємодія з металами природних ліпідів (похідні ЖК, ейкозаноїди, ізопреноїди).

*Тема 3. Карбо- і гетероцикли у складі біомолекул та комплексоутворенні.*

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 по гетероатому і їх числу, по числу ланок в циклі, по ступеню 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 гетеро атомами (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 O- як гетеро атомом – структура та взаємодія з металами.

Структура та взаємодія з металами природних сполук, у складі яких є 6-членні гетероцикли з 2-ма 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. Обмін металів.*

*Тема 4. Шляхи обміну металів у клітині.*

Участь білків у захваті, накопиченні і транспорті металів. Рецептори до іонів металів.

*Тема 5. Біологічна роль металів 1 та 2 групи в біосистемах.*

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

*Тема 6. Участь металів у біокаталізі і переносі кисню.*

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

Природні переносники кисню.

*Тема 7. Вплив металів на генну експресію.*

Взаємодія металів з нуклеїновими кислотами. Вплив на регуляцію генної експресії. Метал-відповідні елементи. Комплекси металів як протипухлинні препарати.

*Тема 8. Токсичність важких металів. Метали у медицині.*

Біомолекули як потенційні ліганди важких металів. Антідоти: механізми дії.

Метали у медицині. Практичне значення комплексонів.

#### 4. 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 потенціальні ліганди металів: молекулярні механізми взаємодії.											
Тема 1. Координаційна теорія. Структура комплексних сполук.	12	4				8	12	2			10
Тема 2. Структура, властивості та взаємодія з металами полі-гетерофункціональних сполук.	14	6				8	14	1			13
Тема 3. Карбо- і гетероцикли у складі біомолекул та комплексоутворенні.	12	4				8	12	2			10
Разом за розділом 1	38	14				24	38	5			33
<b>Розділ 2:</b> Біологічні функції металів у природних комплексних сполуках. Обмін металів.											
Тема 4. Шляхи обміну металів у клітині.	5	2				3	5	1			4
Тема 5. Біологічна роль металів 1 та 2 групи в біосистемах.	10	4				6	10	1			9
Тема 6. Участь металів у біокаталізі і переносі кисню.	10	4				6	10	2			8
Тема 7. Вплив металів на генну експресію.	4	1				3	4	0,5			3,5
Тема 8. Токсичність важких металів. Метали у медицині.	5	2				3	5	0,5			4,5
Разом за розділом 2	34	13				21	34	5			29
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>27</b>				<b>45</b>	<b>72</b>	<b>10</b>			<b>62</b>

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

Не передбачені.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денне	Заочне
	Під час консультацій проводиться контрольна робота		
	<i>Усього годин</i>	2	2



## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		Форма контролю
		Денне	Заочне	
1.	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 1	24	33	Контр. робота, тестування, екзамен
2.	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 2	21	29	Контр. робота, тестування, екзамен
	<i>Усього годин</i>	<b>45</b>	<b>62</b>	

## 7. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

Не передбачене навчальним планом.

## 8. Методи навчання

Лекції і мультимедійні презентації; консультації, обговорення тем самостійної роботи; виконання і обговорення результатів лабораторних робіт; виконання і подання звітів за результатами лабораторних робіт або літературного пошуку.

Лекції побудовані у ракурсі проблемно-орієнтованого навчання з акцентом на особливості біохімії певних типів клітин. Передбачають викладення теоретичного матеріалу, ілюстровані мультимедійними презентаціями, надають теоретичну основу для подальшої роботи на лабораторних заняттях.

Лабораторні заняття передбачають роботу з клітинами еукаріот, у ході якої студенти здобувають вміння аналізу певних біохімічних характеристик клітин в нормі та в умовах стресу. Кожна лабораторна робота забезпечена інструкцією до виконання завдання.

## 9. Методи контролю

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

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота								Разом	Екз.	Сума
Розділ 1			Розділ 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
5+10	8	7	5+2	5+2	5+2	5	4	60	40	100

Вид роботи	Параметр оцінювання	макс	мін
Контрольна робота	Розгорнуті відповіді на 4 питання	20	10
Тестування за розділом 1	Короткі відповіді на тестові питання	10	5
Диктант (хім. формули)	Написання хімічних формул	15	8
Тестування за розділом 2	Короткі відповіді на тестові питання	15	7
Екзамен	Розгорнуті відповіді на 4 питання (4*10 балів)	40	20
	всього	100	50

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
80-89	добре	
70-79		
60-69	задовільно	
50-59		
1-49	незадовільно	не зараховано

### 11. Рекомендоване методичне забезпечення

#### Базова література

1. Карнаухов 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 чтения <http://authors.library.caltech.edu/25052/>

#### Додаткова література

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

#### Інформаційні ресурси

<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/?gclid=CO3Vksnc7KUCFYcm3wodx0ecqQ>  
<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>