

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ БІОНЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Тривалість викладання	1, 2 чверть (5 сем.)
Заняття:	Осінній семестр
лекції:	2 години
лабораторні заняття:	2 години
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/enrol/index.php?id=2547>

Кафедра, що викладає Хімії



**Викладач:**

**Лисицька Світлана Майорівна**

Доцент, канд. с.-г. наук (екологія), доцент

**Персональна сторінка**

[http://himik.nmu.org.ua/ua/about\\_dep/LysytskaSM.php](http://himik.nmu.org.ua/ua/about_dep/LysytskaSM.php)

**E-mail:**

[lysytska.s.m@nmu.one](mailto:lysytska.s.m@nmu.one)

### 1. Анотація до курсу

*Основи біонеорганічної хімії* (БНХ) – галузь науки, яка вивчає будову та функції комплексів біополімерних сполук та низькомолекулярних природних речовин, які містять іони металів, наявних в живих організмах ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ). Ця наука досліджує характеристики і роль названих іонів біометалів у реалізації біологічних функцій координаційних сполук біометалів з біолігандами, тобто білкових сполук – металопротеїнів, які є основою багатьох сучасних лікарських препаратів.

У рамках курсу викладено матеріал щодо природи, класифікації та характеристики біоелементів-органогенів, хімічних та фізичних основ їх перетворення і різних напрямків практичного використання. Розглянуто на молекулярному рівні механізми взаємодії біометалів з біолігандами, моделювання біологічних і біохімічних процесів використання результатів БНХ в медицині: діагностика захворювань, створення нових препаратів і встановлення механізму їх дії, а також застосування в охороні навколишнього середовища, в агротехніці.

Опанування теоретичних і практичних основ будови та властивостей біонеорганічних речовин дозволить встановлювати взаємозв'язок між особливостями їхньої структури та їх властивостями, характером перебігу хімічних реакцій за їх участю. Така компетентність сприяє формуванню і розвитку в здобувачів освіти

здатності успішно здійснювати хімічний синтез біоматеріалів, необхідних для вдосконалення сучасних і створення новітніх технологій як в Україні, так на світового ринку.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо уявлень про специфіку фізико-хімічних властивостей біонеорганічних сполук, про основні фізико-хімічні фактори впливу на їх властивості, принципи раціонального вибору та використання сучасних препаратів на їх основі для розвитку української держави та загальносвітової культури.

### Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з розвитком науки про біонеорганічну хімію як самостійну галузь знань у світі та в Україні; з природою і характеристиками, фізичними та хімічними основами перетворення біоелементів та їх промислового використання;
- розглянути різні групи біонеорганічних сполук за різними критеріями, їх походження, хімічні та структурні параметри, особливості будови;
- вивчити умови перебігу біохімічних реакцій, особливості та фактори впливу на біохімічні процеси;
- навчити здобувачів вищої освіти проводити правильне перенесення (екстраполяція) результатів, отриманих *in vitro* (тобто «в пробірці»), на пояснення процесів, що протікають *in vivo*, (тобто в живій природі).

## 3. Результати навчання

Оцінювати ступень ефективності застосування біонеорганічних речовин та препаратів на їх основі на підставі професійно-орієнтованих знань та, маючи уявлення про їх структурні особливості, фізико-хімічні властивості, моделювати прийняття рішень в умовах хімічних технологій; визначати раціональні шляхи підбору сировини для отримання показників якості та безпечності хімічної продукції.

## 4. Структура курсу

### ЛЕКЦІЇ

#### 1 Теоретичні основи біонеорганічної хімії. Предмет, об'єкти та задачі науки «Біонеорганічна хімія».

1.1. Введення в біонеорганічну хімію (БНХ), предмет, об'єкти, завдання та місце науки БНХ як галузі знань

1.2. Основні поняття та тісний зв'язок БНХ з координаційною хімією.

#### 2 Особливості термінології, характеристика та класифікація хімічних елементів в біологічних системах

2.1. Характеристика хімічних елементів в біосфері на відміну від геосфери (поняття кларк концентрації, ліофільність, жива речовина, органогени).

2.2. Класифікація хімічних елементів за кількісним вмістом в живій речовині та

фізіологічною цінністю.

### **3 Короткі відомості про біохімічний розвиток та біологічну роль неметалів-органогенів**

3.1. Біогеохімічні цикли неметалів-органогенів в біосфері.

3.2. Характеристика малого та великого біогеохімічного перебігу органогенів в біосфері.

3.3. Біогеохімічні кругообіги неметалів-органогенів

### **4 Хімічні перетворення окремих неметалів-органогенів в біосфері**

4.1. Біогеохімічний кругообіг Оксигену, Карбону і Гідрогену.

4.2. Біогеохімічний кругообіг Нітрогену, Фосфору і Сульфуру.

### **5 Біоелементи VII групи – Галогени**

5.1. Біологічна роль позаклітинних галогенів та їх біохімічні перетворення.

5.2. Біологічна роль інших неметалів (B, As, Si, Se, і ін.).

5.3. Лікарські препарати на основі неметалів.

### **6 Біологічна роль металів. Зв'язок БНХ з біокоординаційною хімією.**

6.1. Біохімічні функції металів-органогенів в біосфері.

6.2. Метали-органогени – комплексоутворювачі комплексних органічних сполук. Біоліганди.

### **7 Біометали – s-елементи**

7.1. Біологічна роль Натрію і Калію.

7.2. Біологічна роль Кальцію і Магнію.

### **8 Біометали – d-елементи**

8.1. Форми існування перехідних металів Мангану і Феруму та їх біологічна роль.

8.2. Форми існування перехідного металу Кобальту та їх біологічна роль.

### **9 Токсична дія металів**

9.1. Поняття токсичність хімічних елементів. Детоксиканти на основі металів.

## **ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ**

**ЛР-1** – Інструктаж з правил техніки безпеки в хімічній лабораторії.

**ЛР-2** – Визначення масової частки вологи в рослинному матеріалі.

**ЛР-3** – Використання гравіметричного методу для визначення біметалу – *d*-елемент Феруму (III);

**ЛР-4** – Використання йодометричного методу для визначення катіонів біметалу  $\text{Cr}^{6+}$ ;

**ЛР-5** – Визначення неметалу-органогену Фосфору фотоколориметричним методом;

**ЛР-6** – Дослідження якісних реакцій на вітаміни;

**ЛР-7** – Визначення активності пероксидази у рослинному матеріалі;

**ЛР-8** – Вивчення реакцій комплексоутворення з неорганічними лігандами;

**ЛР-9** – Дослідження хімічних властивостей хлорофілу. і каротиноїдів у рослинному матеріалі;

**ЛР-10** – Дослідження якісних реакцій на білки;

ЛР-11 – Дослідження якісних реакцій на вуглеводи.

### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
СР-2 ЛР-1	Інструктаж з правил техніки безпеки в хімічній лабораторії.	Інструктаж з техніки безпеки Лабораторний посуд
ЛР-2	Визначення масової частки вологи в рослинному матеріалі.	Зразки рослинних матеріалів Презентаційні слайди
ЛР-3	Використання гравіметричного методу для визначення біметалу – d-елементу Феруму (III);	Зразки розчинів солей $Fe^{3+}$ Лабораторний посуд Сушильна шафа, електроплитка Муфельна піч
ЛР-4	Використання йодометричного методу для визначення катіонів біметалу $Cr^{6+}$	Зразки розчинів солей $Cr^{6+}$ Лабораторний посуд Титрувальний стіл з бюретками
ЛР-5	Визначення неметалу-органогену Фосфору фотоколориметричним методом	Аналітичні ваги Колориметр фотоелектричний концентраційний з комплектом кювет Лабораторний посуд Дистильована вода Набір реактивів (розчинів)
ЛР-6	Дослідження якісних реакцій на вітаміни.	Розчини вітамінів Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів)
ЛР-7	Визначення активності пероксидази у рослинному матеріалі.	Зразок рослинного матеріалу Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів)
ЛР-8	Вивчення реакцій комплексоутворення з неорганічними лігандами.	Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів) Презентаційні слайди
ЛР-9	Дослідження хімічних властивостей хлорофілу. і каротиноїдів у рослинному матеріалі.	Зразок рослинного матеріалу Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів) Презентаційні слайди
ЛР-10	Дослідження якісних реакцій на білки.	Зразки розчинів білків Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів) Презентаційні слайди
ЛР-11	Дослідження якісних реакцій на вуглеводи.	Зразки розчинів вуглеводів Лабораторний посуд Набір реактивів (розчинів) Презентаційні слайди

## Теми для самостійної роботи і виконання індивідуальних завдань:

1. Лікарські препарати на основі координаційних сполук металів.
2. Дія важких металів на живі організми та механізми їх знешкодження.
3. Особливості дії препаратів на основі Ауруму(+1).
4. Особливості біохімічної дії препаратів на основі Платини(+2) як канцеростатиків.
5. Хелатні сполуки та їх практичне застосування.
6. Негемові форми існування Феруму в живих організмах.
7. Ендогенні властивості кобальту, їх практичне використання.
8. Новітні препарати на основі біметалів.
9. Лікарські засоби на основі елементів VIII групи.
10. Застосування елементів VII групи в радіофармації.

### 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти** за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
0-59	незадовільно

**6.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
50	42	28	4	<b>100</b>

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної роботи, яка містить 14 контрольних питань, з яких 10 – тести (1 правильна відповідь), задачі; індивідуальне завдання у вигляді написання реферату (самостійна робота за означеною темою).

Лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи.

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

**10 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, **1** правильна відповідь оцінюється у **2 бали (разом 20 балів)**. Опитування за тестом проводиться з використанням технології Microsoft Forms Office 365.

Задачі наводяться також у системі Microsoft Forms Office 365. Вирішена на папері задача сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не зана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється в 5 балів, причому:

- **5 балів** – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- **4 бали** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **3 бали** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- **2 бали** – присутні суттєві помилки у рішенні;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

Рівні оцінювання написання та захисту реферату:

- **10 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та вміння для виконання повного обсягу завдань, передбачених темою реферату, а також знання матеріалу означеної теми на рівні його творчого використання.
- **8 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання, передбачені темою реферату, на рівні аналогічного відтворення.
- **5 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання, передбачені темою реферату, на рівні репродуктивного відтворення.
- **0 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив серйозні пробіли в знаннях основного матеріалу, допустив принципові помилки при виконанні лабораторної роботи на рівні, нижчому від репродуктивного відтворення.

#### **6.4. Критерії оцінювання лабораторної роботи**

З кожної лабораторної роботи здобувач вищої освіти отримує 7 запитань з переліку контрольних запитань. Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих балів.

### **7. Політика курсу**

#### **7.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути

виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

### **7.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

### **7.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

### **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

### **7.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

### **7.6. Бонуси**

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Основи біонеорганічної хімії». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **4 бали**.

## 8 Рекомендовані джерела інформації

### Базові

1. Хімія: навч. посібник / П.О. Єгоров, В.Д. Мешко, О.Б. Нетяга та ін. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. – 262 с.
2. Хімія високомолекулярних сполук : навч. посіб. / Л.В. Мірошник, Д.В. Калугін, В.Д. Орлов; М-во освіти і науки України, – Харків : ХНУ, 1998. – 215 с.
3. Біонеорганічна хімія : лабораторний практикум : навч. посіб. / О.М. Калугін [та ін.]. – Харків : ХНУ ім. Каразіна, 2015. – 108 с.
4. Фізична хімія : навч. посіб. / В.В. Кочубей, Н.О. Бутиліна, П.І. Топільницький, Ю.А. Раєвський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2008. – 112 с.

### Додаткові

1. Ластухін Ю.О., Органічна хімія : підруч. для вищ. навч. закладів. – 3-є вид. / Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов; М-во освіти і науки України, – Львів : Центр Європи, 2009. – 868 с.
2. Фізична хімія та колоїдна хімія : Фізико-хімія дисперсних систем та полімерів : навч. посіб. / В.В. Волошинець. – 2-ге вид., перероб. і доп.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2011. – 196 с.
3. Кононський О.Ю. Органічна хімія. Практикум : навч. посіб. / О.Ю. Кононський. – К. : Вища школа, 2002. – 247 с.
4. Практикум з органічної хімії : монографія / Д.О. Мельничук, М.І. Цвіліховський, П.В. Усатюк та ін. під ред. Д.О. Мельничука. – К. : Фенікс, 2002. – 133 с.
5. Кононський О.Ю. Органічна хімія : підруч. / О.Ю. Кононський. – К. : Дакор, 2003. – 580 с.
6. Глубіш П.А. Органічний синтез : навч. посіб. – У 2-х ч. – Ч. I / П.А. Глубіш; М-во освіти і науки України, Київ : Ін-т змісту і методів навчання, 1997. – 320 с.
7. Кириченко В.І. Загальна хімія : навч. посіб. / В.І. Кириченко. – Київ : Вища шк., 2005. – 639 с.
8. Електронні інформаційні ресурси – сайти: кафедри хімії НТУ «Дніпровська політехніка»:  
<http://chemistry-chemists.com>  
<http://himik.nmu.org.ua/ua/>  
<http://fit.nmu.org.ua/ua/>