

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра загальної, біонеорганічної, фізіологічної хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ  
перший проректор з науково-педагогічної роботи  
доцент Ірина СОЛОНИНКО



20 2023 р.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИТТЯ»  
ВБ 1.99**

**Підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти  
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»  
спеціальності 222 «Медицина»**

**Обговорено та ухвалено**  
на методичному засіданні кафедри  
загальної, біонеорганічної, фізіологічної  
хімії  
Протокол № 20  
від "20" червня 2023 р.  
Завідувач кафедри

  
професор Ірина ДРАПАК

**Затверджено**  
профільною методичною комісією  
з фармацевтичних та хімічних  
дисциплін  
Протокол № 3  
від "27" червня 2023 р.  
Голова профільної методичної комісії

  
професор Світлана БІЛОУС

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

завідувач кафедри загальної, біонеорганічної, фізколоїдної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д. фарм. наук, професор - І.В. Драпак

доцент кафедри загальної, біонеорганічної, фізколоїдної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, канд. фарм. наук, доцент -Т.І. Чабан

**РЕЦЕНЗЕНТИ :**

професор кафедри біологічної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д. біол. наук, професор – І.С. Фоменко

завідувач кафедри токсикологічної і аналітичної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, канд. фарм. наук, доцент - І.Й. Галькевич

## ВСТУП

Програма вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» складена відповідно до Стандарту вищої освіти України *другого (магістерського) рівня* галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 222«Медицина» та освітньо-професійної програми за спеціальності 222 «Медицина» *другого (магістерського) рівня*.

### Опис курсу за вибором (анотація)

Курс за вибором «Біологічна роль елементів життя» є органічним доповненням і поглибленням вивчення однієї з фундаментальних природничих дисциплін у системі вищої медичної освіти, знання якої, набуті при вивченні курсу за вибором, необхідні для плідної, творчої діяльності фахівців у галузі медицини. Вивчення курсу за вибором розвиває діалектичний спосіб мислення, розширює й поглиблює наукові знання про матерію, будову і властивості хімічних елементів та їхні перетворення, а також визначає шляхи вирішення прикладних завдань у галузі медицини.

Знання з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» дозволять майбутньому фахівцю оволодіти найсуттєвішим навичками встановлення механізмів взаємодії неорганічних речовин, що використовуються в медичній практиці, а також їх біологічної ролі та біотрансформації в організмі людини.

Організація навчального процесу здійснюється за вимогами Європейської кредитно-трансферної системи.

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них			Рік навчання семестр	Вид контролю
	Всього	Аудиторних			
		Лекцій (годин)	Практичних занять (год.)		
Назва дисципліни: Курс за вибором «Біологічна роль елементів життя» <i>Змістових розділів 1</i>	3 кредити / 90 год.	12	18	60	I курс (1 семестр)  Залік

**Предметом вивчення курсу за вибором є:** хімічні основи процесів життєдіяльності організму, які підкоряються основним хімічним закономірностям. У курсі за вибором «Біологічна роль елементів життя» передбачено вивчення будови та реакційної здатності найбільш важливих біологічно активних молекул, теорії хімічного зв'язку в комплексних сполуках біометалів з біолігандами та роль біогенних елементів в життєдіяльності організму. Також розглядаються фізико-хімічні процеси, які відбуваються на молекулярному та субмолекулярному рівнях, оскільки саме тут знаходяться причини виникнення різних форм захворювань і специфічність спадкових ознак.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» безпосередньо ґрунтується на основи хімії в обсязі середньої освіти, а також основи елементарної математики і фізики. Знання теоретичних основ медичної хімії необхідні для більш глибокого вивчення фізіології, патофізіології, біологічної хімії, загальної та молекулярної фармакології і токсикології, гігієнічних дисциплін та екології.

### 1. Мета та завдання курсу за вибором

**1.1. Метою** викладання курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» є формування наукового світогляду студентів, розвиток у них сучасних форм теоретичного мислення та здатності аналізувати явища, формування умінь і навичок для застосування хімічних та фізико-хімічних законів і процесів під час вивчення інших дисциплін та у майбутній практичній діяльності.

**1.2. Основними завданнями вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»** є навчити студентів використовувати основні поняття біонеорганічної хімії, зокрема біологічне значення хімічних елементів таких як біоелементи-органогени, неметалічні та металічні макро та мікроелементи, потенційно токсичні та токсичні елементи, а також вивчити загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, загальні відомості про зазначені хімічні елементи та їх сполуки, знання фізико-хімічних основ

різного типу рівноваг у біологічних системах у вирішенні конкретних завдань у галузі медицини у відповідності до сучасних потреб.

**1.3 Компетентності та результати навчання,** формуванню яких сприяє вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті вищої освіти).

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти курс за вибором забезпечує набуття студентами **компетентностей:**

**-інтегральна:**

Здатність розв'язувати складні задачі, у тому числі дослідницького та інноваційного характеру у сфері медицини. Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

**-загальні:**

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК3).
3. Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності (ЗК4).
4. Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК6).
5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК11).
6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК12).
7. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК14).

**-спеціальні (фахові, предметні):**

1. Здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів (ФК2).
2. Здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я ндивідуума, сім'ї, популяції (ФК17).

Деталізація компетентностей відповідно до дескрипторів НРК у формі «Матриці компетентностей».

**Матриця компетентностей**

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
<b>Інтегральна компетентність</b>					
Здатність розв'язувати складні задачі, у тому числі дослідницького та інноваційного характеру у сфері медицини. Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.					
<b>Загальні компетентності</b>					

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
1.	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).	Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.	Спеціалізовані і уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.	Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.
2.	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК3).	Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.	Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.	Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.
3.	Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності (ЗК4).	Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.	Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.	Використання іноземних мов у професійній діяльності.	Відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів.

<b>№</b>	<b>Компетентність</b>	<b>Знання</b>	<b>Уміння</b>	<b>Комунікація</b>	<b>Автономія та відповідальність</b>
4.	Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК6).	Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.	Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.	Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.
5.	Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК11).	Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.	Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.	Використання іноземних мов у професійній діяльності.	Відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів.
6.	Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК12).	Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.	Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.		Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
7.	Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК14).	Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.	Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.	Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.
<b>Спеціальні (фахові) компетентності</b>					
1.	Здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів (ФК2).	Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.	Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності		Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.
2	Здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції (ФК17).	Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів

### Результати навчання:

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє дисципліна «Біологічна роль елементів життя»:

#### Відповідність визначених стандартом результатів навчання та компетентностей

Результат навчання	Код програмного результату	Код компетентності
--------------------	----------------------------	--------------------

	навчання	
Мати ґрунтовні знання із структури професійної діяльності. Вміти здійснювати професійну діяльність, що потребує оновлення та інтеграції знань. Нести відповідальність за професійний розвиток, здатність до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності.	ПРН-1	ЗК1, ЗК3, ЗК4, ЗК6, ЗК11, ЗК12, ЗК14, ФК2, ФК17
Розуміння та знання фундаментальних і клінічних біомедичних наук, на рівні достатньому для вирішення професійних задач у сфері охорони здоров'я.	ПРН-2	ЗК4, ЗК6, ЗК11, ЗК12, ФК2, ФК17
Відшукувати необхідну інформацію у професійній літературі та базах даних інших джерелах, аналізувати, оцінювати та застосовувати цю інформацію.	ПРН-21	ЗК1, ЗК11
Оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я людини для оцінки стану захворюваності населення.	ПРН-23	ЗК1, ЗК4, ФК17
Зрозуміло і однозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з проблем охорони здоров'я та дотичних питань до фахівців і нефахівців.	ПРН-25	ЗК1, ЗК4, ФК17

### **Результати навчання курсу за вибором :**

У результаті вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» студент повинен:

#### **знати:**

- класифікацію та номенклатуру неорганічних сполук;
- основні поняття та закони хімії та методи їх використання для вирішення прикладних задач;
- сучасні теорії будови атомів і молекул та залежність властивостей речовини від її складу та будови;
- основні закономірності перебігу хімічних реакцій різного типу;
- властивості хімічних елементів, їх найважливіші сполуки та можливі шляхи перетворення
- вчення В.І.Вернадського про біосферу.

#### **вміти:**

- класифікувати та називати неорганічні сполуки;
- трактувати загальні закономірності, що лежать в основі будови речовин;
- класифікувати властивості розчинів неелектролітів та електролітів, розраховувати склад розчинів;
- інтерпретувати та класифікувати основні типи йонної, кислотно-основної і окисно-відновної рівноваги та хімічних процесів для формування цілісного підходу до вивчення хімічних та біологічних процесів;
- користуватись хімічним посудом та зважувати речовини;
- обчислювати відносну похибку експерименту;
- проводити нескладний хімічний експеримент;
- класифікувати хімічні властивості та перетворення неорганічних речовин;
- проводити якісне визначення деяких катіонів та аніонів;
- трактувати загальні закономірності, що лежать в основі застосування неорганічних речовин у фармації та медицині;
- застосовувати теоретичні основи загальної та неорганічної хімії і набуті експериментальні навички при вивченні профільних дисциплін.
- інтерпретувати основні типи хімічної рівноваги для формування цілісного фізико-хімічного підходу до вивчення процесів життєдіяльності організму в нормі та патології;
- класифікувати хімічні властивості та перетворення біонеорганічних речовин в процесі життєдіяльності організму;
- трактувати загальні фізико-хімічні закономірності, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини.

## **2.Інформаційний обсяг курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»**

На вивчення курсу за вибором відводиться 3 кредити ЄКТС / 90годин. Програма курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» структурована на один змістовий розділ:



## **Змістовий розділ 1. «Біологічна роль елементів життя»**

### **Тема 1. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у Періодичній системі. Поняття про мікроелементози людини.**

Класифікації хімічних елементів. Біогенні елементи. Макро- і мікроелементи. Положення біогенних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Зв'язок фізико-хімічних параметрів елементів з їх положенням у періодичній системі і вмістом в організмі. Властивості та біологічна роль деяких s-, p- та d- елементів.

Вчення В.Вернадського про біосферу і біогеохімію. Поняття про міграцію хімічних елементів. Зв'язок ендемічних захворювань з особливостями біогеохімічних провінцій. Людина і біосфера. Ноосфера. Технічний прогрес і екологія.

Мікроелементози людини як патологічні процеси, спричинені дефіцитом, надлишком або дисбалансом макро- та мікроелементів.. Покази для проведення лабораторної діагностики. Біохімічні індикатори елементного статусу людини.

Основні заходи профілактики інфікування і поширення COVID-19.Знати основні заходи профілактики інфікування і поширення COVID-19, викликаного вірусом SARS-CoV-2, та належно виконувати їх у вищому навчальному закладі.

### **Тема 2 Хімічний склад клітини та крові, функція окремих елементів у них. Біоелементи органогени (O, C, H, N).**

Хімічний склад клітини. Загальна характеристика макро- та мікроелементів клітини. Їх біологічне значення.

Неорганічні сполуки у складі клітини. Вплив води у життєдіяльності клітин живого організму. Роль мінеральних солей у складі клітини.

Органічні сполуки у складі клітини та їх біологічне значення.

Кров та її функції, складові частини крові. Об'єм крові (загальний, циркулюючий (ОЦК), депонований). В'язкість крові. Відносна густина крові (значення, величина).

Плазма, її склад, роль білків плазми. Осмотичний і онкотичний тиски. Функціональна система, що підтримує сталість осмотичного тиску. Поняття про фізіологічні ізотонічні розчини; гіпертонічні та гіпотонічні розчини. Кровозамінні рідини.

Кислотно-лужний гомеостаз, його значення для організму. Фізико-хімічні механізми, що підтримують кислотно-лужну рівновагу в організмі. Фізіологічні механізми гомеостатичних регуляторних функцій нирок, легенів, печінки, шлунково-кишкового тракту та кісткової тканини. Буферні системи внутрішнього середовища організму. Функціональна система, яка підтримує кислотно-лужний гомеостаз.

Оксиген. Загальна характеристика, поширення в природі, біологічна роль. Хімічні основи застосування кисню та озону у медицині і фармації.

Карбон, біологічне значення. Алотропія Карбону. Сполуки Карбону(II). Оксид Карбону(II), його кислотно-основні та окисно-відновні характеристики. Оксид Карбону(II) як ліганд, хімічні основи його токсичності. Хімічні основи застосування Карбону та його сполук у медицині і фармації.

Гідроген. Загальна характеристика елемента, біологічне значення. Особливості положення в періодичній системі елементів. Хімічні основи застосування Гідрогену та його сполук у медицині і фармації.

Нітроген. Загальна характеристика, біологічне значення. Сполуки з різними значеннями ступенів окиснення. Хімічні основи застосування Нітрогену та його сполук у медицині і фармації.

### **Тема 3. Макроелементи неметали (P, S, Cl). Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg).**

Фосфор. Загальна характеристика, біологічне значення. Алотропні видозміни Фосфору, їх хімічна активність. Якісна реакція на фосфат-йон. Хімічні основи застосування Нітрогену та його сполук у медицині і фармації.

Сульфур. Загальна характеристика. Біологічна роль Сульфуру (сульфгідрильні групи і дисульфідні містки в білках). Сульфіди металів і неметалів, їх розчинність у воді та гідроліз. Якісні реакції на сульфурвмісні йони. Хімічні основи застосування Сульфуру та його сполук у медицині і фармації

Загальна характеристика Хлору як представника галогенів. Сполуки Хлору з металами і неметалами. Біологічна роль сполук Хлору. Застосування хлорного вапна, хлорної води, препаратів активного Хлору у медицині, санітарії і фармації.

Загальна характеристика s-елементів IA та IIA групи. Поширення в природі. Хімічні властивості s-елементів. Загальні відомості про біогенні елементи. Якісний та кількісний вміст біогенних елементів в організмі людини. Біологічна роль елементів у мінеральному балансі організму. Макроелементи, їх

вміст у організмі. Йонофори та їх роль у мембранному перенесенні йонів Калію і Натрію. Характеристика йонного стану цих елементів. Застосування сполук Натрію і Калію в медицині. Біологічна роль Кальцію та Магнію. Хімічні основи застосування сполук Магнію, Кальцію в медицині й фармації.

#### **Тема 4. Мікроелементи метали ( Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr). Мікроелементи неметали (Se, I)**

Загальна характеристика Феруму, Цинку, Купруму, Мангану, Молібдену, Хрому та Кобальту, йонні стани, координаційні числа, хімічна активність їх простих речовин, природні сполуки.

Кислотно-основна та окисно-відновна характеристика сполук Феруму, Цинку, Купруму, Мангану, Молібдену, Хрому та Кобальту. Солі даних біометалів, їх розчинність та гідроліз, термічний розклад нітратів. Комплексні сполуки Zn, Fe, Cu, Co, Cr, Mn, Mo з аміаком, водою, гідроксид-йонами, амінокислотами та багатоатомними спиртами, ціанід- і тиоціанат-йонами, диметилглюкситом та порфіринами. Якісні реакції на виявлення даних металів. Склад та біологічне значення ферментів, що містять Zn, Fe, Cu, Co, Cr, Mn, Mo. Застосування сполук Феруму, Цинку, Купруму, Мангану, Молібдену, Хрому та Кобальту в фармацевтичному аналізі та медицині. Хвороби, викликані дефіцитом та надлишком цих біоелементів.

Селен: загальна характеристика, кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук. Селеноводень, добування та властивості. Селеніди. Оксид Селену(IV), селенітна кислота: добування, кислотно-основні та окислювально-відновні властивості. Селеніти. Оксид Селену(IV), селенатна кислота: добування та властивості. Селенати. Біологічна роль Селену. Поняття про антиоксиданти.

Йод: загальна характеристика як елемента VIIA групи. Добування та хімічна активність Йоду. Сполуки Йоду з Гідрогеном. Розчинність у воді, кислотні та окисно-відновні властивості. Іонні й ковалентні йодиди, їх відношення до дії води, окисників та відновників. Йодид-іони як ліганди у комплексних сполуках. Реакції виявлення йодид-іонів.

Сполуки Йоду в додатних значеннях ступеня окиснення. Сполуки з Оксигеном і міжгалогенні сполуки. Взаємодія Йоду з водою та водними розчинами лугів. Оксигеновмісні кислоти йоду та їхні солі. Будова і природа зв'язків. Стійкість у вільному стані і в розчинах, зміна кислотних і окисно-відновних властивостей залежно від ступеня окиснення галогену.

Біологічна роль сполук Йоду. Поняття про хімізм бактерицидної дії йоду. Застосування препаратів активного Йоду, а також йодидів у медицині, санітарії й фармації.

#### **Тема 5. Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали, метали та металоїди (F, B, Si, Br, Ni, V, As, Li). Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti, Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb).**

Особливі властивості Флуору як найелектронегативнішого елемента. Прості речовини, їхня хімічна активність. Загальна характеристика Бору. Проста речовина та її хімічна активність. Бориди. Сполуки з Гідрогеном (борани), особливості стереохімії і природа зв'язку. Гідридоборати. Галогеніди Бору, гідроліз і комплексоутворення. Бор(III) оксид і боратні кислоти, рівновага у водному розчині. Борати як похідні різних простих і полімерних кислот Бору. Тетраборат натрію. Естериборатної кислоти. Борорганічні сполуки. Біологічна роль Бору. Антисептичні властивості боратної кислоти та її солей.

Силіцій. Загальна характеристика. Основна відмінність Силіцію від Карбону, відсутність π-зв'язків у сполуках. Біологічна роль. Силіциди. Сполуки з Гідрогеном (силани), їх окиснення і гідроліз. Тетрафторид і тетрахлорид силіцію, їх гідроліз. Гексафторосилікати.

Оксигеновмісні сполуки Силіцію, оксид силіцію(IV). Силікагель, його використання. Скло, його властивості та стійкість. Силікатні кислоти. Силікати, їх розчинність і гідроліз. Природні силікати й алюмосилікати. Цеоліти. Силіційорганічні сполуки. Силікони і силосани. Застосування в медицині сполук Силіцію.

Фізіологічна роль Флуору, Бору, Силіцію та Броду. Індикатори елементного статусу в організмі людини. Корекція надлишку та нестачі елементів в організмі. Застосування сполук цих елементів у медицині, санітарії й фармації.

Загальна характеристика елементів Літію, Ніколу, Ванадію та Арсену. Валентні стани. Хімічна активність. Поширення в природі. Їх бінарні сполуки(супероксиди, озоніди). Гідроксиди, солі Li, Ni, V, As та їх властивості і застосування в медицині й фармації.

Визначення Арсену методом Марша. Арсеніти й арсенати, кислотно-основні та окисно-відновні властивості.

Відмінність Літію від інших лужних металів.

Найважливіші сполуки Ніколу(II). Гідроліз солей Ніколу(II). Комплексні сполуки з ціанід-, тіоціанат- та фторид-йонами. Аквакомплекси. Аміакати. Кофермент В<sub>12</sub>. Якісна реакція на катіон Ni<sup>2+</sup>. Реакція Чугаєва.

Загальна характеристика потенційно токсичних мікроелементів. Поширення в природі. Біологічна роль елементів у мінеральному балансі організму. Загальна характеристика елементів. Особливості положення в періодичній системі елементів. Фізіологічна роль потенційно токсичних мікроелементів. Шляхи надходження в організм людини. Причини підвищеного вмісту потенційно токсичних мікроелементів в організмі людини. Основні прояви надлишку потенційно токсичних мікроелементів в організмі людини. Корекція надлишку потенційно токсичних мікроелементів в організмі людини.

Загальна характеристика токсичних мікроелементів. Поширення в природі. Біологічна роль елементів у мінеральному балансі організму. Характеристика йонного стану цих мікроелементів.

Отруєння токсичними мікроелементами, поріг токсичності, токсична та летальна дози. Прояви токсичності та фізіологічна роль. Підвищений та знижений вміст токсичних мікроелементів. Забруднення навколишнього середовища. Джерела надходження елементів у організм людини. Здатність токсичних мікроелементів до утворення стійких комплексів. Хімічні основи застосування в медицині, фармації та косметології.

### **Тема 6. Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз та його корегування. Неорганічні лікарські засоби та на основі координаційних сполук.**

Суть єдності хімічного складу організму та її значення. і теорії метало-лігандних патологій. Патології у життєдіяльності організму людини, пов'язані з відхиленням від норми вмісту певних хімічних елементів.

Найважливіші біоліганди, їх ізомерія. Базові елементи та функціональні групи у складі біолігандів. Лігандні властивості комплексонів та лікарських засобів. Хелатотерапія.

Лікарські засоби на основі металів та металоїдів. Застосування в медицині неорганічних сполук Оксигену, Сульфору, Хлору, Броду, Нітрогену. Лікарські засоби на основі координаційних сполук неметалів та металоїдів (Бору, Фосфору, Стибію, Арсену, Селену, Телуру).

Лікарські засоби на основі металів та координаційних сполук металів (Mg, Ca, Al, Cu, Ag, Hg, Zn, Au). Використання металів як зондів у біохімічних дослідженнях.

### **3. Структура курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»**

Тема	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	СРС	Індивідуальна робота
<b>Змістовий розділ I. Біологічна роль елементів життя</b>				
<b>2</b>				
1. Тема 1. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у Періодичній системі. Поняття про мікроелентози людини.	2	3	10	-
2. Тема 2. Хімічний склад клітини та крові, функція окремих елементів у них. Біоелементи органогени (O, C, H, N).	2	3	10	-
3. Тема 3. Макроелементи неметали (P, S, Cl). Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg).	2	3	10	-
4. Тема 4. Мікроелементи метали ( Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr). Мікроелементи неметали (Se, I).	2	3	10	-
5. Тема 5. Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали, метали та металоїди (F, B, Si, Br, Ni, V, As, Li). Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи.	2	3	10	-
6. Тема 6. Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз та його корегування. Неорганічні лікарські засоби та на основі координаційних сполук.	2	3	10	-

<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>60</b>	<b>-</b>
<b>Усього годин 90 / 3 кредити ECTS</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>60</b>	<b>-</b>
<b>Підсумковий контроль</b>	<b>Залік</b>			

#### 4. Тематичний план лекцій з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Біогенні елементи, їх класифікація. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Поняття про мікроелентози людини.	2
2.	Хімічний склад клітини та крові. Мінеральні та органічні речовини у їх складі. Біоелементи-органогени (O, C, H, N).	2
3.	Макроелементи неметали (P, S, Cl). Біологічна роль сполук металічних елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg).	2
4.	Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr). Мікроелементи неметали (Se, I).	2
5.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали, метали та металоїди (F, B, Si, Br, Ni, V, As, Li). Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи.	2
6.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Коригування мінерального обміну в організмі людини. Лікарські засоби неметалів та металоїдів. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	2
<b>Всього</b>		<b>12</b>

#### 5. Тематичний план практичних (семінарських) занять з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у Періодичній системі. Поняття про мікроелентози людини.	3
2.	Хімічний склад клітини та крові, функція окремих елементів у них. Біоелементи органогени (O, C, H, N).	3
3.	Макроелементи неметали (P, S, Cl). Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg).	3
4.	Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr). Мікроелементи неметали (Se, I).	3
5.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали, метали та металоїди (F, B, Si, Br, Ni, V, As, Li). Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи.	3
6.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз та його корегування. Неорганічні лікарські засоби та на основі координаційних сполук.	3
<b>Всього</b>		<b>18</b>

#### 6. Тематичний план самостійної роботи студентів з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин	Вид контролю
1.	Біологічне значення хімічних елементів. Біогенні елементи, їх класифікація. Біонеорганічна хімія. Основні заходи профілактики інфікування і поширення COVID-19. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Поняття про мікроелентози людини. Визначення хімічних елементів у біосубстратах людини. Біохімічні індикатори елементного статусу людини.	10	Поточний контроль на практичних заняттях
2.	Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітин. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній. Біоелементи органогени (O, C, H, N).	10	

3.	Макроелементи неметали (P, S, Cl). Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких s-елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	10	
4.	Мікроелементи у складі ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно-активних речовин. Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr). Мікроелементи неметали (Se, I).	10	
5.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br). Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li). Потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Zr, Sn, Ag, Au, W, Ge, Ga, Sr, Ti) та токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	10	
6.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Коригування мінерального обміну в організмі людини. Лікарські засоби неметалів та металоїдів. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	10	
	<b>Всього</b>	<b>60</b>	

7. **Індивідуальні завдання** програмою не передбачено (згідно наказів ЛНМУ імені Данила Галицького №881-з, 882-з від 15.03.2022)

#### 8. **Методи навчання**

У процесі вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» застосовуються такі методи навчання студентів:

- за типом пізнавальної діяльності:
  - пояснювально-ілюстративний;
  - репродуктивний;
  - проблемного викладу;
  - логіки пізнання:
    - аналітичний;
    - індуктивний;
    - дедуктивний;
- за основними етапами процесу:
  - формування знань;
  - формування умінь і навичок;
  - застосування знань;
  - узагальнення;
  - закріплення;
  - перевірка;
- за системним підходом:
  - стимулювання та мотивація;
  - контроль та самоконтроль;
- за джерелами знань:
  - словесні – лекція, пояснення;
  - наочні – демонстрація, ілюстрація;
- за рівнем самостійної розумової діяльності:
  - проблемний;
  - частково-пошуковий;
  - дослідницький;
  - метод проблемного викладання.

#### 9. **Методи контролю**

Методи і форми контролю та оцінювання успішності студентів з курсу за вибором здійснюються відповідно до вимог програми та інструкції щодо оцінювання навчальної діяльності студентів в умовах впровадження Європейської кредитно-трансферної системи організації навчального процесу, затвердженої МОЗ України (лист МОЗ України 08,01-47/10395 від 15.04.2014).

При оцінюванні студентів перевага надається стандартизованим методам контролю: тестування (письмове), структуровані письмові роботи із стандартизованою методикою виконання контролю практичних навичок.

**Поточний контроль** здійснюється на кожному практичному занятті відповідно конкретним цілям, під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих тем, які студент опрацьовує самостійно і вони не входять до структури практичного заняття. Застосовується об'єктивний (стандартизований) контроль теоретичної та практичної підготовки студентів.

Застосовуються такі засоби діагностики рівня підготовки студентів: тестування, розв'язування ситуаційних задач, проведення лабораторних досліджень і трактування та оцінка їх результатів, контроль практичних навичок.

На кожному практичному занятті студент відповідає на 20 запитань (тести за темою практичного заняття, стандартизовані питання, знання яких необхідно для розуміння поточної теми, питання лекційного курсу і самостійної роботи, які стосуються поточного заняття; демонструє знання і вміння практичних навичок відповідно до теми практичного заняття).

Формою **підсумкового контролю** при вивченні курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» є залік, який отримують студенти, які виконали всі види робіт, передбачені начальною програмою, відпрацювали усі навчальні заняття при вивченні змістового розділу та набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

**10. Поточний контроль** здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу.

Форми оцінювання поточної навчальної діяльності є стандартизованими і включають контроль теоретичної та практичної підготовки.

**10.1. Оцінювання поточної навчальної діяльності.** Під час оцінювання засвоєння кожної теми за поточну навчальну діяльність студенту виставляються оцінки за 4-ри бальною (національною). При цьому враховуються усі види робіт, передбачені програмою дисципліни. Студент має отримати оцінку з кожної теми для подальшої конвертації оцінок у бали за багатобальною (200-бальною) шкалою.

Тестовий контроль теоретичної підготовки проводиться шляхом написання тесту довжиною 20 питань, правильна відповідь на 1–18 питання оцінюється в 1 бал, питання 19 і 20 оцінюються в 2 бали. Максимальна сума балів за весь тест становить 22 бали, мінімальна кількість балів, яку студент повинен набрати для зарахування теоретичної частини практичного заняття дорівнює 13 балам.

На кожному практичному занятті викладач оцінює знання кожного студента за чотирибальною системою.

**Відмінно ("5")** - Студент правильно відповів на 90-100 % тестів. Правильно, чітко і логічно і повно відповідає на всі стандартизовані питання поточної теми, включно з питаннями лекційного курсу і самостійної роботи. Тісно пов'язує теорію з практикою і правильно демонструє виконання (знання) практичних навичок. Вирішує ситуаційні задачі підвищеної складності, вміє узагальнювати матеріал.

**Добре ("4")** - Студент правильно відповів на 70-89% тестів. Правильно, і по суті відповідає на стандартизовані питання поточної теми, лекційного курсу і самостійної роботи. Демонструє виконання (знання) практичних навичок. Правильно використовує теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Вміє вирішувати легкі і середньої складності ситуаційні задачі. Володіє необхідними практичними навиками і прийомами їх виконання в обсязі, що перевищує необхідний мінімум.

**Задовільно ("3")** - Студент правильно відповів на 60-69% тестів. Неповно, за допомогою додаткових питань, відповідає на стандартизовані питання поточної теми, лекційного курсу і самостійної роботи. Не може самостійно побудувати чітку, логічну відповідь. Під час відповіді і демонстрації практичних навичок студент робить помилки. Студент вирішує лише найлегші задачі.

**Незадовільно ("2")** - Студент відповів на менше, ніж 60% тестів. Не знає матеріалу поточної теми, не може побудувати логічну відповідь, не відповідає на додаткові запитання, не розуміє змісту матеріалу. Під час відповіді і демонстрації практичних навичок робить значні, грубі помилки.

На кожному практичному занятті знання студента оцінюються за чотирибальною системою ( «5», «4», «3», «2») згідно з критеріями оцінювання поточної діяльності студента.

Контроль проведення лабораторних досліджень і засвоєння практичних навичок здійснюється після виконання лабораторної роботи, шляхом оцінки якості і повноти її виконання, здатності трактувати одержані результати. За практичну частину заняття студент може набрати:

4 бали, якщо лабораторна робота виконана в повному обсязі і студент вільно і правильно пояснює проведені дослідження та дає їм оцінку;

2 бали, якщо лабораторна робота виконана з деякими помилками, студент не може в повному обсязі пояснити проведені дослідження та дати їм оцінку;

0 балів, якщо лабораторна робота не виконана або студент не може пояснити проведені дослідження та дати їм оцінку.

Підсумкова оцінка за заняття визначається за сумою результатів тестового контролю і виконання лабораторної роботи таким чином:

Сума балів	Оцінка за чотирибальною шкалою
------------	--------------------------------

від 22 до 26	5
від 17 до 21	4
від 13 до 16	3
< 13 балів за тестовий контроль або 0 балів за практичну частину	2

Матеріал для *самостійної роботи студентів*, який передбачений в темі практичного заняття одночасно із аудиторною роботою, оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному аудиторному занятті. Оцінювання тем, які виносяться на самостійне опрацювання і не входять до тем аудиторних навчальних занять, контролюються під час підсумкового контролю.

### 11. Формою підсумкового контролю успішності навчання при вивченні курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» є залік.

**Семестровий залік** - це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу виключно на підставі результатів виконання ним певних видів робіт на практичних, семінарських або лабораторних заняттях. Семестровий залік з дисциплін проводиться після закінчення її вивчення, до початку екзаменаційної сесії.

### 12. Схема нарахування та розподіл балів, які отримують студенти:

**Максимальна кількість балів**, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність при вивченні дисципліни становить 200 балів.

**Мінімальна кількість балів**, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність для зарахування дисципліни становить 120 балів.

**Розрахунок кількості балів** проводиться на підставі отриманих студентом оцінок за 4-ри бальною (національною) шкалою під час вивчення дисципліни, шляхом обчислення середнього арифметичного (СА), округленого до двох знаків після коми. Отримана величина конвертується у бали за багатобальною шкалою таким чином:

$$x = \frac{CA \times 200}{5}$$

Для зручності наведено таблицю перерахунку за 200-бальною шкалою:

**Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу для дисциплін, що завершуються заліком**

4-бальна шкала	200-бальна шкала
5	200
4.97	199
4.95	198
4.92	197
4.9	196
4.87	195
4.85	194
4.82	193
4.8	192
4.77	191
4.75	190
4.72	189
4.7	188
4.67	187
4.65	186
4.62	185
4.6	184
4.57	183
4.52	181
4.5	180
4.47	179

4-бальна шкала	200-бальна шкала
4.45	178
4.42	177
4.4	176
4.37	175
4.35	174
4.32	173
4.3	172
4.27	171
4.24	170
4.22	169
4.19	168
4.17	167
4.14	166
4.12	165
4.09	164
4.07	163
4.04	162
4.02	161
3.99	160
3.97	159
3.94	158

4-бальна шкала	200-бальна шкала
3.92	157
3.89	156
3.87	155
3.84	154
3.82	153
3.79	152
3.77	151
3.74	150
3.72	149
3.7	148
3.67	147
3.65	146
3.62	145
3.57	143
3.55	142
3.52	141
3.5	140
3.47	139
3.45	138
3.42	137
3.4	136

4-бальна шкала	200-бальна шкала
3.37	135
3.35	134
3.32	133
3.3	132
3.27	131
3.25	130
3.22	129
3.2	128
3.17	127
3.15	126
3.12	125
3.1	124
3.07	123
3.02	121
3	120
Менше 3	Недостатньо

*Самостійна робота студентів* оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Засвоєння тем, які виносяться лише на самостійну роботу контролюється при підсумковому контролі.

Бали з дисципліни незалежно конвертуються як в шкалу ECTS, так і в 4-бальну (національну) шкалу. Бали шкали ECTS у 4-бальну шкалу не конвертуються і навпаки.

Бали студентів, які навчаються за однією спеціальністю, з урахуванням кількості балів, набраних з дисципліни ранжуються за шкалою ECTS таким чином:

<b>Оцінка ECTS</b>	<b>Статистичний показник</b>
A	Найкращі 10 % студентів
B	Наступні 25 % студентів
C	Наступні 30 % студентів
D	Наступні 25 % студентів
E	Останні 10 % студентів

Ранжування з присвоєнням оцінок „А”, „В”, „С”, „D”, „Е” проводиться для студентів даного курсу, які навчаються за однією спеціальністю і успішно завершили вивчення дисципліни. Студенти, які одержали оцінки FX, F («2») не вносяться до списку студентів, що ранжуються. Студенти з оцінкою FX після перескладання автоматично отримують бал „Е”.

Бали з дисципліни для студентів, які успішно виконали програму, конвертуються у традиційну 4-ри бальну шкалу за абсолютними критеріями, які наведено нижче у таблиці:

<b>Бали з дисципліни</b>	<b>Оцінка за 4-ри бальною шкалою</b>
Від 170 до 200 балів	5
Від 140 до 169 балів	4
Від 139 балів до мінімальної кількості балів, яку повинен набрати студент	3
Нижче мінімальної кількості балів, яку повинен набрати студент	2

Оцінка ECTS у традиційну шкалу не конвертується, оскільки шкала ECTS та чотирибальна шкала незалежні.

Об’єктивність оцінювання навчальної діяльності студентів перевіряється статистичними методами (коефіцієнт кореляції між оцінкою ECTS та оцінкою за національною шкалою).

### **13. Методичне забезпечення**

Перелік та зміст начально-методичного забезпечення вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» включає в себе:

- робоча навчальна програма дисципліни;
- тематичні плани лекцій, практичних занять, самостійної роботи студентів;
- конспект або розширений план лекцій з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»;
- відеозаписи лекцій;
- завдання для лабораторних робіт та самостійної роботи;
- питання, задачі, завдання або кейси для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів;
- зразок комплексної контрольної роботи, післятестастаційного моніторингу набутих знань і вмінь з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя».

Розробка питань тест контролю, ситуаційних задач та практичних завдань, що використовуються для діагностики успішності навчання, базується на переліку питань, які повинен засвоїти студент при вивченні курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя».

### **14. Рекомендована література**

#### **Основна (Базова)**



1. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів вищ. навч. закл. /Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова ; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. – 3-тє вид. –Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. – 512 с.
2. Рева Т.Д, Тимошук О.Б., Костирко О.О., Зайцева Г.М., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія: навч.-метод. посібник. – К.: Едельвейс, 2018.-176 с.
3. Панасенко О.І., Голуб А.М., Андрійко О.О. та ін. Неорганічна хімія: підручник – Магнолія, 2019. – 462 с.

#### *Допоміжна*

1. Раскола Л. А., Загальна хімія. Теорія та практика: навчальний посібник / Л. А. Раскола, Т. О. Кіосе. – Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 212 с.
2. General and Inorganic Chemistry : textbook / V.O. Kalibabchuk, V.V. Ohurtsov, V.I. Halynska et al. ; edited by V.O. Kalibabchuk. – Kyiv : AUS Medicine Publishing, 2019. – 456 p.
3. Загальна хімія для майбутніх студентів-медиків: теорія і задачі. Навчальний посібник. –2-ге видання, виправлене і доповнене. – Львів: «Новий Світ-2000», 2020. – 408 с.

#### **15. Інформаційні ресурси**

При вивченні курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя», за рахунок використання локальних та глобальної комп'ютерних мереж, студенти користуються наступними інформаційними ресурсами та базами знань:

- Вікіпедія (<http://uk.wikipedia.org>)
- <http://chemistry.inf.ua>
- Wolfram|Alpha (<http://www.wolframalpha.com/>)

Електронні версії навчально-методичного забезпечення:

1. Методичні вказівки студентів з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя» для самостійної та аудиторної роботи студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 222 «Медицина».