

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра загальної, біонеорганічної, фізколоїдної хімії



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної
роботи

 доц. Солонинко І.І.
"24" 10 2023 р.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗА ВИБОРОМ**


ВБ – 1.6 БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИТТЯ

підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань
22 «Охорона здоров'я» спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

для студентів 1-го курсу фармацевтичного факультету
(денна форма навчання)

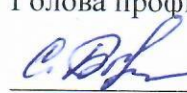
Обговорено та ухвалено

на методичному засіданні кафедри
загальної, біонеорганічної, фізколоїдної хімії
Протокол № 20 від "20" червня 2023 р.
Завідувач кафедри

 проф. Драпак І.В.

Затверджено

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

 проф. Білоус С.Б.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

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

доцент кафедри загальної, біонеорганічної, фізколоїдної хімії Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького канд. фарм. наук В.В. Огурцов.

РЕЦЕНЗЕНТИ :

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

ВСТУП

Програма вивчення курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»

відповідно до Стандарту вищої освіти *другого (магістерського) рівня*

галузі знань *22 «Охорона здоров'я»*

спеціальності *226 «Фармація, промислова фармація»*

освітньої програми *магістра фармації*

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 фармацевтичної освіти – «Загальної та неорганічної хімії». Знання, набуті при вивченні курсу за вибором, необхідні для плідної, творчої діяльності фахівців у галузі фармації. 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 задач у галузі фармації.

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

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них			Рік навчання семестр	Вид контролю	
	Всього	Аудиторних				СРС
		Лекцій (годин)	Практичних занять (год.)			
Назва дисципліни: Курс за вибором «Біологічна роль елементів життя» <i>Змістових розділів 1</i>	3 кредити / 90 год.	10	20	60	1 курс (2 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 спирається на основи хімії в обсязі середньої освіти, а також основи елементарної математики і фізики. Знання теоретичних основ неорганічної хімії необхідні для більш глибокого вивчення аналітичної, фізичної та колоїдної, фармацевтичної, біологічної та токсикологічної хімії, фармакогнозії та технології ліків.

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, основні закони хімії, загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки, знання фізико-хімічних основ різного типу рівноваг у біологічних системах у вирішенні конкретних задач у галузі фармації у відповідності до сучасних потреб.

1.3 Компетентності та результати навчання, формуванню яких сприяє дисципліна (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті вищої освіти).

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти дисципліна забезпечує набуття студентами **компетентностей**:

-інтегральна:

Здатність застосовувати набуті загальні і фахові компетентності для вирішення складних задач у професійній фармацевтичній діяльності в тому числі дослідницького та інноваційного характеру; здійснення професійної діяльності на відповідній посаді, включаючи виготовлення/розробку ліків, їх зберігання, контроль якості, доставку, розподіл, видачу, забезпечення лікарськими засобами, а також консультування, надання інформації щодо лікарських засобів та моніторинг побічної дії та/або неефективності лікарської терапії; здійснення інновацій.

-загальні:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Знання та розуміння предметної області; розуміння професійної діяльності.
- ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК04. Здатність спілкуватися іноземною мовою (переважно англійською) на рівні, що забезпечує ефективну професійну діяльність.
- ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

-спеціальні (фахові, предметні):

- ФК01. Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі фармації/промислової фармації у широких або мультидисциплінарних контекстах
- ФК02. Здатність збирати, інтерпретувати та застосувати дані, необхідні для професійної діяльності, здійснення досліджень та реалізації інноваційних проєктів у сфері фармації
- ФК03. Здатність розв'язувати проблеми фармації у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності
- ФК11. Здатність визначати лікарські засоби, ксенобіотики, токсини та їх метаболіти у біологічних рідинах та тканинах організму, проводити хімікотоксикологічні дослідження з метою діагностики гострих отруєнь, наркотичного та алкогольного сп'янінь
- ФК12. Здатність забезпечувати належне зберігання лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту відповідно до їх фізико-хімічних властивостей та правил Належної практики зберігання у закладах охорони здоров'я
- ФК16. Здатність організовувати та здійснювати виробничу діяльність аптек щодо виготовлення лікарських засобів у різних лікарських формах за рецептами лікарів і вимогами (замовленнями) лікувально-профілактичних закладів, включаючи обґрунтування технології та вибір допоміжних матеріалів відповідно до правил Належної аптечної практики
- ФК17. Здатність здійснювати фармацевтичну розробку, визначати стабільність лікарських засобів та брати участь у виробництві лікарських засобів в умовах фармацевтичних підприємств згідно з вимогами Належної виробничої практики з відповідною розробкою та оформленням необхідної документації
- ФК19. Здатність організовувати та здійснювати контроль якості лікарських засобів відповідно до вимог чинного видання Державної фармакопеї України, методів контролю якості, технологічних інструкцій тощо; проводити стандартизацію лікарських засобів згідно з чинними вимогами; запобігати розповсюдженню неякісних, фальсифікованих та незареєстрованих лікарських засобів.
- ФК20. Здатність розробляти та оцінювати методики контролю якості лікарських засобів, у тому числі активних фармацевтичних інгредієнтів, лікарської рослинної сировини і допоміжних речовин з використанням фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних, мікробіологічних та фармако-технологічних методів контролю

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

Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
		ЗН1 Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	УМ1 Спеціалізовані уміння/ навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур УМ2 Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких мультидисциплінарних контекстах УМ3 Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	К1 Зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефаківців, зокрема, до осіб, які навчаються	АВ1 Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів АВ2 Відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів АВ3 Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії
<i>Загальні компетентності</i>					
1.	ЗК01		УМ2		
2.	ЗК02	ЗН1	УМ1		
3.	ЗК03			К1	
4.	ЗК04			К1	
5.	ЗК05	ЗН1	УМ1, УМ2, УМ3	К1	АВ1, АВ2, АВ3
<i>Спеціальні (фахові) компетентності</i>					
1.	ФК01	ЗН1	УМ1, УМ2		АВ1, АВ2
2.	ФК02	ЗН1	УМ1		АВ3
3.	ФК03	ЗН1	УМ3		АВ1, АВ2
4.	ФК11	ЗН1	УМ1, УМ2,		АВ1, АВ2
5.	ФК12	ЗН1	УМ1, УМ2		АВ1, АВ2
6.	ФК16	ЗН1	УМ1, УМ2		АВ1, АВ2
7.	ФК17	ЗН1	УМ1, УМ2		АВ1, АВ2, АВ3
8.	ФК19	ЗН1	УМ1, УМ2, УМ3	К1	АВ1, АВ2
9.	ФК20	ЗН1	УМ1, УМ2, УМ3		АВ1, АВ2, АВ3

Результати навчання:

- ПРН01. Володіти спеціалізованими концептуальними знаннями у сфері фармації та суміжних галузях з урахуванням сучасних наукових здобутків і вміння застосовувати їх у професійній діяльності (ЗК01, ЗК02, ФК01, ФК12, ФК19).
- ПРН02. Критично осмислювати і аналізувати наукові та прикладні проблеми у сфері фармації (ЗК01, ФК12, ФК19).
- ПРН03. Володіти спеціалізованими знаннями та уміннями/навичками для розв'язання професійних проблем і задач, у тому числі з метою вдосконалення знань та процедур у сфері фармації (ЗК02, ФК12, ФК19).
- ПРН05. Оцінювати та забезпечувати якість та ефективність діяльності у сфері фармації у стандартних і нестандартних ситуаціях; дотримуватися принципів деонтології та етики у професійній діяльності (ЗК02, ЗК05, ФК01, ФК03, ФК19).
- ПРН07. Аналізувати необхідну інформацію щодо розробки та виробництва лікарських засобів, використовуючи фахову літературу, патенти, бази даних та інші джерела; систематизувати, аналізувати й оцінювати її, зокрема, з використанням статистичного аналізу (ЗК01, ЗК03, ЗК04, ФК02, ФК19).
- ПРН11. Визначати переваги та недоліки лікарських засобів природного та синтетичного походження різних фармакологічних груп з урахуванням їхніх хімічних, фізико-хімічних, біофармацевтичних, фармакокінетичних та фармакодинамічних особливостей та виду лікарської форми. Рекомендувати лікарські засоби та інші товари аптечного асортименту з наданням консультативної допомоги та фармацевтичної опіки (ЗК02, ЗК03, ФК01, ФК02).
- ПРН14. Обирати біологічні об'єкти аналізу, здійснювати визначення в них ксенобіотиків, токсинів та їх метаболітів; давати оцінку отриманим результатам (ЗК02, ФК01, ФК11, ФК12, ФК20).
- ПРН15. Прогнозувати та визначати вплив факторів навколишнього середовища на якість та споживчі характеристики лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту, організувати їх зберігання відповідно до їх фізико-хімічних властивостей та правил Належної практики зберігання (ЗК02, ФК01, ФК12, ФК17).
- ПРН23. Визначати основні хіміко-фармацевтичні характеристики лікарських засобів; обирати та/або розробляти методики контролю якості з метою їх стандартизації з використанням фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних, мікробіологічних та фармакотехнологічних методів згідно з чинними вимогами (ЗК02, ФК01, ФК12, ФК16).

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

На вивчення курсу за вибором відводиться 3 кредити ЄКТС / 90 годин.

Змістовий модуль 1.

«Біологічна роль елементів життя»

Тема 1. Біологічне значення хімічних елементів. Біогенні елементи, їх класифікація. Біонеорганічна хімія

Класифікація біоелементів за В.І. Вернадським.

Біогенні елементи. Макро- і мікроелементи.

Властивості та біологічна роль деяких s-елементів (Калій, Натрій, Кальцій, Магній).

Властивості та біологічна роль деяких p-елементів (Флуор, Хлор, Бром, Йод).

Властивості та біологічна роль деяких d-елементів (Ферум, Манган).

Тема 2. 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

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.

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.

Мікроелентози людини як патологічні процеси, спричинені дефіцитом, надлишком або

дисбалансом макро- та мікроелементів. Методи оцінки елементного статусу людини. Покази для проведення лабораторної діагностики. Біохімічні індикатори елементного статусу людини.

Тема 3 Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітини

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.

Тема 5. Біоелементи органогени (O, C, H, N)

Оксиген. Загальна характеристика, поширення в природі, біологічна роль. Особливості електронної структури молекули кисню, хімічна активність. Молекула кисню як ліганд в оксигемоглобіні. Триоксиген (озон), стереохімія і природа зв'язку. Хімічна активність у порівнянні з діоксигеном, якісна реакція. Значення озонового прошарку для життєдіяльності людини. Класифікація оксигеновмісних сполук та їхні загальні властивості. Бінарні сполуки: оксиди, пероксиди, супероксиди (надпероксиди), озоніди. Сполуки Оксигену з Флуором. Біологічна роль Оксигену, хімічні основи застосування кисню та озону у медицині і фармації.

Карбон. Алотропія Карбону. Типи гібридизації атома Карбону і будова молекул, що містять Карбон. Карбон як основа всіх органічних молекул. Біологічна роль Карбону і хімічні основи застосування його неорганічних сполук. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Активоване вугілля як адсорбент. Карбон з від'ємним значенням ступеня окиснення. Карбіди активних та перехідних металів, їх властивості та застосування. Сполуки Карбону(II). Оксид Карбону(II), його кислотно-основні та окисно-відновні характеристики. Оксид Карбону(II) як ліганд, хімічні основи його токсичності.

Гідроген. Загальна характеристика елемента. Особливості положення в періодичній системі елементів. Реакції з киснем, галогенами, металами, оксидами. Характеристика і реакційна здатність сполук Гідрогену з іншими поширеними елементами

Нітроген. Загальна характеристика. Сполуки з різними значеннями ступенів окиснення. Азот як проста речовина. Причини малої хімічної активності. Молекула азоту як ліганд. Сполуки з від'ємним ступенем окиснення. Нітриди. Амоніак, кислотно-основна та окисно-відновна характеристика, реакції заміщення. Похідні амоніаку. Аміді, Амоніакати. Йон амонію та його солі, кислотно-основні властивості, термічне розкладання. Гідразин та гідроксиламін. Кислотно-основна та окисно-відновна характеристики. Азидна кислота, азиди, їх стійкість.

Фосфор. Загальна характеристика. Алотропні видозміни Фосфору, їх хімічна активність. Фосфіди, фосфін. Сполуки Фосфору з позитивним значенням ступеня окиснення. Галогеніди, їх гідроліз. Оксиди, стереохімія і природа зв'язку, взаємодія з водою і спиртами. Фосфатна(I) і фосфатна(III) кислоти, будова молекул, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Ортофосфатна кислота та її йони; дигідрогенфосфати, гідрогенфосфати і фосфати, їх кислотно-основні властивості. Дифосфатна кислота. Ізо-, полі- і гетерополіфосфатні кислоти. Метафосфатна кислота, порівняння її з нітратною кислотою. Якісна реакція на фосфат-йон. Біологічна роль Фосфору та його сполук.

Сульфур. Загальна характеристика. Біологічна роль Сульфуру (сульфгідрильні групи і дисульфідні містки в білках). Здатність до утворення гомоланцюгів. Сірка як проста речовина, застосування у медицині. Сполуки Сульфуру з від'ємним ступенем окиснення. Гідрогенсульфід, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Сульфіді металів і неметалів, їхрозчинність у воді та гідроліз. Якісна реакція на сульфід-йон. Полісульфіди, кислотно-основні та окисно-відновні

властивості, стійкість.

Сполуки Сульфуру(IV) – оксид, хлорид, оксохлорид, сульфитна кислота, сульфіти та гідрогенсульфіти, їх кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Відновлення сульфитів до дитіонатів, властивості дитіонатів. Взаємодія сульфитів із сіркою. Якісна реакція на сульфит-йон. Властивості тіосульфатів: реакції з кислотами, окисниками (хлором, йодом), катіонами металів, реакції комплексоутворення. Якісна реакція на тіосульфат-йон. Політіонати, особливості їхньої будови. Тіонілхлорид.

Сполуки Сульфуру(VI) – оксид, гексафторид, діоксохлорид, сульфатна кислота, сульфати, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Олеум. Дисульфатна кислота, хлорсульфонова кислота. Пероксосульфати та їх окисні властивості.

Застосування сполук Сульфуру в медицині, фармації, фармацевтичному аналізі.

Загальна характеристика Хлору як представника галогенів. Сполуки Хлору з металами і неметалами.

Взаємодія галогенів з водою та водними розчинами лугів. Оксигеновмісні кислоти галогенів 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. Хлорне вапно. Хлорати. Біологічна роль сполук Хлору.

Застосування хлорного вапна, хлорної води, препаратів активного Хлору у медицині, санітарії і фармації.

Тема 7. Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких s-елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)

Загальна характеристика s-елементів ІА та ІІА 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. Йодофори 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 8. Властивості та біологічна роль деяких d-елементів. Мікроелементи ускладні ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно - активних речовин. Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr)

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, Моз аміаком, водою, гідроксид-йонами, амінокислотами та багатоатомними спиртами, ціанід- і тіоціанат-йонами, диметилгліоксимом 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.

Тема 9. Мікроелементи неметали (Se, I)

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 додатніх значеннях ступеня окиснення. Сполуки з Оксигеном і міжгалогідні 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 і фармації.

Тема 10. Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br)

Загальна характеристика галогенів. 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. Естери боратної 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 Бромю. Індикатори елементного статусу в організмі людини. Корекція надлишку та нестачі елементів в організмі. Застосування сполук цих елементів у медицині, санітарії і фармації.

Тема 11. Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)

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 B_{12} . Якісна реакція на катіон Ni^{2+} . Реакція Чугаєва.

Тема 12. Хімічні потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti)

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.

Тема 13. Токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)

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 14. Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування мінерального обміну в організмі людини

Суть єдності хімічного складу організму та її значення. Метало-лігандний гомеостаз 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.

Тема 15. Лікарські засоби неметалів та металоїдів

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

Тема 16. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук

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 навчальної дисципліни

Тема	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	СРС	Індивідуальна робота
Змістовий модуль I. Біологічна роль елементів життя				
1. Тема 1. Біологічне значення хімічних елементів. Біогенні елементи, їх класифікація. Біонеорганічна хімія	0,5	1	3	
2. Тема 2. 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	0,5	1	3	
3. Тема 3. Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітини	0,5	1	4	
4. Тема 4. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній	0,5	1	4	
5. Тема 5. Біоелементи органогени (O, C, H, N)	1	1	4	
6. Тема 6. Макроелементи неметали (P, S, Cl)	0,5	1	4	
7. Тема 7. Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких s-елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	0,5	2	4	
8. Тема 8. Властивості та біологічна роль деяких d-елементів. Мікроелементи ускладі ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно - активних речовин. Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr)	1	2	4	
9. Тема 9. Мікроелементи неметали (Se, I)	1	2	4	
10. Тема 10. Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br)	0,5	1	4	
11. Тема 11. Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)	0,5	1	4	
12. Тема 12. Хімічні потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti)	0,5	1	3	
13. Тема 13. Токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	0,5	1	3	
14. Тема 14. Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування мінерального обміну в організмі людини	1	2	4	

15. Тема 15. Лікарські засоби неметалів та металоїдів	0,5	1	4	
16. Тема 16. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	0,5	1	4	
Разом за змістовим розділом 1	10	20	60	
Усього годин 90 / 3 кредити ECTS	10	20	60	
Підсумковий контроль				Залік

4. Тематичний план лекцій

№ 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. Хімічний склад клітини та крові. Мінеральні та органічні речовини у їх складі	2
2.	Макроелементи, їх властивості та біологічна роль	2
3.	Властивості та біологічна роль деяких <i>d</i> -елементів. Мікроелементи у складі ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно-активних речовин	2
4.	Умовно життєво необхідні мікроелементи (неметали, матери та металоїди). Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи.	2
5.	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
	Всього	10

5. Тематичний план практичних (семінарських) занять

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Біологічне значення хімічних елементів. Біогенні елементи, їх класифікація. Біонеорганічна хімія. 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	2
2.	Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітини. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній	2
3.	Біоелементи органогени (O, C, H, N). Макроелементи неметали (P, S, Cl)	2
4.	Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких <i>s</i> -елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	2
5.	Властивості та біологічна роль деяких <i>d</i> -елементів. Мікроелементи у складі ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно - активних речовин. Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr)	2
6.	Мікроелементи неметали (Se, I)	2
7.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br). Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)	2
8.	Хімічні потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti). Токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	2
9.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування мінерального обміну в організмі людини	2
10.	Лікарські засоби неметалів та металоїдів. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	2
	Всього	20

6. Тематичний план самостійної роботи студентів

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин	Вид контролю
1.	Біологічне значення хімічних елементів. Біогенні елементи, їх класифікація. Біонеорганічна хімія. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Поняття про мікроелементи людини. Визначення хімічних елементів у біосубстратах людини. Біохімічні індикатори елементного статусу людини.	6	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.	6	
3.	Біоелементи-органогени (O, C, H, N). Макроелементи неметали (P, S, Cl)	6	
4.	Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких s-елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	6	
5.	Властивості та біологічна роль деяких d-елементів. Мікроелементи у складі ферментів, гормонів, вітамінів та інших біологічно-активних речовин. Мікроелементи метали (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr)	6	
6.	Мікроелементи неметали (Se, I)	6	
7.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br)	6	
8.	Потенційно токсичні та токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti, Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	6	
9.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування мінерального обміну в організмі людини	6	
10.	Лікарські засоби неметалів та металоїдів. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	6	
	Всього	60	

7. **Індивідуальні завдання 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. До підсумкового контролю допускаються студенти, які виконали всі види робіт, передбачені начальною програмою, відпрацювали усі навчальні заняття та при вивченні модуля 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 15 питань, правильна відповідь питання оцінюється в 1 бал. Максимальна сума балів за весь тест становить 15 бали, мінімальна кількість балів, яку студент повинен набрати для зарахування теоретичної частини практичного заняття дорівнює 13 балам (50 % правильних відповідей).

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

Відмінно ("5") - Студент правильно відповів на 90-100 % тестів формату А. 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. Вміє узагальнювати матеріал. Виконав заплановану індивідуальну роботу.

Добре ("4") - Студент правильно відповів на 70-89% тестів формату А. 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. Володіє необхідними практичними навиками і прийомами їх виконання в обсязі, що перевищує необхідний мінімум.

Задовільно ("3") - Студент правильно відповів на 50-69% тестів формату А. 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 50% тестів формату А. 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.

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	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала
5	200	4,45	178	3,92	157	3,37	135
4,97	199	4,42	177	3,89	156	3,35	134
4,95	198	4,4	176	3,87	155	3,32	133
4,92	197	4,37	175	3,84	154	3,3	132
4,9	196	4,35	174	3,82	153	3,27	131
4,87	195	4,32	173	3,79	152	3,25	130
4,85	194	4,3	172	3,77	151	3,22	129
4,82	193	4,27	171	3,74	150	3,2	128
4,8	192	4,24	170	3,72	149	3,17	127
4,77	191	4,22	169	3,7	148	3,15	126
4,75	190	4,19	168	3,67	147	3,12	125
4,72	189	4,17	167	3,65	146	3,1	124
4,7	188	4,14	166	3,62	145	3,07	123
4,67	187	4,12	165	3,57	143	3,02	121
4,65	186	4,09	164	3,55	142	3	120
4,62	185	4,07	163	3,52	141	Менше 3	Недостатньо
4,6	184	4,04	162	3,5	140		
4,57	183	4,02	161	3,47	139		
4,52	181	3,99	160	3,45	138		
4,5	180	3,97	159	3,42	137		
4,47	179	3,94	158	3,4	136		

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:

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

Ранжування з присвоєнням оцінок „A”, „B”, „C”, „D”, „E” 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 „E”.

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

Бали з дисципліни	Оцінка за 4-ри бальною шкалою
Від 170 до 200 балів	5
Від 140 до 169 балів	4

Бали з дисципліни	Оцінка за 4-ри бальною шкалою
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:

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

14. Рекомендована література

Основна (Базова)

1. Панасенко О.І., Голуб А.М., Андрійко О.О. та ін. Неорганічна хімія: підручник – Магнолія, 2019. – 462 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. 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.
4. 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.

Допоміжна

1. 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.
2. Неорганічна хімія: навчально-методичний посібник (зошит) / І.С. Ковальчук, С.В. Гончарук, Н.П. Гирина та ін. – К.: ВСВ «Медицина», 2017. – 80 с.
3. 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.
4. Загальна та неорганічна хімія : підручник / Гомонай В. І., Мільович С. С. – Вінниця : Нова Книга, 2016. – 448 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
6. Медична хімія: підручник / В.О.Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О.Калібабчук – К.: ВСВ „Медицина”, 2013. – 336 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/>)